



— université
— Lumière
— Lyon 2

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO - UFRPE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO - PRPPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS – PPGEC

UNIVERSITÉ LUMIÈRE LYON 2
ÉCOLE DOCTORALE ED485 EPIC – ÉDUCATION, PSYCHOLOGIE,
INFORMATION ET COMMUNICATION
SCIENCES DE L'ÉDUCATION ET DE LA FORMATION

DOUTORADO EM COTUTELA

RAFAEL SANTOS DE AQUINO

**Ensino de ciências em cultura cruzada: a formação de conceitos
em sala de aula multicultural em Salgueiro, Pernambuco, Brasil**

RECIFE-PE

2022

RAFAEL SANTOS DE AQUINO

Ensino de ciências em cultura cruzada: a formação de conceitos em sala de aula multicultural em Salgueiro, Pernambuco, Brasil

Tese de Doutorado em Cotutela entre a Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE no Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências e Matemática (PPGEC) e a Universidade Lumière Lyon 2 na Escola Doutoral de Psicologia, Informação e Comunicação (*l'École de Psychologie, Information et Communication - EPIC*) para obtenção do título de doutor em Ensino das Ciências pela UFRPE e de doutor em *Science de l'Éducation* pela Université Lumière Lyon 2.
Orientadora no Brasil: Prof^a. Dr^a. Ana Maria A. Carneiro Leão
Orientadora na França: Prof^a. Dr^a. Nadja Maria Acioly-Régnier

RECIFE-PE

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A657e

Santos de Aquino, Rafael

Ensino de ciências em cultura cruzada: a formação de conceitos em sala de aula multicultural em Salgueiro, Pernambuco, Brasil / Rafael Santos de Aquino. - 2022.
360 f. : il.

Orientadora: Ana Maria dos Anjos Carneiro Carneiro-Leao.

Coorientadora: Nadja Maria Acioly Acioly-Regnier.

Inclui referências, apêndice(s) e anexo(s).

Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências, Recife, 2022.

1. Complexidade no Ensino de Bioquímica. 2. Construção de Conceitos. 3. Educação Intercultural. 4. Métodos Mistos na Educação. 5. Teoria dos Campos Conceituais. I. Carneiro-Leao, Ana Maria dos Anjos Carneiro, orient. II. Acioly Regnier, Nadja Maria Acioly, coorient. III. Título

RAFAEL SANTOS DE AQUINO

**ENSINO DE CIÊNCIAS EM CULTURA CRUZADA: A FORMAÇÃO DE
CONCEITOS EM SALA DE AULA MULTICULTURAL EM SALGUEIRO,
PERNAMBUCO, BRASIL**

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Ana Maria dos Anjos Carneiro Leão
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE
Orientadora

Prof^ª. Dr^ª. Nadja Maria Acioly-Régnier
Université Lumière Lyon 2
Orientadora

Prof^ª. Dr^ª. Jeanne Guiet-Silvain
Université Paris Descartes
Examinadora Externa

Prof^º. Dr. Jorge Tarcísio da Rocha Falcão
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN
Examinador Externo

Prof^º. Dr. Daniel Derivois
Université de Bourgogne Franche Comté – UBFC
Examinador Externo

Prof^º. Dr. Alonso Bezerra de Carvalho
Universidade Estadual Paulista – UNESP
Examinador Externo

Prof^ª. Dr^ª. Edenia Maria Ribeiro do Amaral
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
Examinadora Interna

Prof^ª. Dr^ª. Janaína de Albuquerque Couto
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
Examinadora Interna

Aprovada em Lyon, França em 20 de setembro de 2022

DEDICATÓRIA

Dedico a todas as professoras e a todos os professores!
Dedico às minhas professoras e aos meus professores!
Dedico às professoras e aos professores que não esqueceram que já foram estudantes!
Dedico às mestras e mestres que se esquecem do conteúdo para aproveitar o conflito
para educar!
Dedico às mestras e aos mestres que resistem ao descaso à Educação!
Dedico inteiramente à Educação do Brasil e do mundo!
À educação libertadora, pública, gratuita e de qualidade para todas e todos!
Educar é uma forma de amar!

AGRADECIMENTOS

*Aos que a felicidade
É sol, virá a noite.
Mas ao que nada espera
Tudo que vem é grato*

Fernando Pessoa

À minha família, que tudo suporta, que em tudo me apoia. Quão grato eu sou ao amor que eu recebo, aos conflitos que ensinam, à medida do tempero, à mão que acaricia, aos braços que me abraçam, aos risos que me riem, aos conselhos que ofertam, à tristeza compartilhada e a alegria multiplicada na sinceridade que se realiza. À minha esposa Carla Cardoso, pelo suporte de tudo que suporta em prol do meu sonho que é teu, amo você! Aos meus pais, Carlos Aquino e Fernanda Santos de Aquino, pelo amor que não se mede, pelo caminho pisado, foi na trilha marcada na relva que eu me guiei, há mais de vocês em mim do que eu possa me dar conta. Inclusive no amor recíproco, o amor da vida! À minha irmã, Renata Aquino, teu companheirismo me ensina a ser tolerante, a ser melhor, foi contigo que eu aprendi a ser irmão. A Hugo Raphael, companheiro que ganhei. À minha sogra, Carmem Cardoso, o teu olhar transpassa o amor e a confiança que me motivam. Aos meus avós, *in memoriam*, Ivete Alves, Casenave Aquino, paternos; e Edite Figueira, Severino Claudino dos Santos, maternos e em especial a Vovó Helena Figueira e Vovô Severino Rodrigues da Silva, tios-avós que me deram a essência de quem sou e plantaram em mim o sonho que eu sonho e que realizo. Tudo é também por vocês. Eu sou todas e todos vocês!

Aos meus amigos e amigas e suas famílias que também são minhas, a todos e todas, aos que continuam e aos que não mais caminham comigo, mas se fazem presente por terem em algum momento contribuído com a minha formação, o meu jeito e meu pensamento. “*Amigo é a família que Deus nos permitiu escolher*” eu não sei quem é o autor dessa frase, mas ela me foi dita há muitos anos pelo meu amigo-irmão Cleidson Jambo, obrigado pela partilha da vida e me apresentar com uma família linda e duas sobrinhas. Ao Bruno Barros (Bruno Mingau) que também perpetuou a nossa irmandade através de nossas famílias. Ao Almir Ferreira que virou meu irmão em 2007 no curso de Zootecnia quando estudávamos sob o cuidado de Tia Teca. À Cleucione Pessoa, Vinícius Sales, Flávio Augusto Mesquita (Flavinho), Professor César, David Penalva, Marcelo Assis (Morango), Itatium Gomes, Jean Santos (Mago) e a muitos outros amigos da infância e juventude escolar.

Às amigas e amigos do PRU – Projeto Rumo à Universidade, em especial Luciana Nunes, Josinaldo Silva (Naldinho), Jéssica Mendes, Renato Teixeira, Isaque Menezes, Milena Cristina, Cristiane Barbosa, Denilson Lima, Sílvio Francisco da Silva, Sidney Pereira e Keyla Miranda. O PRU está aqui nesta tese lutando por inclusão e justiça social através da educação.

Aos amigos do IFSertãoPE que fazem o ambiente de trabalho leve, prazeroso e de aprendizagem: Edmilson Gomes (amigo de trabalho e de infância), Alciernes, Damião Paulo (*in memoriam*), Paulo Alvacely, Tiago Silva, Jean Carlo Alencar, Almir Ferreira Gomes, Adriana Rodrigues, Sandra Galvão (prima e companheira de trabalho), Eriverton Rodrigues, Fernanda Novaes, Gercivânia Gomes, Josenildo Forte, Flávio Júlio Costa, Francisco leão Barros (Chico), Dirceu Arraes, Rômulo Sátiro, Rodrigo Lima, Fabiana Augusta Araújo, Azamor, Adelson Oliveira, Juliana Melo, Marcelo Anderson Santos, Yanne Andrade, Adeísa Carvalho, Aline Pinheiro... um agradecimento especial ao amigo-irmão Eric Barreto do IFBA por me ensinar e ter sido apoio em momentos difíceis.

Aos amigos que ganhei no doutorado da UFRPE a quem destaco Priscila Aparecida pelo suporte que me deu em momento crucial do doutoramento. À Lia, pela amizade sincera e todo apoio que me conferiu. Aos colegas da minha turma de doutorado, grato pela convivência e aprendizado especialmente a Carla, Carlos e Lourdes. E aos amigos que a Université Lumière Lyon 2 me deram: Paula Virgínia Andrade, Ricardo Francelino, Xin Huang, Sussan Hurtado. À Madame Rojas por seu aporte e carinho com a qual me dispensou com a solicitude e atenção que lhes são características.

Às minhas orientadoras, Professora Ana Maria Carneiro Leão, por acreditar em mim, por ser minha amiga e mentora desde 2015, a minha gratidão será eterna e a Professora Nadja Acioly-Régner por me proporcionar uma relação humana intensa de construção de uma amizade, de aprendizado e de carinho, a ti também serei eternamente grato. Aos Professores Vladimir Andrade e Jean-Claude Régner, meus coorientadores não oficiais. Quanto aprendi com vocês sobre a Análise Estatística Implicativa (ASI), sobre a escrita científica, sobre cultura. Vocês constituem a mim como futuro pesquisador e orientador.

Aos meus estudantes do IFSertãoPE, por serem o motivo desta tese!

A gratidão é a porta aberta que não fecha, é a paz de festejar, é a estrela que não se vê de dia, mas que lá está a brilhar!

EPÍGRAFE

*“Feliz aquele que
transfere o que sabe
e aprende o que ensina”*

Cora Coralina

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi identificar e analisar os impactos culturais na construção de conceitos em bioquímica em uma sala de aula multicultural sob a utilização de um dispositivo didático pedagógico digital, na perspectiva do paradigma da complexidade de Edgar Morin. Este dispositivo, projetado no âmbito do ensino remoto imposto pela crise sanitária da Covid-19, levou em conta as diversidades culturais dos estudantes sertanejos, indígenas, quilombolas e urbanos na construção destes conceitos. Embora nosso interesse esteja focado no aprendizado da bioquímica, ou seja, na construção de conceitos que os estudantes culturalmente distintos fazem, lançamos um olhar investigativo e interpretativo complexo, a partir de diferentes perspectivas multiculturais, tais como a influência cultural no desempenho acadêmico dos estudantes e a influência multicultural dos professores neste processo. Essas considerações exigem um ponto de vista teórico-metodológico geral que se baseia na complexidade, no multiculturalismo de Candau, como também na teoria histórico-cultural de Vygotsky e na abordagem da cultura, cognição e afetividade de Acioly-Régner. Para as questões conceituais, reunimos uma série de abordagens teóricas necessárias para a complexidade de nosso objeto de estudo, o que implica em um cruzamento de métodos de construção de dados. A estrutura metodológica foi dividida em quatro partes, onde cada uma delas integra métodos qualitativos e quantitativos, os quais são interpretados conjuntamente para a compreensão do todo conforme Morin. O estudo foi aplicado no Instituto Federal do Sertão Pernambucano, *campus* Salgueiro, no âmbito do curso de Ensino Médio Integrado ao Técnico em Agropecuária. A primeira parte da investigação visou identificar o perfil multicultural dos professores e as relações com as culturas dos estudantes. Na segunda parte um estudo quantitativo com a Análise Estatística Implicativa (ASI) sobre o desempenho escolar estudantil de 2011 a 2018. Na terceira parte da pesquisa, investigamos as culturas dos estudantes do 4º ano do Ensino Médio Integrado ao Técnico em Agropecuária para a partir da identificação das peculiaridades culturais planejar a intervenção didática digital no contexto da crise sanitária de Covid-19 para a mesma turma. A quarta parte foi composta por duas etapas metodológicas: a primeira foi o desenvolvimento de um dispositivo didático-pedagógico digital e a segunda, foi a investigação da construção de conceitos pela aplicação do dispositivo. Os resultados mostraram que o perfil multicultural dos professores é o Diferencialista, que se caracteriza pela padronização cultural; que a escola utiliza o desempenho acadêmico como meio de seleção onde exclui as culturas minoritárias como quilombolas e indígenas; as particularidades das diferenças culturais influenciam a relação dos estudantes com a cultura escolar afetando a aprendizagem; as representações conceituais presentes nas diversas situações e seus conjuntos de significantes e significados favorecem a conceitualização e que a associação com a teoria dos campos conceituais promove maior consolidação da construção de conceitos e a sua generalização às situações das culturas extraescolares. O perfil multicultural do professor influencia a construção de conceitos, essa influência se materializa no desempenho escolar que exclui estudantes de culturas minoritárias. Por isso, o estudo reforça a importância da perspectiva intercultural e decolonial na educação e ensino de ciências.

Palavras-chave: Complexidade no Ensino de Bioquímica; Construção de Conceitos; Educação Intercultural; Métodos Mistos na Educação; Teoria dos Campos Conceituais.

Título: Ensino de ciências em cultura cruzada: a formação de conceitos em sala de aula multicultural em Salgueiro, Pernambuco, Brasil

RÉSUMÉ

L'objectif de cette recherche est d'identifier et d'analyser les impacts culturels dans la construction des concepts en biochimie dans une classe multiculturelle à partir de l'utilisation d'un dispositif pédagogique numérique d'enseignement, dans la perspective du paradigme de la complexité d'Edgar Morin. Ce dispositif, conçu dans le contexte de l'enseignement à distance imposé par la crise sanitaire de Covid-19, a pris en compte les diversités culturelles des étudiants ruraux, indigènes, quilombolas et urbains dans la construction de ces concepts. Bien que notre intérêt se concentre sur l'enseignement-apprentissage de la biochimie, c'est-à-dire sur la construction de concepts que font des élèves culturellement distincts, nous jetons un regard complexe d'investigation et d'interprétation à partir de différentes perspectives multiculturelles, telles que l'influence culturelle sur les performances scolaires des élèves et l'influence multiculturelle des enseignants dans ce processus. Ces considérations nécessitent un point de vue théorique-méthodologique général qui s'appuie sur la complexité, le multiculturalisme de Candau, ainsi que la théorie historico-culturelle de Vygotsky et l'approche de la culture, de la cognition et de l'affectivité d'Acioly-Régnier. Pour les questions conceptuelles, nous avons réuni une série d'approches théoriques nécessaires à la complexité de notre objet d'étude, ce qui implique un croisement des méthodes de construction des données. La structure méthodologique a été divisée en quatre étapes, où chacune intègre des méthodes qualitatives et quantitatives, qui sont interprétées pour la compréhension de l'ensemble selon Morin. L'étude a été appliquée à l'Instituto Federal do Sertão Pernambucano, *campus* de Salgueiro, dans le cadre d'un Lycée Agricole. La première étape de l'enquête visait à identifier le profil type multiculturel des enseignants et les relations avec les cultures des élèves. Dans la deuxième étape, une étude quantitative avec l'Analyse Statistique Implicative (ASI) sur les performances scolaires des élèves de 2011 à 2018 a été effectuée. Dans la troisième partie de la recherche, nous avons enquêté sur les cultures des étudiants de la 4^{ème} année du Lycée Agricole pour l'identification des particularités culturelles et pour planifier l'intervention didactique numérique dans le contexte de la crise sanitaire de Covid-19 pour l'application dans la même classe. La quatrième étape était composée de deux moments méthodologiques : le premier était le développement d'un dispositif didactique-pédagogique numérique et le second était l'analyse de la construction des concepts à travers l'application du dispositif. Les résultats ont montré que le profil multiculturel des enseignants est le profil Différentialiste, qui se caractérise par la standardisation culturelle où l'école utilise la performance académique comme moyen de sélection et exclut les cultures minoritaires et les telles que les quilombolas et les indigènes ; les particularités des différences culturelles influencent la relation des élèves avec la culture de l'école qui affecte l'apprentissage. Les représentations conceptuelles présentes dans différentes situations et leurs ensembles de significations et de signifiés favorisent la conceptualisation. La théorie des champs conceptuels fournit un outil important pour la compréhension de la conceptualisation et la généralisation à des situations de cultures extra-scolaires. Le profil multiculturel de l'enseignant influence la construction des concepts, et cette influence se matérialisant par des évaluations scolaires qui excluent les élèves issus de cultures minoritaires. L'étude montre l'importance de la perspective interculturelle et décoloniale dans l'éducation et l'enseignement des sciences.

Mots-clés : Complexité dans l'Enseignement de la Biochimie, Construction de Concepts, Éducation Interculturelle, Méthodes Mixtes dans l'Éducation, Théorie des Champs Conceptuels.

Titre : Enseignement des Sciences dans différentes cultures : la formation de concepts dans une classe multiculturelle à Salgueiro, Pernambuco, Brésil

ABSTRACT

The objective of this research was to identify and analyze the cultural impacts on the construction of concepts in biochemistry in a multicultural classroom under the use of a digital teaching device, from the perspective of Edgar Morin's complexity paradigm. This device, designed in the context of the remote teaching imposed by the Covid-19 health crisis, considered the cultural diversities of the sertanejos, indigenous, quilombolas, and urban students in the construction of these concepts. Although our interest is focused on the learning of biochemistry, that is, the construction of concepts that culturally distinct students make, we cast a complex investigative and interpretive look from different multicultural perspectives, such as the cultural influence on students' academic performance and the multicultural influence of teachers in this process. These considerations require a general theoretical-methodological point of view that is based on complexity, Candau's multiculturalism, as well as Vygotsky's cultural-historical theory and Acioly-Régner's approach to culture, cognition, and affectivity. For the conceptual issues, we gathered a series of theoretical approaches necessary for the complexity of our object of study, which implies a crossing of methods of data construction. The methodological structure was divided into four parts, where each part integrates qualitative and quantitative methods, which are interpreted together for the understanding of the whole according to Morin. The study was applied at the Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Salgueiro *campus*, in the scope of the Integrated High School Technical course in Agriculture and Livestock. The first part of the research aimed to identify the multicultural profile of the teachers and the relations with the students' cultures. In the second part a quantitative study with Implicit Statistical Analysis (ISA) on student school performance from 2011 to 2018. In the third part of the research, we investigated the cultures of the students of the 4th year of the Professional High School Technical in Agriculture and Livestock to from the identification of the cultural peculiarities plan the digital didactic intervention in the context of the health crisis of Covid-19 for the same class. The fourth part was composed of two methodological steps: the first was the development of a digital didactic-pedagogical device and the second was the investigation of the construction of concepts by applying the device. The results showed that the multicultural profile of teachers is Differentialist, which is characterized by cultural standardization; that the school uses academic performance as a means of selection where it excludes minority cultures such as quilombolas and indigenous people; the particularities of cultural differences influence the relationship of students with the school culture affecting learning; the conceptual representations present in various situations and their sets of meanings and significance favor conceptualization and that the association with the theory of conceptual fields promotes greater consolidation of the construction of concepts and their generalization to situations of student's cultures. The multicultural profile of the teacher influences the construction of concepts, this influence materializes in school performance that excludes students from minority cultures. Therefore, the study reinforces the importance of the intercultural and decolonial perspective in science education and teaching.

Key words: Complexity in Teaching Biochemistry, Concepts Construction, Intercultural Education, Mixed Methods in Education, Concept Field Theory.

Title: Cross-Culture in Teaching Science: concept formation in a multicultural classroom in Salgueiro, Pernambuco, Brazil.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 —	Bases legais normatizadoras da Educação Profissional de Nível Médio	47
Quadro 2 —	Ocorrência dos termos cultura, indígena, quilombo, África, raça, racismo, etnia, religião de matriz africana e povo negro no PPC do EMI Agro51	
Quadro 3 —	Características dos diferentes paradigmas científicos.....	63
Quadro 4 —	Tipos de classificação do multiculturalismo	89
Quadro 5 —	Conceituação de multiculturalidade, transculturalidade e interculturalidade segundo Weissman (2018).....	90
Quadro 6 —	Teorias que propõem o estudo intercultural na sala de aula	91
Quadro 7 —	Aspectos principais a serem considerados numa pesquisa de métodos mistos	101
Quadro 8 —	Principais estratégias de métodos mistos	102
Quadro 9 —	Sistema de notação de métodos mistos*	103
Quadro 10 —	Intersecções entre a BOA específica e o MoMuP-PE.....	114
Quadro 11 —	Estrutura do questionário de investigação do perfil multicultural docente do Instituto Federal do Sertão Pernambucano, <i>campus</i> Salgueiro.	119
Quadro 12 —	Organização das disciplinas em grupos e subgrupos	120
Quadro 13 —	Descrição das animações contextualizadas de problematização.....	127
Quadro 14 —	Descrição de aspectos do MoMuP-PE	131
Quadro 15 —	Categorias de análise da construção de conceitos científicos	132
Quadro 16 —	Relação dos objetivos com a metodologia e as metas de pesquisa	134
Quadro 17 —	Análise do conhecimento sobre Multiculturalidade apresentado pelos professores do IFSertãoPE, <i>campus</i> Salgueiro	148
Quadro 18 —	Tendências de rendimento escolar por cultura.....	155
Quadro 19 —	Características dos métodos estatísticos Anova e ASI quanto ao estudo do desempenho escolar em contexto multicultural.....	156
Quadro 20 —	Aspectos referentes à identidade e diferença	163
Quadro 21 —	Identities e diferenças a partir da perspectiva do próprio estudante.....	164
Quadro 22 —	Adaptação estudantil ao ensino remoto	167
Quadro 23 —	A relação trabalho e estudo durante a sindemia por Covid-19 na visão dos estudantes	170
Quadro 24 —	Opinião dos estudantes sobre o que gostam na escola.....	172
Quadro 25 —	Depoimentos estudantis sobre a distância de casa para a escola	176
Quadro 26 —	A visão sobre o auxílio escolar e a realidade estudantil	177

Quadro 27 — As relações entre família e escola que influem no hábito de estudo.....	180
Quadro 28 — O planejamento do ensino remoto na visão dos estudantes	182
Quadro 29 — Motivos pelos quais os estudantes não usam a câmera nas aulas remotas	184
Quadro 30 — A escola virtual na visão dos estudantes	185
Quadro 31 — Planejamento baseado no MoMuP-PE.....	200
Quadro 32 — Categorização e quantitativo dos elementos ativos do dispositivo	201
Quadro 33 — Inventário de elementos ativos e localização na Trilha do Leite	203
Quadro 34 — Relação da Trilha do Leite com a Gamificação	208
Quadro 35 — Estrutura do curso "Na Trilha do Leite"	223
Quadro 36 — Interacionismo, relação contextualizada e engajamento nas atividades assíncronas	225
Quadro 37 — Descrição das lições síncronas e relações teóricas.....	227
Quadro 38 — Análise das produções assíncronas quanto à modalidade, ao nível biológico e a abordagem do conteúdo.....	231
Quadro 39 — Análise da conceitualização em bioquímica e sua relação com o número de significantes	254
Quadro 40 — Caracterização das lacunas conceituais em bioquímica segundo Vergnaud (2000)	255
Quadro 41 — Diálogos sobre o videobook "Na Trilha do Leite - Parte 1: Fotossíntese"	266
Quadro 42 — Diálogos sobre o videobook "Na Trilha do Leite - Parte 1: Fotossíntese" na primeira aula de reposição	270
Quadro 43 — Diálogos sobre o videobook "Na Trilha do Leite - Parte 1: Fotossíntese" na segunda aula de reposição.....	271

LISTA DE ESQUEMAS

Esquema 1 — Representação da dinâmica do desenvolvimento dos paradigmas científicos a partir de Kuhn (1996) e exemplos generalistas aplicados às áreas da Biologia e da Física	59
Esquema 2 — Representação de conteúdos da Biologia na perspectiva do paradigma cartesiano	60
Esquema 3 — Exemplificação do modelo tripolar de Rabardel (1995) aplicado ao contexto de ensino remoto brasileiro relacionando os processos de ensino e de aprendizagem	77
Esquema 4 — Perspectiva de compreensão do ensino remoto a partir dos referenciais teóricos	78
Esquema 5 — Um exemplo da biologia e suas perspectivas baseadas no paradigma cartesiano	83
Esquema 6 — Diferentes representações do DNA	85
Esquema 7 — A natureza interdisciplinar e paradigmática no ensino de bioquímica	86
Esquema 8 — Desenho de pesquisa de metodologia mista.....	117
Esquema 9 — Eixos temáticos e foco de pesquisa conforme o paradigma da complexidade	118
Esquema 10 — Cronograma do curso na Trilha do Leite.....	132
Esquema 11 — Estrutura didático-pedagógica do dispositivo "Na Trilha do Leite" relacionada ao MoMuP-PE.....	209
Esquema 12 — Relações do dispositivo com Rabardel (1995)	211
Esquema 13 — Processos de construção de conceitos de bioquímica em contexto intercultural e complexo	232
Esquema 14 — Processo de conceitualização sobre fotossíntese feito por RIA1	236
Esquema 15 — Processo de conceitualização sobre fotossíntese feito por RIT1	237
Esquema 16 — Processo de conceitualização sobre fotossíntese feito por RS2	239
Esquema 17 — Processo de conceitualização sobre fotossíntese feito por RS4	241
Esquema 18 — Processo de conceitualização sobre fotossíntese feito por RU2.....	242
Esquema 19 — Processo de conceitualização sobre fotossíntese feito por RS5	244
Esquema 20 — Processo de conceitualização sobre fotossíntese feito por RQ.....	247
Esquema 21 — Processo de conceitualização sobre fotossíntese feito por RS3	249
Esquema 22 — Processo de conceitualização sobre fotossíntese feito por RU4.....	251
Esquema 23 — Processo de conceitualização sobre fotossíntese feito por RIA2	253
Esquema 24 — Compreendendo a educação multicultural em partes que compõem o todo	281

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 —	Guia estrutural da tese.....	25
Figura 2 —	Página da resposta da prova de bioquímica com o Garfield dual	36
Figura 3 —	Representações culturais do contexto escolar do IFSertãoPE, <i>campus</i> Salgueiro	40
Figura 4 —	História da Educação Profissionalizante brasileira.....	45
Figura 5 —	Representação esquemática dos paradigmas científicos.....	61
Figura 6 —	Diferentes concepções da construção do conhecimento e conceitos associados.....	71
Figura 7 —	Exemplo de planilha em Excel, salvo como '.csv' para leitura no CHIC	105
Figura 8 —	Representação esquemática através do conjunto binário de variáveis de subpopulações do universo E	106
Figura 9 —	Exemplo de árvore de similaridade com a identificação das classes e subclasses	107
Figura 10 —	Desenho do tabuleiro "Na Trilha do Leite".....	125
Figura 11 —	Aplicativos utilizados no dispositivo didático pedagógico "Trilha do Leite"	126
Figura 12 —	Representação das culturas escolar e extraescolar de estudantes quilombola, sertanejos, indígenas e urbanos.....	166
Figura 13 —	Exemplo da interação social verificada no dispositivo didático- pedagógico digital	207
Figura 14 —	Mapa dos multiletramentos	215
Figura 15 —	Representação da teoria dos campos conceituais aplicada ao dispositivo	217
Figura 16 —	Significantes não textuais da água e da glicose	219
Figura 17 —	Poesias de estudantes indígenas (RIA1 e RIT1) sobre a fotossíntese postadas no grupo de <i>WhatsApp</i> ®	235
Figura 18 —	Poesia do estudante sertanejo (RS2) sobre a fotossíntese postada no grupo de <i>WhatsApp</i> ®	238
Figura 19 —	Poesias dos estudantes sertanejo (RS4) e urbano (RU2) sobre a fotossíntese postada no grupo de <i>WhatsApp</i> ®	240
Figura 20 —	Produção textual da estudante sertaneja (RS5) sobre a fotossíntese postada no grupo de <i>WhatsApp</i> ®	243
Figura 21 —	Poesia do estudante sertanejo (RS1) sobre a fotossíntese postada no grupo de <i>WhatsApp</i> ®	245
Figura 22 —	Produção da estudante quilombola (RQ) sobre a fotossíntese	246
Figura 23 —	Atividade final do curso "Na Trilha do Leite"	273

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Árvore Coesitiva 1 — Relações entre cultura e o desempenho escolar	158
Fotografia 1 — Estudantes <i>Truká</i> dançando o toré no IFSertãoPE, <i>campus</i> Salgueiro durante a Semana dos Povos Indígenas em 2017	46
Fotografia 2 — Desenho do estudante sertanejo (RS3) sobre a fotossíntese	249
Fotografia 3 — Desenho do estudante urbano (RU4) sobre a fotossíntese	250
Fotografia 4 — Desenho do estudante indígena <i>Atikum</i> (RIA2) sobre a fotossíntese.....	252
Gráfico 1 — Faixa etária dos professores do IFSertãoPE, <i>campus</i> Salgueiro	138
Gráfico 2 — Representatividade percentual de professores por estado.....	138
Gráfico 3 — Tempo de serviço como professor do IFSertãoPE.....	139
Gráfico 4 — Relação entre natureza formativa e a experiência docente	141
Gráfico 5 — Percentual de percepção das culturas dos estudantes pelos professores.....	143
Gráfico 6 — Tipo do trabalho estudantil por cultura	169
Grafo Implicativo 1 — Exemplo de grafo implicativo.....	109
Grafo Implicativo 2 — Características dos professores licenciados	149
Grafo Implicativo 3 — Características dos professores bacharéis	150
Grafo Implicativo 4 — Características dos professores que se identificam com o paradigma cartesiano.....	152
Grafo Implicativo 5 — Relações entre cultura e rendimento escolar	157
Grafo Implicativo 6 — Principais características dos estudantes indígenas.....	192
Grafo Implicativo 7 — Principais características dos estudantes sertanejos.....	194
Grafo Implicativo 8 — Principais características dos estudantes urbanos	195
Grafo Implicativo 9 — Principais características da estudante quilombola.....	196
Grafo implicativo 10 — Implicações da conceitualização referentes à cultura indígena.....	258
Grafo Implicativo 11 — Implicações da conceitualização referentes à cultura sertaneja	259
Grafo implicativo 12 — Implicações da conceitualização referentes à cultura urbana	260
Grafo Implicativo 13 — Implicações referentes à interação assíncrona estudante-professor.....	260

Grafo Implicativo 14 — Implicações referentes à produção escolar no gênero textual Poesia	261
Grafo Implicativo 15 — Implicações referentes à produção escolar do tipo esquema conceitual	262
Grafo Implicativo 16 — Implicações referentes às perspectivas macro, micro e submicroscópica da biologia	263
Grafo Implicativo 17 — Implicações referentes à influência dos paradigmas científicos na conceitualização sobre fotossíntese	264
Mapa 1 — Localização de Salgueiro, Pernambuco, Brasil (8°04'27"W, 39°07'09"S)	38
Mapa 2 — Distribuição mundial da produção científica sobre educação em culturas-cruzadas	92

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APL	Arranjo Produtivo Local
ASI	Análise Estatística Implicativa
BA	Bahia
BOA	Base de Orientação da Atividade
BR	Rodovia Federal
CE	Ceará
CEFET-PE	Centro Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
CHIC	Classificação Hierárquica Implicativa e Coesitiva
CNPq	Conselho Nacional de Pesquisa
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
ECPL	Esquema conceitual em <i>Parking Lot</i>
EMI	Ensino Médio Integrado a um curso Técnico
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IF/IFs	Instituto Federal / Institutos Federais
IFSertãoPE	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
KDD	<i>Knowledge Discovery Databases</i>
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MEC	Ministério da Educação
MG	Minas Gerais
MOMUP	Modelo das Múltiplas Perspectivas
MoMuP-PE	Modelo das Múltiplas Perspectivas-Pernambuco
PCK	<i>Pedagogical Content Knowledge</i>
PB	Paraíba
PE	Pernambuco
PI	Piauí
PPGEC	Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências e Matemática
RN	Rio Grande do Norte
SP	São Paulo
SPI	Serviço de Proteção aos Índios
TFC	Teoria da Flexibilidade Cognitiva

THC	Teoria Histórico Cultural
UFRPE	Universidade Federal Rural de Pernambuco
UNIVASF	Universidade Federal Vale do São Francisco
ZDP	Zona de Desenvolvimento Proximal
ZPD	Zona do Próximo Desenvolvimento

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	23
	CAPÍTULO I	29
2	APRESENTAÇÃO	30
2.1	Temática	32
2.2	Justificativa	32
2.3	Questão de pesquisa	32
2.4	Hipóteses.....	32
	<i>2.4.1 Hipótese geral.....</i>	<i>32</i>
	<i>2.4.2 Hipóteses específicas.....</i>	<i>33</i>
2.5	Objetivos.....	33
	<i>2.5.1 Objetivo Geral.....</i>	<i>33</i>
	<i>2.5.2 Objetivos Específicos.....</i>	<i>33</i>
	CAPÍTULO II	34
3	ASPECTOS CONTEXTUAIS.....	35
3.1	O pesquisador-participante	35
3.2	A cidade de Salgueiro-PE	37
3.3	A formação étnico-cultural.....	40
	<i>3.3.1 Indígena Truká.....</i>	<i>40</i>
	<i>3.3.2 Indígena Atikum.....</i>	<i>41</i>
	<i>3.3.3 Quilombola.....</i>	<i>41</i>
	<i>3.3.4 Sertanejo Tradicional.....</i>	<i>42</i>
	<i>3.3.5 mestiçagem e o sincretismo na formação do povo sertanejo</i>	<i>43</i>
3.4	Instituto Federal do Sertão Pernambucano	44
3.5	Os Institutos Federais e o currículo profissionalizante no EMI.....	47
3.6	A complexidade do corpo docente dos Institutos Federais (IFs).....	54
	CAPÍTULO III	57
4	QUADRO TEÓRICO.....	58
4.1	Os paradigmas científicos	58

4.2	A teoria histórico-cultural como base à compreensão da construção de conceitos científicos em contexto multicultural	64
4.3	Teoria dos campos conceituais e a educação intercultural	66
4.4	Ensino remoto: uma solução emergencial e um novo problema	72
4.5	Ensino-aprendizagem em bioquímica: um desafio.....	79
4.6	Multiculturalismo, interculturalismo e transculturalismo	87
4.7	Travessia de fronteiras culturais para a construção de conceitos	91
4.8	A importância da educação contextualizada	96
CAPÍTULO IV		98
5	FUNDAMENTAÇÃO METODOLÓGICA	99
5.1	Método de análise mista	100
5.2	Análise Estatística Implicativa (ASI).....	103
5.3	Investigação intercultural	111
5.4	O Modelo das Múltiplas Perspectivas-Pernambuco — MoMuP-PE como proposta didático-metodológica	112
6	ESTRUTURA METODOLÓGICA	116
6.1	Local de aplicação do projeto	116
6.2	Apreciação ética da pesquisa	116
6.3	Desenho metodológico de pesquisa mista	116
6.4	Conhecendo a metodologia das partes.....	118
6.5	Parte 1: perfil multicultural dos professores	119
6.6	Parte 2: pressupostos da influência cultural no rendimento escolar	120
6.7	Parte 3: investigação intercultural.....	121
6.8	Parte 4: construção de conceitos em bioquímica	122
6.8.1	<i>Desenvolvimento de dispositivo didático-pedagógico digital para o ensino de bioquímica</i>	<i>123</i>
6.8.2	<i>Intervenção didático-pedagógica digital</i>	<i>131</i>
6.9	Fertilização-cruzada dos dados	133
CAPÍTULO V		135
7	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	136
7.1	Parte 1: o perfil multicultural dos professores	136
7.1.1	<i>Características gerais dos professores.....</i>	<i>137</i>

7.1.2	<i>Formação acadêmica dos professores</i>	140
7.1.3	<i>Perfil multicultural na prática docente</i>	142
7.1.4	<i>Identificação dos saberes sobre cultura e multiculturalismo</i>	146
7.1.5	<i>Aplicação da ASI sobre os dados do perfil multicultural docente</i>	149
7.1.6	<i>Perfil multicultural Diferencialista</i>	153
7.2	Parte 2: a influência cultural no rendimento escolar	154
7.3	Parte 3: investigação intercultural	162
7.3.1	<i>Cultura extraescolar</i>	162
7.3.2	<i>Cultura escolar</i>	171
7.3.3	<i>Preferências e gostos</i>	172
7.3.4	<i>Suporte familiar</i>	175
7.3.5	<i>Contexto escolar</i>	177
7.3.6	<i>Hábito de estudo</i>	179
7.3.7	<i>Ensino remoto</i>	181
7.3.8	<i>Compreensão integrada das culturas escolar e extraescolar</i>	191
7.4	Parte 4: a construção de conceitos científicos	199
7.4.1	<i>O dispositivo “Na Trilha do Leite”</i>	199
	7.4.1.1 <i>Fomentando a construção de conceitos em situação intercultural</i>	222
7.4.2	<i>Interculturalidade</i>	224
	7.4.2.1 <i>Relações interculturais nos momentos assíncronos</i>	224
	7.4.2.2 <i>Interculturalidade nos momentos síncronos</i>	227
7.4.3	<i>Construção de conceitos em bioquímica</i>	229
	7.4.3.1 <i>Atividades assíncronas</i>	230
	7.4.3.2 <i>Análise da construção de conceitos em atividade assíncrona</i>	232
	7.4.3.3 <i>Construção de conceitos em atividades síncronas</i>	266
7.5	O Todo: o que nos contam as partes?	280
	CAPÍTULO VI	286
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	287
8.1	Considerações sobre os resultados	287
8.2	Considerações sobre os fundamentos teórico-metodológicos	290
	8.2.1 <i>Considerações sobre a interculturalidade</i>	290
	8.2.2 <i>Construção de conceitos</i>	293
	8.2.3 <i>Intervenção didática digital: o curso “Na Trilha do Leite”</i>	294

8.2.4	<i>Metodologia de pesquisa mista</i>	295
8.3	Perspectivas futuras	297
8.3.1	<i>Perspectivas quanto à interculturalidade e decolonialidade</i>	299
8.3.2	<i>Perspectivas quanto à área de construção de conceitos em bioquímica</i>	299
8.3.3	<i>Perspectivas no âmbito local, regional e internacional</i>	300
REFERÊNCIAS		301
APÊNDICE A – Lista de artigos publicados		322
APÊNDICE B – Questionário para identificação do perfil multicultural docente		323
APÊNDICE C – Questionário de investigação Intercultural dos estudantes		343
ANEXO A – Parecer Consubstanciado da CONEP		350

1 INTRODUÇÃO

Em um país onde a diversidade cultural foi apagada através da padronização cultural promovida pela colonialidade, a justiça social deve ser compreendida de forma ampla nos diversos segmentos da estrutura coletiva. Assim, poderemos reconhecer as injustiças, nos contrapor a elas e contribuir com uma construção social mais igualitária em oportunidades, favorecendo a construção de uma sociedade mais justa.

A inviabilização de populações e povos minoritários e comumente marginalizados na sociedade brasileira, infelizmente faz eco na estrutura educacional. Um país constituído por uma elite branca, machista e cristã que extinguiu povos indígenas¹ e suas línguas, que escravizou africanos, se sobrepôs às mulheres e se constituiu como sociedade de economia rural-extrativista e predatória construiu uma prática cultural colonial que estrutura a nossa sociedade.

Esta tese versa sobre a aprendizagem em bioquímica. Preocupa-se em conhecer a construção de conceitos bioquímicos, mas persegue o objetivo de maneira não convencional. Investigando a construção de conceitos científicos, consideramos as peculiaridades cognitivas impostas pela diversidade cultural brasileira no contexto da cidade de Salgueiro, no Sertão² de Pernambuco, na região Nordeste do Brasil. Consideramos também a escola que se revela em um estrato da colonialidade, o qual estrutura a sociedade brasileira.

Preocupar-se com a interculturalidade na escola é se debruçar em uma malha complexa que entremeia a ciência, a sociedade, a educação, a metodologia científica, os estudantes e suas culturas, os professores e suas culturas, a materialização do arcabouço cultural dos sujeitos em suas relações didático-pedagógicas e humanas. No fundo, em uma transversalidade de múltiplos sentidos, buscamos discorrer quanto a meios científicos e pedagógicos que permitiram

¹ Neste trabalho, tomamos a posição de substituir o termo “índio”, das citações diretas, pelo termo “indígena”. A substituição do termo nasce do movimento indígena brasileiro que se opõe aos significados impostos pelos colonizadores e, portanto, mantidos pela cultura colonial que ainda nos rege atribuindo aos povos originários a homogeneização das etnias, o folclorismo e a subjugação que o termo “índio” carrega. Segundo o dicionário Oxford *Languages Online* o termo indígena (adjetivo e substantivo de dois gêneros) significa “relativo a/ou população autóctone de um país ou que neste se estabeleceu anteriormente a um processo colonizador”. A exceção da substituição se deu no nome do órgão público SPI – Serviço de Proteção ao Índio que funcionou de 1910 até 1967 quando foi substituído pela Funai – fundação Nacional do Índio.

² O Sertão representa um pouco mais da metade da superfície do nordeste (850.000 km²) e está amplamente coberto pelo polígono da seca, que define as áreas susceptíveis de receber assistência em caso de seca. Nesta área, a criação de gado está associada a algumas culturas de baixa rentabilidade: algodão, milho, mandioca e arroz (ACIOLY-RÉGNIER, 1994, p. 79).

reconhecer diferentes trajetórias lançando luz ao reconhecimento educacional de diferentes grupos étnico-culturais, os quais constituem a escola.

Confrontado com as dificuldades de ensinar bioquímica em uma sala multicultural composta por estudantes indígenas, quilombolas, sertanejos e urbanos nos inquietou saber como as culturas extraescolares e escolares expressas pelos estudantes, professores e meios didático-pedagógicos digitais em diferentes perspectivas afetam a construção de conceitos em bioquímica. Elucidar esta temática requereu considerar a construção de conceitos não apenas como produto intrapessoal estudantil caracterizado pelo processo cognitivo, mas interpretá-lo a partir das relações interpessoais dos estudantes com o meio em que estão inseridos na comunidade extraescolar, inclusive com o professor e com a escola. Por isso, este trabalho também se constitui parte do campo de investigação chamado “cultura, cognição, afetividade” exigindo, assim, uma abordagem não cartesiana. Portanto, destacamos que o objetivo desta investigação é identificar e analisar os impactos culturais na construção de conceitos em bioquímica, na perspectiva da complexidade de Edgar Morin (1991, 2000, 2008).

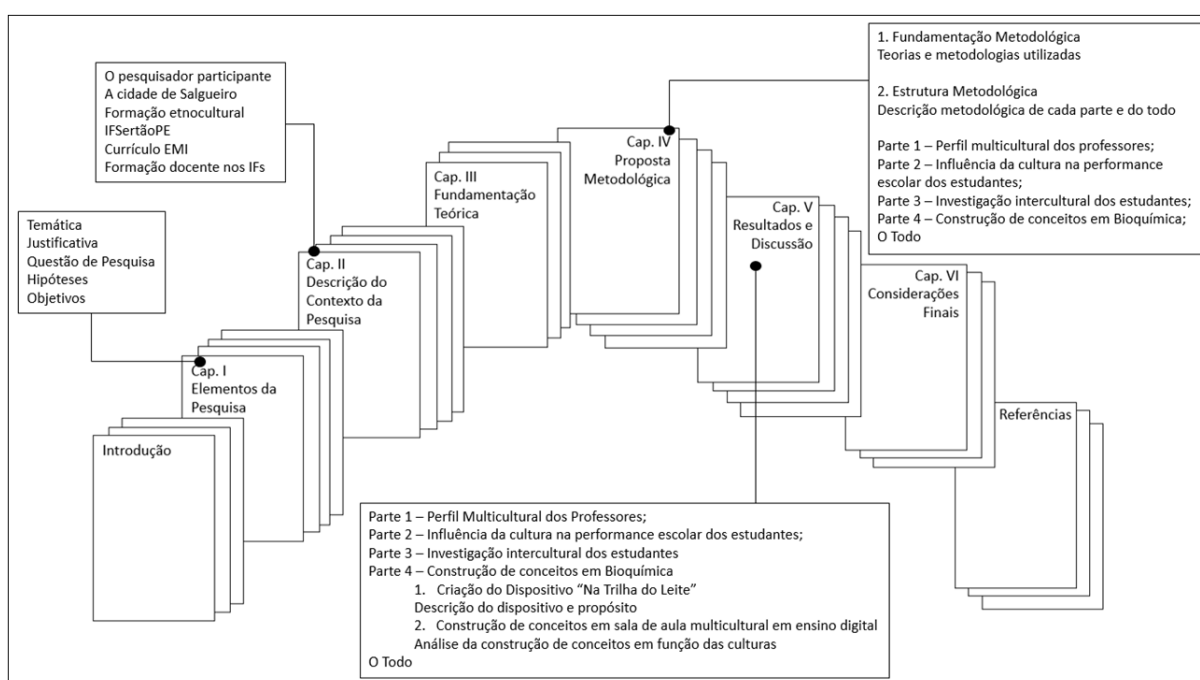
Assim, voltamos o olhar para a comunidade em uma escola de ensino médio integrado ao técnico em agropecuária, em Salgueiro, Pernambuco, Brasil. Buscamos identificar o perfil multicultural do grupo de professores, composto por vinte e nove docentes, de acordo com o multiculturalismo, na perspectiva de Candau e Moreira (2008). Da mesma forma, quisemos conhecer a influência das culturas dos estudantes sobre o desempenho escolar no período compreendido entre 2011 e 2018, assim como identificar as peculiaridades culturais estudantis em uma turma de quatorze estudantes para estruturar a intervenção pedagógica digital destinada a esse público, o que permitiu analisar os impactos de cada perspectiva sobre a construção de conceitos em bioquímica.

Neste caminho investigativo verificamos que a construção de conceitos científicos em bioquímica é uma temática bastante explorada no contexto do ensino das ciências (PINES, WEST, 1986; LUMPE, STAVER, 1995; SOUZA, ALMEIDA, 2002; MELILLÁN *et al.*, 2006; CARNEIRO-LEÃO *et al.* 2009; JÓFILI, 2010; CARNEIRO-LEÃO *et al.* 2013; COUTO *et al.* 2015; COUTO *et al.* 2016; SANTOS DE AQUINO *et al.* 2017; SÁ, 2017; BRAYNER-LOPES *et al.* 2018; SÁ *et al.* 2018; BRAYNER-LOPES *et al.* 2019; MOUL *et al.* 2019; ANDRADE-MONTEIRO *et al.* 2019). Buscando aprofundar esta área de investigação, destacamos que a originalidade da nossa proposta está em utilizar um dispositivo didático-pedagógico digital que foi concebido para considerar as variáveis culturais no âmbito do ensino remoto na perspectiva

do paradigma da complexidade, na escola supracitada. Este dispositivo educacional digital, denominado “Na Trilha do Leite”, destinou-se a conduzir os estudantes à construção de conceitos científicos mais bem estruturados, mais amplos e mais gerais, através de um cenário pedagógico, no qual o conjunto de significantes, significados e situações envolvidas visou desconstruir barreiras culturais, disciplinares e de contextos escolares e extraescolares.

Esta tese foi desenvolvida em seis capítulos. E a figura apresenta a organização estrutural da tese.

Figura 1 — Guia estrutural da tese



Fonte: autoria própria.

No Capítulo I, *Elementos da Pesquisa*, apresentamos a pesquisa e seus componentes primordiais que a configuram como pesquisa científica empírica, com os seguintes elementos: a exposição da temática, a justificativa, a questão de pesquisa e as hipóteses seguidas dos objetivos (geral e específicos). São esses elementos que nortearam a pesquisa, desde quando se constituiu como projeto, alcançando, assim, a sua materialização nesta tese de doutorado.

No Capítulo II, *Contexto da Pesquisa*, descrevemos os aspectos contextuais da pesquisa a partir dos sujeitos (pesquisador-participante), as culturas envolvidas (indígenas, quilombola, sertanejos e urbanos), o pesquisador-participante, a história da cidade de Salgueiro, do Instituto Federal do Sertão Pernambucano (IFSertãoPE), do currículo do curso de Ensino Médio

Integrado ao Técnico em Agropecuária e as peculiaridades do corpo docente dos Institutos Federais de Educação Ciência e Tecnologia.

No Capítulo III, *Fundamentação Teórica*, apresentamos os paradigmas científicos com destaque ao paradigma da complexidade, a teoria histórico-cultural de Vygotsky (1991, 1999), a teoria dos campos conceituais de Vergnaud (1990), multiculturalismo conforme Candau e Moreira (2008), a teoria de travessias de fronteiras culturais de Aikenhead (1996, 1997, 2001) e algumas considerações sobre a problemática solução do ensino remoto para o período de enfrentamento da Covid-19, de acordo com Rondini, Pedro e Duarte (2020), Hayashi, Almeida e Arakaki (2021), Santos de Aquino, Acioly-Régnier e Andrade (2021), Ribeiro, Cavalcante e Ferreira (2021), Andrade, Acioly-Régnier, Ferreira (2022).

O Capítulo IV, *Fundamentação Metodológica*, divide-se em dois tópicos: a fundamentação da metodologia e a estrutura metodológica. A fundamentação expõe o método de análise mista conforme Santos *et al.* (2017), a Análise Estatística Implicativa - ASI (ANDRADE e RÉGNIER, 2020), a investigação intercultural dos estudantes através da Tríade Investigativa Intercultural de Kidman, Yen e Abrams (2013), o Modelo das Múltiplas Perspectivas – Pernambuco (MoMuP-PE) como orientação didático metodológica (BRAYNER-LOPES, 2015; BRAYNER-LOPES *et al.*, 2018; SÁ *et al.*, 2018) para o desenvolvimento do dispositivo didático-pedagógico digital.

No Capítulo IV, Proposta Metodológica, definimos o local da pesquisa, apresentamos o registro de apreciação e juízo ético em pesquisa científica no Brasil, o desenho metodológico onde descrevemos a estrutura metodológica proposta, a descrição metodológica de cada uma das quatro partes da pesquisa e a interpretação integrada das partes para compreensão do todo conforme Edgar Morin.

- a Parte 1 trata do perfil multicultural docente, em que utilizamos a concepção de multiculturalismo de Candau e Moreira (2008) para analisar os questionários aplicados aos professores, com o objetivo de conhecer a formação acadêmica, a identidade cultural, as concepções que eles têm sobre multiculturalismo e as características do multiculturalismo na prática didático-pedagógica;
- a Parte 2 versa sobre a influência cultural na performance escolar dos estudantes. Etapa exclusivamente quantitativa, na qual aplicamos a análise estatística implicativa (ASI), para verificarmos o desempenho de estudantes em função das

culturas indígenas, quilombola, sertaneja e urbana utilizando o rendimento escolar de 2011 a 2018;

- a Parte 3 utilizamos a tríade investigativa intercultural de Kidman, Yen e Abrams (2013), com o objetivo de conhecer a relação do estudante com a escola, com a família e com a sua comunidade étnico-cultural;
- a Parte 4, apresenta duas etapas. A primeira versa sobre a criação de um dispositivo didático-pedagógico digital e a outra sobre a intervenção didático-pedagógica; e
- o Todo, que apresenta uma interpretação holística através da compreensão integrada das quatro partes.

Para a criação do dispositivo didático pedagógico nós utilizamos o Modelo das Múltiplas Perspectivas - Pernambuco - MoMuP-PE conforme Brayner-Lopes (2015), Brayner-Lopes *et al.* (2018), e Sá *et al.* (2018) nos serviu de orientação para a criação do dispositivo didático-pedagógico digital chamado “Na Trilha do Leite”, assim como no planejamento do curso. Partindo da idealização de um caso de estudo representado pela questão “O leite faz mal?”, aplicamos uma diversidade de travessias temáticas (situações que exploram o caso em diferentes perspectivas) e minicaseos (particularidades do caso), elementos que compõem o MoMuP-PE e que favorecem a flexibilidade cognitiva dos estudantes.

Foram utilizados diferentes aplicativos para constituir o dispositivo “Na Trilha do Leite”. O *Miro*®, serviu como plataforma básica à instalação de um tabuleiro pintado em aquarela com uma trilha que liga a Europa ao Brasil em 13 casas. Esta trilha direciona a sequência do curso. Outras ferramentas digitais complementares foram utilizadas, tais como *Kahoot*®, *Google Art*®, *Google Forms*®, videobooks desenvolvidos com *Wondershare Filmora*® e animações contextuais criadas com *Animaker*® além de hiperlinks disponibilizados no dispositivo permitindo o acesso aos videobooks, animações, vídeos, reportagens e textos.

Para o planejamento do curso e do dispositivo, aplicamos o multiletramento de Roxane Rojo (2017), pois não nos limitamos à modalidade textual, mas enriquecemos a proposta didática com imagens, animações, esquemas, matérias jornalísticas, exposições de quadros, dentre outros.

A segunda etapa desta Parte 4 se refere à aplicação e à análise dos dados de construção de conceitos, nas modalidades síncrona e assíncrona. Na análise da conceitualização,

elaboramos um esquema analítico que mesclou a teoria dos campos conceituais de Vergnaud (1990), os aportes interculturais de Acioly-Régner (2019), a conceitualização em bioquímica conforme Couto *et al.* (2016) e Carneiro-Leão *et al.* (2009) e a travessia de fronteiras culturais de Aikenhead (1996, 1997, 2001). O multiletramento de Rojo (2017) foi considerado nessa etapa para valorizar as habilidades estudantis na produção escolar através de texto, desenhos, esquemas conceituais, dentre outros.

A análise estatística implicativa (ASI) foi utilizada em todas as partes como suporte às análises qualitativas. Apenas na segunda parte da pesquisa, sobre a influência cultural na performance escolar dos estudantes, não foi aplicada análise qualitativa, apenas a ASI.

O Todo, se refere à interpretação complexa do objeto de pesquisa conforme Edgar Morin (2000). Nesta etapa metodológica nós utilizamos a fertilização-cruzada de Carraher (1989) para integrar as partes em prol de uma compreensão holística da construção de conceitos relacionadas aos demais fatores interculturais e educacionais investigados.

O Capítulo V, *Resultados e Discussões*, também está organizado conforme as partes e a interpretação do todo já descritas na proposta metodológica (Capítulo IV). Assim, expomos a organização paradigmática complexa em que concentramos olhares e compreensões sobre as partes considerando-as importantes perspectivas à construção de conceitos científicos.

Na Parte 1 do Capítulo V, verificamos que o grupo de professores que apresentam perfil multicultural diferencialista que, de acordo com Candau e Moreira (2008), é um nível intermediário multicultural. Os sujeitos identificam as diferenças culturais, mas não reconhecem seus aspectos históricos, buscam padronizá-las, valorizando uma falsa meritocracia e, por isso, exercem o poder da cultura dominante sobre as culturas minoritárias.

Na Parte 2 do Capítulo V, percebemos que há influência cultural no rendimento escolar dos estudantes. Estudantes quilombolas apresentam menor rendimento e implicam em evasão, os indígenas têm o segundo pior rendimento. Urbanos e sertanejos têm rendimentos mais altos. Percebe-se que a inclusão no acesso à escola não é garantida no processo escolar, em que o desempenho acadêmico é uma ferramenta de exclusão dentro da escola.

A Parte 3 do Capítulo V mostra as diferenças culturais entre os estudantes. Foi possível identificar e caracterizar as culturas extraescolares e escolares, percebendo relações entre elas a partir das realidades estudantis pautadas pela escola, pela família e pela comunidade étnico-cultural que fazem parte. A temática “leite” foi identificada como transversal a todas as culturas estudantis e a cultura escolar, de modo que a bioquímica foi trabalhada a partir dessa

identificação. O desenvolvimento do dispositivo e do curso se pautou no leite para ensinar bioquímica em uma perspectiva paradigmática complexa.

A Parte 4 do Capítulo V tratou de analisar a construção de conceitos na modalidade assíncrona, através das postagens dos estudantes nos balões do dispositivo “Na Trilha do Leite”. Os balões disponibilizam um *link* com acesso a um vídeo, matéria escrita, reportagem, exposição artística e, assim, cada balão funciona como um *blog* onde os estudantes podem fazer comentários, perguntas, interagirem entre si e com o professor. Os comentários nos balões serviram como elementos de verificação de conceitualização.

Os estudantes desenvolveram atividade assíncrona sobre fotossíntese, em que puderam escolher a produção mais confortável para explicar o fenômeno da fotossíntese. Os sertanejos, em maioria, utilizaram a poesia para explicar, outros o desenho, o texto ilustrado e esquemas conceituais.

Na modalidade síncrona, consideramos as falas dos estudantes, nos momentos de interação na aula e uma produção coletiva de construção de um esquema conceitual respondendo a problemática “O leite faz mal?”. Verificamos o desenvolvimento do pensamento complexo para fazer as relações entre diferentes campos conceituais como bioquímica do leite, bioquímica nutricional, fotossíntese, tecnologia do leite, saúde e economia.

Para finalizar o Capítulo V apresentamos uma interpretação holística dos resultados. Nesse tópico, procuramos compreender as nuances relacionais entre as partes. É claro que, para nós, tudo está intimamente imbricado e que há dificuldades e limitações em relacionar e compreender tais relações. A nossa análise é apenas um caminho interpretativo, mas necessário para buscar uma ciência cada vez mais liberta das limitações cartesianas e mais implicadas com as limitações da complexidade.

No Capítulo VI, *Considerações Finais*, expressamos nossas conclusões sobre a análise dos resultados à luz dos fundamentos teórico-metodológicos e das perspectivas futuras que este estudo possibilita. As considerações sobre os resultados reforçam os dados, os relacionam entre si na compreensão conclusiva da realidade contextual do estudo. Sobre os fundamentos teórico-metodológicos, concluímos sobre a interculturalidade, a construção de conceitos, a educação digital e a metodologia mista. O estudo apresenta perspectivas futuras de âmbito local, aplicado à escola e à região de Salgueiro, bem como à generalização para outros contextos multiculturais do Brasil e do mundo, servindo como referência para ser replicado em outros contextos.

CAPÍTULO I

ELEMENTOS DA PESQUISA

“O cientista não é a pessoa que dá as respostas certas, mas quem faz as perguntas certas”

Claude Levi-Strauss (2008)

2 APRESENTAÇÃO

Cenário: em uma sala de aula do Ensino Médio, Integrado ao Técnico em Agropecuária no Sertão de Pernambuco, um professor recifense (urbano) ensina Bioquímica Molecular a estudantes indígenas³ das etnias *Atikum* e *Truká*, quilombolas⁴ e sertanejos tradicionais (povos formados pelo sincretismo cultural entre europeus portugueses e holandeses, cristãos e judeus, indígenas e africanos, apresentando uma cultura única que revela a adaptação cultural, social e econômica à região semiárida brasileira).

Após cada aula, o docente se questiona: como se dão os processos de aprendizagem ou a conceitualização do real entre indivíduos de culturas tão diferentes? Como eles aprendem bioquímica? Qual a influência do ensino na construção dos conceitos científicos e do desempenho escolar desses indivíduos?

Tais questionamentos estiveram presentes na experiência docente que motivou a construção deste projeto de pesquisa, mas que, durante o percurso de doutoramento, passou por profundas mudanças impostas pela nova realidade⁵ que a pandemia por Covid-19 nos trouxe. Primeiro, pelo impacto direto ao funcionamento escolar, forçando que – após oito meses de pausa – a escola reaparecesse em uma nova condição de existência: ela reabriu as suas portas virtualmente. Segundo, pela mudança abrupta da cultura analógica do modelo presencial para a cultura digital do ensino remoto.

Assim, novas problemáticas surgiram: como ensinar bioquímica de maneira intercultural no modelo de ensino remoto utilizado pela escola, através de uma plataforma de videoconferência? Como promover a interculturalidade, decolonialidade pela consideração das diferentes culturas, em um ensino digital? Quais eram os reais impactos que a mudança da cultura analógica para a digital trazia somando-se às questões interculturais?

³ No Brasil existem 305 povos indígenas que falam 274 línguas distintas e ocupam territórios em todos os Estados do país (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2010); O Estado de Pernambuco apresenta a 4ª maior população indígena do país com 53.284 pessoas e 13 etnias das quais 12 que perderam o próprio idioma (SILVA, 2016).

⁴ Povos tradicionais descendentes de escravizados que fugiram do sistema escravocrata açucareiro, no litoral do nordeste do Brasil, formando diversas comunidades africanas no interior do país denominadas Quilombos. Nos quilombos puderam resistir e viver conforme a própria cultura. Dos 26 Estados e o Distrito Federal apenas o Estado do Acre não possui quilombos (CARRIL, 2017).

⁵ Neste trabalho, nós compreendemos a realidade conforme Edgar Morin (2003), isto é, a realidade não é estática e nem padronizada como a palavra singular nos sugere, mas ela é complexa, multifacetada e parte do ser humano que a apreende, conforme o seu contexto externo ambiental e sociocultural, bem como o contexto interno que considera as particularidades cognitivas e que é considerado por Morin (1991) na obra introdução ao pensamento complexo.

Inicialmente, nossas preocupações já estavam pautadas no paradigma da complexidade de Edgar Morin (1991), não queríamos, desde o início, apoiar a proposta no paradigma tradicional. A pesquisa foi desenhada em quatro partes para a compreensão de um todo possível, em uma tentativa de conhecer a realidade complexa. Assim, pautamos a investigação do perfil multicultural dos professores que atuam naquela sala de aula. Depois, buscamos conhecer a história-cultural escolar através do desempenho escolar por culturas. Em terceiro lugar, buscamos investigar as peculiaridades interculturais da sala de aula e, com tais informações, planejamos o ensino de bioquímica contextualizado, intercultural e decolonial durante o período de sindemia⁶ por Covid-19. Na última parte, investigamos como se dá o aprendizado de bioquímica sobre as influências culturais em modalidade de ensino totalmente digital.

Todo o estudo buscou articular a Teoria de Travessia de Fronteiras Culturais (AIKENHEAD, 1996, 1997 e 2001) com o Modelo das Múltiplas Perspectivas Pernambuco – MoMuP-PE (BRAYNER-LOPES et al., 2017) e a aprendizagem de bioquímica de acordo com os princípios da complexidade (ANDRÉ *et al.*, 2017; ARAÚJO *et al.*, 2017; SANTOS DE AQUINO *et al.*, 2017; BRAYNER-LOPES *et al.*, 2017) para pesquisar e compreender a aprendizagem.

Porém, nos deparamos com novos desafios que, embora tenham sido difíceis, foram por nós compreendidos como oportunidades. O método de ensino remoto reproduzia o ensino tradicional através das telas eletrônicas e usá-lo implicaria no abandono da essência de nossa pesquisa, pois não haveria inovação didática, não haveria complexidade, nem interculturalidade, tampouco decolonialidade. Esse foi o cenário de uma nova problemática que o destino nos oportunizou: *como pesquisar construção de conceitos em contexto multicultural brasileiro em um modelo de educação não-presencial que não fosse o ensino remoto?*

Com essa inquietude, utilizamos os dados da pesquisa intercultural dos estudantes e criamos um dispositivo digital através da combinação de diferentes aplicativos de comunicação e de educação, intitulado “Na Trilha do Leite”, que foi pensado e desenvolvido com base no arcabouço teórico e metodológico, partindo das culturas estudantis, agregando outras teorias como o Modelo Tripolar de Rabardel (1995), o Multiletramento (ROJO, 2017) e a Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud (1990).

⁶ Optamos por considerar a crise sanitária causada pelo novo coronavírus Covid-19 uma sindemia em vez de pandemia, uma vez que a crise se potencializou ao ser integrada às diferentes realidades globais de ordem médico-sanitária e de ordem socioeconômica. Trataremos sobre a conceituação da sindemia mais a diante.

Dessa forma, buscamos compreender a construção de conceitos através de diferentes perspectivas que auxiliam a suportar tal compreensão através das relações extra e intraescolares e que são analisadas através de metodologia mista, com a integração de métodos qualitativos e quantitativos em cada etapa de pesquisa.

2.1 Temática

Construção de conceitos científicos em sala de aula multicultural em ensino digital⁷.

2.2 Justificativa

Nossa proposta se justifica pela urgência de desenvolver pesquisas no campo educacional voltadas às diferentes culturas em contribuição ao desenvolvimento social, visando minorias étnicas e contribuindo com uma educação igualitária. Investigar a construção de conceitos científicos em um contexto multicultural possibilitará compreender diversas relações que influenciam nesse processo.

2.3 Questão de pesquisa

Como as culturas extraescolares e escolares expressas pelos estudantes, professores e meios didático-pedagógicos digitais em diferentes perspectivas afetam a construção de conceitos em bioquímica em uma sala de aula multicultural?

2.4 Hipóteses

2.4.1 Hipótese geral

A construção de conceitos em bioquímica, em uma sala de aula multicultural, sofre a influência das relações interculturais entre as culturas extraescolares e escolares expressas por estudantes, professores e meios didático-pedagógicos digitais em diferentes perspectivas.

⁷ Adotamos aqui uma nomenclatura diferente daquela que é atualmente utilizada no Brasil como Ensino Remoto, visto que nos opomos ao ensino Remoto por suas limitações no processo de ensino e aprendizagem em contexto multicultural. Trataremos de discutir esta visão no capítulo III – Referencial Teórico.

2.4.2 Hipóteses específicas

- a) a cultura do estudante influencia a construção de conceitos científicos;
- b) a cultura e a essência multicultural⁸ dos professores influenciam a construção de conceitos científicos pelos estudantes;
- c) a cultura escolar influencia a construção de conceitos através de situações, significados e significantes apropriados às culturas extraescolares.

2.5 Objetivos

2.5.1 Objetivo Geral

Identificar e analisar os impactos culturais na construção de conceitos em bioquímica em uma sala de aula multicultural, sob a utilização de um dispositivo didático-pedagógico digital, na perspectiva do paradigma da complexidade de Edgar Morin.

2.5.2 Objetivos Específicos

- a) Investigar as culturas envolvidas no contexto escolar e extraescolar de estudantes e professores em Salgueiro-PE, Brasil;
- b) Criar um dispositivo didático-pedagógico digital intercultural e decolonial baseado nos princípios do MoMuP-PE (Modelo das Múltiplas Perspectivas - Pernambuco) como alternativa metodológica para ensinar e aprender;
- c) Compreender a construção de conceitos em bioquímica em uma sala multicultural conforme seus atores (professor e estudantes), seus contextos extraescolares e seus processos relacionais no sertão de Pernambuco.

⁸ Consideramos aqui a essência multicultural como a formação multicultural dos professores que permite a sensibilidade necessária para preocupar-se com as culturas presentes em sala de aula, principalmente as culturas minoritárias como quilombolas e indígenas. A essência multicultural é por nós considerada como um fator determinante para a condição de um professor, que atue em uma sala de aula multicultural, potencializar a aprendizagem dos estudantes. Enquanto para os estudantes, a essência multicultural será construída com os colegas de diferentes culturas, mas principalmente pela mediação propositiva do professor preocupado com a interculturalidade.

CAPÍTULO II

DESCRIÇÃO DO CONTEXTO DA PESQUISA

“As pessoas e os grupos sociais têm o direito a ser iguais quando a diferença os inferioriza, e o direito a ser diferentes quando a igualdade os descaracteriza.”

Boa Ventura de Sousa Santos (1997)

3 ASPECTOS CONTEXTUAIS

3.1 O pesquisador-participante

Filho de família trabalhadora de classe média baixa, com membros familiares que estudaram até o ensino médio, tive os avós como base formativa humana em uma família miscigenada entre brancos europeus, pretos e indígenas, nascido na cidade de Recife e habitando na cidade de Camaragibe, Região Metropolitana do Recife (RMR). No estudo, eu tive o principal meio de mudança social e sei bem a importância do professor em todo esse processo. Fui o primeiro da família materna a ter um curso superior, o primeiro a obter o grau de mestre e de doutor, também por parte da família paterna.

Eu ingressei como professor de zootecnia do Instituto Federal do Sertão Pernambucano em maio de 2010. Formado em zootecnia e sem habilitação docente, que no Brasil é conferida pelo curso de Licenciatura aplicada a uma área de formação propedêutica (disciplinas da formação básica), deparei-me com uma problemática na escola: o Ensino Médio Integrado ao Técnico em Agropecuária (EMI Agro). Como era difícil atuar nesta modalidade!

Grande parte dos docentes bacharéis (não-licenciados) preferiam lecionar em modalidades de ensino mais adultas como o Técnico em Agropecuária Subsequente (para quem já tinha concluído o ensino médio) ou em cursos de nível superior. Os adolescentes nos deixavam loucos e comumente atribuíamos a eles a responsabilidade exclusiva da aprendizagem.

O incômodo que eu sentia com as turmas de ensino médio profissionalizantes me fez conversar com colegas professores licenciados das áreas de física, química, matemática, sociologia, história, música, filosofia e pedagogia. Eram momentos de desabafos que a minha formação contínua provocava. As frequentes conversas me motivaram a, após o término do mestrado em zootecnia, retornar à universidade para cursar uma licenciatura em área afim da minha formação zootecnista. Havia duas possibilidades: a licenciatura em química ou em ciências biológicas.

Em 2014, após aprovação no Enem, ingressei no curso de licenciatura em ciências biológicas da Universidade Federal Rural de Pernambuco que foi, para mim, um verdadeiro portal para outra dimensão no quesito da profissionalização docente quanto aos conhecimentos e domínios da didática aplicada à zootecnia, que é uma biologia aplicada.

Em 2015, quando em uma prova de bioquímica, eu respondi uma questão do metabolismo energético utilizando a contextualização da questão, que era um quadrinho do Garfield - o Gato, eu o desenhei em uma versão dual em que uma face olhava para um prato de salada com aspecto de enjoo e a outra almejava um prato com um galeto succulento e em sua barriga transpassava-se um ciclo bioquímico energético para explicar a bioquímica energética em função da dieta (Figura 2). Essa resposta, especificamente, me abriu outro portal: o acesso à pesquisa em ensino de ciências por convite de minha professora de Bioquímica, a qual honradamente me auxilia na construção de um percurso docente, como pesquisador em ensino desde lá, fazendo-me alcançar o doutorado.

Figura 2 — Página da resposta da prova de bioquímica com o Garfield dual



Fonte: cedido pela Professora de Bioquímica Ana Maria Carneiro Leão

Em 2016, eu fui transferido de âmbito de ensino, saí do *campus* Ouricuri, no Sertão do Araripe, para o *campus* Salgueiro, no Sertão Central pernambucano. Nessa nova região, eu me deparei com uma comunidade estudantil muito diversa. A presença de indígenas, quilombolas e sertanejos me impressionava, assim como a percepção de diferenças comportamentais, na qual os indígenas e quilombolas eram calados e mais tímidos na sala de aula e, nas primeiras avaliações escolares, revelavam também um desempenho inferior.

Além de enxergá-los diferentes não apenas culturalmente (como se o comportamento também não fosse cultural!) a percepção do mau desempenho escolar era partilhada por outros colegas. Alguns, inclusive, justificavam o resultado ruim através de estereótipos que se perpetuavam ao longo da história brasileira, como pessoas preguiçosas e não inteligentes. A licenciatura, nesse momento, já aguçava ainda mais a minha percepção pedagógica, haja vista que eu tinha o privilégio de estudar e aplicar ao mesmo tempo, dado que me licenciarei em serviço.

Durante o meu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas, defendido em 2017, eu pude fazer um estudo autobiográfico baseado na metacognição, que me fez revisitar o passado que me constituiu professor sem me impossibilitar de continuar estudante. Isso me permitiu enxergar a minha sala de aula multicultural como objeto de estudo e problemática de pesquisa para o doutorado.

Além desse breve histórico, saliento que sou homem, hétero, cristão, urbano, nordestino, mestiço de pele clara⁹ e com formação inicial nas ciências agrárias. Tais características são importantes para situar o meu lugar de fala em um contexto de pesquisa que se preocupa em romper com as amarras culturais dominantes – que também me constituem – e que impactam a sociedade e, conseqüentemente, a educação brasileira. A minha posição nesse processo é humanista e socialista, princípios precisamente contrários à atual política brasileira que é contra negros, quilombolas, indígenas, homossexuais, mulheres, sertanejos, nordestinos, pequenos agricultores, comunidades tradicionais e portadores de necessidades especiais; ou seja, uma política que é contra os meus estudantes e contra todas as práticas escolares inclusivas que me representam e enaltecem, na figura de Paulo Freire, o patrono da educação brasileira.

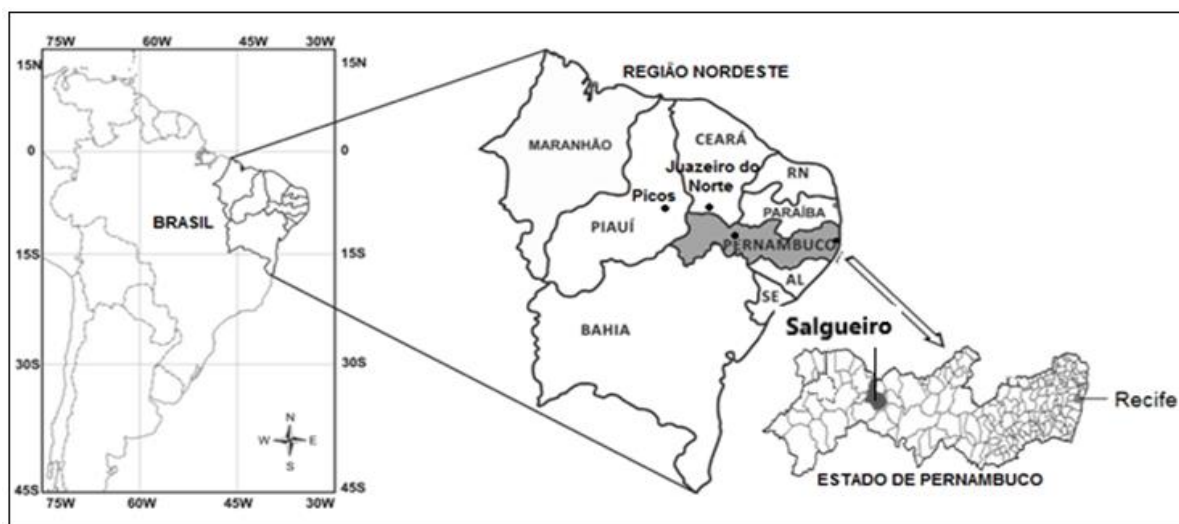
3.2 A cidade de Salgueiro-PE

O Estado de Pernambuco está localizado na região Nordeste do Brasil e abriga mais de 9,5 milhões de pessoas numa área superior a 98 mil km², disposta do litoral ao sertão (região semiárida no interior do estado), no sentido leste a oeste. Essa geografia, aliada ao processo histórico nacional, desde a ocupação portuguesa, impôs mudanças geográficas e culturais.

⁹ Pardo por ser filho de pai branco e mãe negra, também por não me enxergar branco nem preto. A mestiçagem no Brasil é um limbo de difícil definição por se basear na cor da pele. Isso representa a minha inquietude sobre a minha definição racial e que pode ser traduzido pela reportagem da Folha de São Paulo em 30 de julho de 2021: <<https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2021/07/nao-e-facil-definir-sua-raca-e-cor-dentro-de-tantas-misturas-diz-leitora.shtml>>

Tais diferenças socioculturais podem ser percebidas no município de Salgueiro (Mapa 1). A cidade que abriga um *campus* do Instituto Federal do Sertão Pernambucano¹⁰ localiza-se no semiárido nordestino, na mesorregião Sertão e na Microrregião Médio Capibaribe do Estado de Pernambuco. Limita-se ao norte com o Estado do Ceará, ao sul com Belém do São Francisco, ao leste com Verdejante, Mirandiba e Carnaubeira Penha, e a oeste com Cabrobó, Terra Nova, Serrita e Cedro (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais [CPRM], 2005).

Mapa 1 —Localização de Salgueiro, Pernambuco, Brasil (8°04'27"W, 39°07'09"S)



Fonte: adaptado de Alves *et al.*, 2008

Para compreensão do contexto social, é preciso conhecer um pouco acerca da história de Salgueiro. Esta se iniciou, segundo a ótica colonizadora, com a exploração agropecuária, primeiramente a bovinocultura, a caprino-ovinocultura e a produção de algodão, nascendo a partir de fazendas instaladas ainda no século XVII. Todavia, antes da chegada e interiorização dos portugueses, já se encontravam diversas etnias indígenas que ali faziam a sua história.

Politicamente, a cidade teve grande influência da igreja católica e do coronelismo¹¹, pois os primeiros agentes públicos e políticos foram padres e coronéis militares que geriam o município com o poder católico e militar. Em contrapartida, a base social foi constituída por indígenas, negros, mestiços e povos de origem europeia cristãos-judaicos (que detinham maior poder econômico e social).

¹⁰ O Instituto Federal do Sertão Pernambucano será apresentado no tópico 1.4, a seguir.

¹¹ Sousa (1995) aponta três fatores à origem do sistema de domínio político coronelista: 1) a propriedade da terra, 2) as milícias particulares e 3) o domínio político-militar.

Os indígenas da região descendiam dos *Kariris*: povos nômades que habitavam, desde o sul do Ceará ao norte da Bahia, nos limites do Rio São Francisco e também do Piauí ao centro-oeste de Pernambuco e oeste paraibano (SILVA e LEVY, 2017). Essa região foi ainda reduto da formação de quilombos, compostos por africanos que fugiram da exploração escravocrata canavieira instalada no litoral, dando origem, dentre outros, ao quilombo de Conceição das Crioulas entre os limites de Salgueiro com a cidade de Carnaubeira da Penha.

Atualmente, Salgueiro apresenta aptidão logística, pois dista quase equitativamente das principais capitais da região Nordeste, sendo considerada a encruzilhada nordestina entre as capitais Teresina - PI e Recife - PE, de leste a oeste, e entre Fortaleza - CE e Salvador - BA, de norte a sul. Este fato contribuiu para atrair investimentos, a saber: a ferrovia Transnordestina¹², a Transposição do Rio São Francisco¹³, o Instituto Federal do Sertão Pernambucano (IF Sertão-PE) e a Universidade Vale do São Francisco (Univasf).

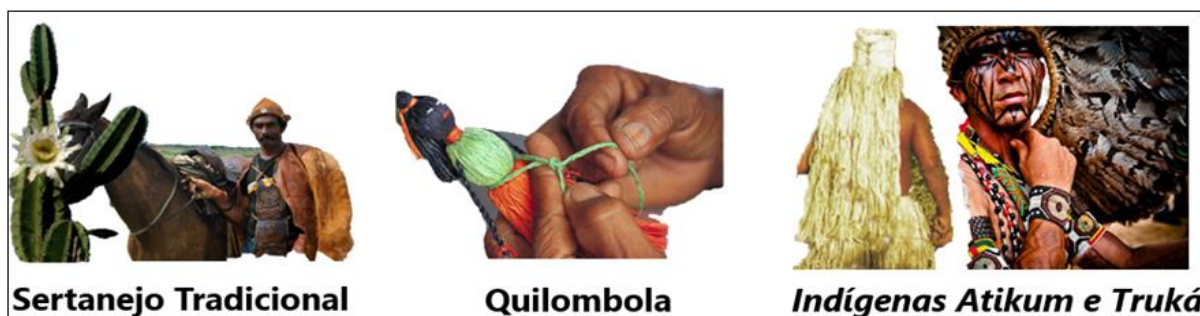
Os arranjos produtivos locais (APL) atendem principalmente a agropecuária, como resultado da construção histórica, além da caprino-ovinocultura de corte; apicultura para produção de mel; produções agrícolas de cebola, melancia, melão, feijão e fava que atendem aos sistemas tradicionais, agroecológicos, familiar e de subsistência. De acordo com o Censo 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Salgueiro tem uma população de 59.769 pessoas, sendo 81% urbanas e 19% habitantes de zona rural.

Quanto ao contexto escolar a cidade de Salgueiro conta com 86 escolas, sendo 48 municipais (ensino fundamental), 21 estaduais (ensino médio), 16 particulares (ensino fundamental e ensino médio) e 1 federal (ensino médio profissionalizante) que é o Instituto Federal do Sertão Pernambucano *campus* Salgueiro. Dessas escolas, 44 são rurais, sendo 33 municipais, 10 estaduais e 1 federal. Entre as escolas rurais estaduais, conta com uma escola quilombola e duas escolas indígenas no Território Indígena *Atikum* (PORTAL QEDU, 2018). No Instituto Federal do Sertão Pernambucano, *campus* Salgueiro, encontram-se estudantes quilombolas, sertanejos tradicionais e indígenas *Atikum* e *Truká* (Figura 3).

¹² Via férrea que interliga o interior da região Nordeste do Brasil com os principais portos nordestinos como o Porto de Pecém no estado do Ceará e o Porto de Suape em Pernambuco.

¹³ O Rio São Francisco é o segundo maior rio do país que corta a região semiárida do Nordeste brasileiro, o projeto de transposição visa distribuir águas da bacia hidrográfica do Rio São Francisco através de canais para combate à seca da região.

Figura 3 — Representações culturais do contexto escolar do IFSertãoPE, *campus* Salgueiro



Fonte: autoria própria. Construída com o Paint 3D® a partir de imagens disponíveis na Internet

Apresentadas a localização e as características gerais da região, abordaremos, adiante, discussões sobre os povos e culturas consideradas neste trabalho, além de alguns aspectos acerca da formação sincrética sociocultural da população nordestina, em contexto aplicado à região de Salgueiro. Ainda versaremos sobre o Instituto Federal do Sertão Pernambucano, especialmente o *campus* Salgueiro, para situarmos a natureza escolar dessa instituição. Em seguida, apresentaremos o quadro teórico de nossa proposta de pesquisa.

3.3 A formação étnico-cultural

3.3.1 *Indígena Truká*

O Povo Indígena *Truká* está assentado¹⁴ no município pernambucano de Cabrobó, na área que compreende a chamada Ilha Grande (Ilha de Assunção), além de ilhas e ilhotas que compõem o chamado Arquipélago de Assunção no baixo Rio São Francisco (BATISTA, 2004). Os indígenas *Truká* contam com uma população de 6.065 pessoas (VIEIRA, OLIVEIRA e NEVES, 2013), ocupando um Território Indígena de 5.769 hectares (ha) de caatinga, na margem esquerda do Rio São Francisco, declarada desde 1993 e sendo oficialmente reconhecida com a delimitação em 2002 com 5.769 ha. Por se encontrar em uma região de arquipélagos fluviais do principal rio do nordeste, que atravessa a região semiárida do Brasil, as demarcações e o reconhecimento territorial indígena não foram pacíficas e, atualmente, revelam tensões com setores da agricultura irrigada.

¹⁴ Conforme o Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa Michaelis online a palavra “assentado” é um adjetivo que significa “estabelecido sobre”. Historicamente a região do arquipélago fluvial de Assunção em Cabrobó é o local de estabelecimento dos indígenas *Truká*. (<https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/assentado/>).

No que diz respeito ao estilo de vida, o portal Indígenas do Brasil¹⁵ descreve que os *Trukás* vivem na Ilha de Assunção de subsistência, através do tradicional cultivo de arroz, mandioca e milho, da pesca e, atualmente, da produção de tomate, melancia, melão, cebola, coco, manga e goiaba, além da criação de caprinos e ovinos, ainda que muitos indígenas trabalhem na zona urbana da cidade de Cabrobó.

Devido à importância referencial da cidade de Salgueiro na região do Sertão Central pernambucano, muitos indígenas *Trukás* são atraídos para a cidade em busca de trabalho e serviços essenciais na área de saúde e educação, como é o caso dos estudantes do IFSertãoPE de Salgueiro que se deslocam em mais de 60 km diariamente de Cabrobó para Salgueiro.

3.3.2 Indígena Atikum

Segundo o Portal Povos Indígenas no Brasil (2018), a etnia *Atikum* foi oficialmente reconhecida na década de 1940, quando integrantes desta comunidade indígena – sob a orientação dos indígenas *Tuxá* de Rodelas-BA – buscaram apoio de demarcação das terras indígenas *Truká* junto ao Serviço de Proteção aos Índios (SPI) em Recife. O primeiro nome étnico foi *Atikum* ou *Aratikum*, devido a um provável grupo que se mesclou com o grupo étnico *Umãs*, oriundos do município de Floresta-PE. No processo histórico-social de destruição, também do patrimônio linguístico, eles perderam o próprio idioma que foi completamente substituído pelo Português.

O território *Atikum* atualmente abrange territórios limítrofes de Salgueiro, Carnaubeira da Penha e de Floresta no estado de Pernambuco. Os indígenas do sertão pernambucano são descendentes de nômades da etnia *Kariri* que habitavam o sul do Ceará, o oeste de Pernambuco e da Paraíba, o leste do Piauí e o norte da Bahia.

3.3.3 Quilombola

Segundo Carvalho (2016), a Comunidade Quilombola de Conceição das Crioulas tem mais de 200 anos de história, sendo fundada por seis “crioulas” que chegaram livres à região entre fins do século XVIII e início do século XIX. Arrendaram uma área de 3 léguas em quadra que foi paga por meio do trabalho na lavoura e na fiação de algodão, até que adquiriram as escrituras das terras em 1802.

¹⁵ Portal Indígenas do Brasil: https://pib.socioambiental.org/pt/P%C3%A1gina_principal

A comunidade recebeu o primeiro título de suas terras por meio da Fundação Cultural Palmares em 2000; mas, como os ocupantes não-quilombolas não foram retirados, outro processo foi aberto no Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) em 2004, reivindicando um território de 16.865 ha em que parte foi conquistado com a desapropriação de oito fazendas no interior do território quilombola.

3.3.4 Sertanejo Tradicional

O Nordeste brasileiro pode ser dividido, didaticamente, em dois espaços distintos: a zona litorânea (com economia à base de cana-de-açúcar e seus engenhos) e o agreste e as caatingas, onde se desenvolveu uma economia pastoril associada, originalmente, à produção açucareira, como fornecedora de carne, de couros e bois de serviço, sendo sempre pobre e dependente, conforme descrito por Darcy Ribeiro (1995).

De acordo com a Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco (CONDEPE/FIDEM, 2011), em 1955, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) estimulou a divisão geopolítica¹⁶ do território brasileiro a partir dos Estados, visto que julgava insuficiente para caracterizar as regiões nacionais e isso estimulou a divisão territorial no estado de Pernambuco, passando a reconhecer as mesorregiões Região Metropolitana do Recife, Zona da Mata, Agreste e Sertão, sendo estas ainda subdivididas em dez microrregiões agrupadas em Regiões de Desenvolvimento (RD) vinculadas às potencialidades econômicas e estabelecidas oficialmente em 1999.

Miranda e Souza (2014) afirmam que o semiárido¹⁷ se constituiu de grandes latifúndios, começando pela pecuária e estendendo-se, até o século XX, com as grandes plantações de algodão em que o rádio teve grande importância na comunicação local. A cultura se moldou em prol do desenvolvimento do lazer na vida rural, a exemplo da vaquejada associada aos ritmos locais, das festividades religiosas como o São João e do letramento e comunicação periférica, a exemplo da literatura de cordel.

¹⁶ A divisão territorial considerou as características naturais (clima, vegetação, divisão política a partir da territorialidade dos municípios e econômica conforme a particularidade dos arranjos produtivos locais).

¹⁷ O semiárido nordestino é uma região caracterizada por baixo índice de chuvas com distribuição irregular; o bioma predominante é a Caatinga (do tupi guarani, mata branca; no período seco perdem-se as folhas, deixando a mostra coloração branca ou cinza referente aos troncos e galhos), formada por espécies arbustiva e arbóreas espinhosas e por cactos e bromeliáceas resistentes à seca. A colonização na região se deu por meio da produção pecuária.

De maneira geral, compreende-se a palavra sertão como sinônimo de interior territorial, quando os colonos europeus, após a exploração da região litorânea, partiram à exploração do sertão brasileiro conforme o dicionário do folclore brasileiro de Câmara Cascudo (2002). De forma mais precisa, Teixeira (2016), ao citar Ângelo Carrara (1997), definiu sertão como aquela região pouco povoada e perigosa habitada exclusivamente por indígenas. Entretanto, também pode ser referenciada a um território definido pelo Instituto de Geografia e Estatística (IBGE) como subárea nordestina, árida e pobre, situada ao oeste do Agreste e da Zona da Mata, sendo consideradas sertanejas as pessoas que habitam tal região. Embora a cultura sertaneja esteja presente a partir do agreste denominação geopolítica mais recente e que antes se considerava sertão.

Compreende-se aqui o sertanejo tradicional como aquele natural do semiárido, que apresenta cultura rural lidando com agropecuária, que vive expressões culturais características como a vaquejada¹⁸, em que a poesia se revela por aboio¹⁹, literatura de cordel²⁰ e o repente²¹, conseqüentemente, o forró²² e as vestes de couro, o vocabulário e sotaque que lhe pertence.

3.3.5 Mestiçagem e o sincretismo na formação do povo sertanejo

A região nordeste sofreu intenso processo de mestiçagem em sua formação social e cultural. Primeiro com os portugueses católicos e seus cristãos-novos (judeus convertidos ao cristianismo que vieram à administração da colônia e dos engenhos), com os indígenas que tiveram, em alguns casos, proteção da igreja católica (jesuítas) e, em seguida, com os africanos escravizados (SILVA, 2007).

¹⁸ Vaquejada é uma modalidade esportiva que nasceu na pecuária bovina no semiárido nordestino, caracterizado pelo bioma caatinga formado por vegetação xerófila, caducifolia (perde as folhas no período seco). Consiste em derrubar o boi numa determinada área da pista entre faixas. O esporte nasceu da captura de bovinos que se perdiam do rebanho na mata de caatinga, onde os fazendeiros pagavam prêmios aos vaqueiros que recuperassem o animal que podia morrer de fome e sede ou atacado por onça.

¹⁹ Aboio é uma prática de canto poético que descende do trovadorismo português originário da influência moura na península Ibérica. É uma maneira de fazer poesia e conduzir o rebanho.

²⁰ Literatura de cordel é uma prática literária que une a poesia nordestina escrita em livretos e ilustrada por xilogravura; recebe esse nome porque é comercializada através da exposição das obras que ficam penduradas em barbantes, chamados no sertão nordestino de cordéis. Essa modalidade foi a principal forma de letramento do pobre nordestino.

²¹ Modalidade artística que une o canto, o violão ou pandeiro, o aboio e a criatividade para compor canções no improviso ou “de repente” sobre qualquer temática.

²² Forró é uma modalidade rítmica nordestina que une essencialmente a sanfona de 8 baixos ou acordeão, zabumba (tipo de tambor) e o triângulo (percussão metálica em forma triangular).

No século XVI, com o domínio holandês em Pernambuco (1624 a 1654), o processo de heterose genética do povo aumentou muito devido às liberdades conferidas aos oprimidos pelos portugueses (indígenas, negros e judeus) e pela liberação de casamentos entre os diferentes povos (GESTEIRA, 2004).

Toda essa miscigenação trouxe uma riqueza cultural sincrética ao sertanejo, percebida nas crenças religiosas em que se misturam o catolicismo, a religião de matriz africana²³ e o catimbó²⁴ indígena²⁵; o conhecimento da farmácia popular que integra o uso de fito e zooterápicos; a arte que mescla o popular de diversas matrizes com a arte sacra e o uso de instrumentos musicais populares como o maracá e o chocalho indígenas, o bombo africano feito com pele animal e a incorporação de instrumentos eruditos europeus (sanfona de sete baixos, o acordeom e o violão) característicos na formação do forró, xaxado, baião e do xote (MORAES, 2013).

As vestimentas de couro dos vaqueiros e o aboio como forma de poesia são descendentes do Trovadorismo português usada para a comunicação com os animais no toque do rebanho entre as áreas de pasto (MEDEIROS, 2014). O sincretismo sociocultural do sertanejo é, sobretudo, um exemplo de travessia de fronteiras culturais como apresentadas por Aikenhead (1996, 1997, 2001).

3.4 Instituto Federal do Sertão Pernambucano

Os Institutos Federais "são instituições de educação superior, básica e profissional, pluricurriculares e *multicampi*, especializados na oferta de educação profissional e tecnológica nas diferentes modalidades de ensino", criados pelo Governo Federal para implementar uma política educacional de qualificação e formação de profissionais (Lei 11.892/2008, art. 2º) (BRASIL, 2008).

Historicamente, a instituição de ensino é resultado da evolução do ensino profissionalizante que começou em 1909 com as Escolas de Aprendizes Artífices ou Liceus de Artes e Ofícios que objetivavam a formação de mão-de-obra especializada em trabalhos no

²³ Religiões de matriz africana reúnem a religiosidade afrodescendente no Brasil como o candomblé e a umbanda.

²⁴ Segundo Plöger (2022, p. 24 e 25), etimologicamente, a palavra *catimbó* é de origem indígena, mas o seu significado exato não é consensual, sendo referido ao cachimbo usado para fumar ervas sagradas para purificação e cura das pessoas onde o prefixo *caa* significa madeira ou floresta e *timbó* fumaça ou labaredas/chama sendo citado pelo autor como base da nomenclatura da crença catimbó.

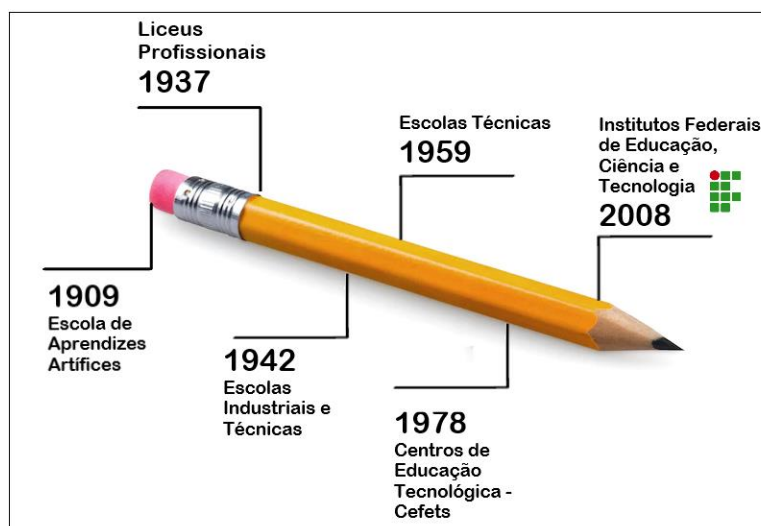
²⁵ O catimbó é uma das crenças religiosas indígenas que atribui poder espiritual e de cura as plantas nativas do Brasil como a jurema.

campo, na marcenaria e construção civil (PACHECO, PEREIRA, SOBRINHO, 2009). Em 1942, foi instituído por decreto-lei as “leis orgânicas da educação nacional” para o ensino secundário, o ensino industrial, o ensino comercial, o ensino primário, o ensino normal e o ensino agrícola, em que o ensino técnico profissionalizante era destinado aos pobres (PACHECO, PEREIRA, SOBRINHO, 2009). Cunha (2000) aponta que os investimentos realizados nas Escolas Técnicas Federais e Agrotécnicas Federais as tornaram pontes de acesso ao ensino superior nas Universidades Federais brasileiras.

Na década de 1960, houve o surgimento dos cursos superiores de curta duração, chamados tecnólogos que objetivavam uma formação profissionalizante especializada nas Escolas Técnicas Federais. Em 1978, Zibas (2006) apontou como o início a outra reforma da educação profissionalizante e tecnológica com a criação dos Centros Federais de Educação Tecnológica (Cefets) com o intuito de difundir a formação superior tecnológica, com incentivo à pesquisa científica aplicada às áreas de tecnologia.

Após o estabelecimento dos Cefets, a educação profissionalizante continuou a ser discutida e reformada estruturalmente, mas é só em 2008 que é proposto um novo modelo educacional federal que abrange a verticalização do ensino de maneira ampla. Esse modelo foi pensado a partir da oferta do Ensino Médio Integrado para cursos técnicos profissionalizantes de nível médio, cursos superiores não restritos apenas aos tecnólogos de curta duração, mas ampliando-se aos cursos de bacharelado e de licenciatura, além da oferta de cursos de pós-graduação *latu sensu* (especializações) e *stricto sensu* (mestrado e doutorado). A Figura 4 apresenta um resumo da evolução temporal da educação profissionalizante brasileira.

Figura 4 — História da Educação Profissionalizante brasileira



Fonte: adaptada de Brasil (2010)

Nessa evolução histórica, o Instituto Federal do Sertão Pernambucano foi criado em 2008 a partir do CEFET-PE Petrolina e da Escola Agrotécnica Federal de Petrolina, pautado no Projeto de Lei 3.775/2008. Na ocasião, o Estado de Pernambuco contou com a criação de dois Institutos Federais. Além do IFSertãoPE, foi criado o Instituto Federal Pernambuco (IFPE) com sede em Recife.

Atualmente, o IF do Sertão Pernambucano (IFSertãoPE) conta com sete *campi* distribuídos no Sertão de Pernambuco, sendo quatro unidades na mesorregião do Sertão do São Francisco: reitoria e duas unidades em Petrolina (*campus* Petrolina – antigo CEFET-PE e o *campus* Petrolina Zona Rural – antiga Escola Agrotécnica Federal de Petrolina), *campus* Santa Maria da Boa Vista, criado em 2014, e o *campus* Floresta, criado em 2008; uma no Sertão Central e outra no Araripe: *campi* Salgueiro e Ouricuri implantados em 2010; e uma no Sertão do Pajeú: *campus* Serra Talhada, criado em 2014.

O *campus* Salgueiro está localizado às margens da BR 232 no quilômetro 515 da Zona Rural da cidade de Salgueiro-PE e foi classificada como Escola Rural em 2017 pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC) (Portaria do Ministério da Educação nº. 246 de 15 de abril de 2016) (BRASIL, 2016). A Fotografia 1 mostra a cultura indígena *Truká* dentre os estudantes.

Fotografia 1 — Estudantes *Truká* dançando o toré no IFSertãoPE, *campus* Salgueiro durante a Semana dos Povos Indígenas em 2017



Fonte: <https://www.ifsertao-pe.edu.br/index.php/campus/salgueiro/5615-balancoevento>

3.5 Os Institutos Federais e o currículo profissionalizante no EMI

O EMI é a modalidade educativa de maior importância aos Institutos Federais que são obrigados a garantir a oferta mínima de 50% de suas vagas a esta modalidade conforme o art. 8º da Lei 11.892/2008 (BRASIL, 2008). A lei 11.892/2008 que criou os Institutos Federais provocou uma revisão da LDBEN/1996, na qual, por meio do Conselho Nacional de Educação (CNE), especificamente através da Câmara de Educação Básica (CEB), iniciou a revisão das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional Técnica de Nível Médio (DCNEPTNM) para adequação às novas demandas e necessidades, a partir da criação dos Institutos Federais e consequente essência do ensino profissionalizante. As novas diretrizes da educação profissional técnica e de nível médio foram publicadas em 20 de setembro de 2012, através da Resolução CNE/CEB nº. 06. Melo (2018) que sintetizou as bases legais que normatizam a Educação Profissional de Nível Médio, apresentadas no Quadro 1, a seguir:

Quadro 1 — Bases legais normatizadoras da Educação Profissional de Nível Médio

(continua)

DISPOSITIVO LEGAL	O QUE PRETENDE	O QUE FAZ	CONSEQUÊNCIAS
LDBEN nº. 9394/96 (BRASIL, 1996)	Propor um novo contexto normativo para a educação brasileira	Art. 35: inclusão do Ensino Médio como etapa da educação básica. Art. 39: Educação Profissional como Modalidade de Ensino.	Educação profissional como algo paralelo ou apêndice à formação integral da pessoa.
Decreto nº. 2.208/97 (Brasil, 1997)	Regulamentar o § 2º do art. 36 e os arts. 39 e 41 da Lei nº. 9.394/96	Art. 5º: a educação profissional de nível técnico, independente do ensino médio e oferecida de forma concomitante ou sequencial.	Reforço e manutenção da dualidade da educação básica brasileira.
Decreto nº. 5.154/2004 (Brasil, 2004)	Revogar o Decreto nº. 2.208/97 e regulamentar o § 2º do art. 36 e os arts. 39 e 41 da Lei nº. 9.394/96	Art. 4º, § 1º: a educação profissional passa a ser desenvolvida nas formas integrada, concomitante e subsequente.	Estabelece a integração curricular como um princípio de organização do currículo. Tentativa de superação da dualidade.
Lei nº. 11.741/2008 (Brasil, 2008)	Alterar a LDBEN do art. 36-A ao 42.	Redimensiona e integra as ações da educação profissional técnica de nível	Reinserção do Ensino Técnico na Educação Básica. Fortalecimento da necessidade de integração do currículo

		médio, da educação de jovens e adultos e da educação profissional e tecnológica à LDBEN.	e superação da dualidade.
Parecer CNE/CEB nº. 11/2012 e Resolução CNE/CEB nº. 06/2012 (Brasil, 2012)	Definir Diretrizes Curriculares para a Educação Profissional Técnica de Nível Médio (EPTNM)	Estabelece princípios normativos para a EPTNM. Pretende configurar os conceitos de trabalho, ciência, tecnologia e cultura como dimensões indissociáveis da formação humana e do trabalho pedagógico.	Reforça em muitos aspectos, as bases conceituais da Educação Profissional dos anos 1990.
Medida Provisória (MP) nº. 746/2016 e Lei nº. 13.415/2017	Alterou o artigo 61 da LDBEN nº. 9.394/96	Inclui uma categoria profissional “notório saber” para atuar na educação básica do Novo Ensino Médio e o profissionalizante (EMI).	Desobriga as instituições de ensino médio e profissionalizantes de ofertarem capacitação pedagógica aos docentes bacharéis.

Fonte: adaptado de Melo (2018, p. 60)

Nas diretrizes da “Educação Profissional Técnica de Nível Médio Integrada ao Ensino Médio” (BRASIL, 2007), o capítulo Concepções e Princípios apresenta as categorias sobre as quais se ergue o Ensino Médio Integrado (EMI): (1) formação humana integral; (2) trabalho, ciência, tecnologia e cultura como categorias indissociáveis da formação humana; (3) trabalho como princípio educativo; (4) pesquisa como princípio educativo; (5) relação parte totalidade na proposta curricular. Porém, embora apresente princípios estruturantes e preocupações educativas, o documento não trata do currículo integrado entre as duas modalidades formativas: ensino médio e profissionalizante. Tal documento apresenta orientações quanto à preocupação à integralidade entre as partes curriculares com o todo, como explícito no artigo 7º “não devem constituir blocos distintos, mas um todo integrado” e que deve estar conectado à realidade regional quando orienta a “considerar a diversidade e as características locais e especificidades regionais”.

No artigo 13 são apresentados os fundamentos no planejamento do currículo quanto aos conhecimentos, componentes, metodologias, tempos, espaços, havendo a preocupação com: “I) as dimensões do trabalho, da ciência, da tecnologia e da cultura como eixo integrador [...] III) a pesquisa como princípio pedagógico [...] IV) os direitos humanos... (BRASIL, CNE/CEB, 2012, p. 60²⁶).

Em seu artigo 14 são apresentados os princípios educativos que deverão ser proporcionados aos estudantes, a saber:

I — diálogo com diversos campos do trabalho, da ciência, da tecnologia e da cultura como referências fundamentais de sua formação;

II — elementos para compreender e discutir as relações sociais de produção e de trabalho, bem como as especificidades históricas nas sociedades contemporâneas;

III — recursos para exercer sua profissão com competência, idoneidade intelectual e tecnológica, autonomia e responsabilidade, orientados por princípios éticos, estéticos e políticos, bem como compromissos com a construção de uma sociedade democrática;

IV — domínio intelectual das tecnologias pertinentes ao eixo tecnológico do curso, de modo a permitir progressivo desenvolvimento profissional e capacidade de construir novos conhecimentos e desenvolver novas competências profissionais com autonomia intelectual;

V — instrumentais de cada habilitação, por meio da vivência de diferentes situações práticas de estudo e de trabalho;

VI — fundamentos de empreendedorismo, cooperativismo, tecnologia da informação, legislação trabalhista, ética profissional, gestão ambiental, segurança do trabalho, gestão da inovação e iniciação científica, gestão de pessoas e gestão da qualidade social e ambiental do trabalho. (BRASIL, 2012, p. 61, grifo nosso).

A citação do trecho das diretrizes que apresenta o currículo de maneira holística, sem, entretanto, orientar efetivamente o currículo, traz no inciso “**I a integração entre os campos de trabalho, da ciência, da tecnologia e da cultura**” sendo por nós destacado por representar princípios de inter e transdisciplinaridade, interculturalidade e decolonialidade que são estruturantes caros para nós em uma sala de aula de EMI, formada por estudantes indígenas, quilombolas e sertanejos.

²⁶ Nossos grifos retratam orientações curriculares que são consideradas na última etapa desta pesquisa com o desenvolvimento do dispositivo digital de ensino “Na Trilha do Leite” e sua consequente aplicação, que integra ciência, cultura e direitos humanos, especificamente, pela consideração das culturas comumente marginalizadas na sociedade brasileira que são os povos pretos e quilombolas e os indígenas.

Após uma abordagem curricular ao nível da legislação nacional, especificamos o currículo ao contexto do EMI Técnico em Agropecuária (EMI Agro) do IFSertãoPE *campus* Salgueiro. O Projeto e Plano de Curso (PPC) é o documento que estrutura e confere a essência de um curso na educação formal brasileira. Neste documento estão dispostos a apresentação do curso, a justificativa de sua oferta, princípios educativos didático-pedagógicos, programa disciplinar detalhado, funcionamento, referenciais teóricos, entre outros.

No *campus* Salgueiro, onde o EMI Agro iniciou em 2011, o PPC passou pela primeira reformulação entre 2017 e 2019 quando foi aprovado e publicado no Diário Oficial da União, em 27 de dezembro de 2019, através da Resolução nº. 53²⁷ do Conselho Superior do IFSertãoPE.

O documento institucional PPC do EMI Técnico em Agropecuária explica no item 4.5 a matriz curricular e a funcionalidade do curso, além de revelar o tempo regular de três anos²⁸, no qual cada ano letivo é composto de dois módulos; assim sendo, o curso é constituído por seis módulos no total. Os módulos são formados por dois núcleos disciplinares distintos que devem ser integrados: o núcleo básico, que corresponde às disciplinas propedêuticas, aquelas vinculadas à formação humana regida pela Base Nacional Curricular Comum (BNCC); e pelo núcleo tecnológico, compreendido pelas disciplinas do currículo profissionalizante em agropecuária que são formadas por áreas das ciências agrárias, tais como agronomia e zootecnia, agronegócio, extensão rural e outras tecnologias.

As aulas são distribuídas em turnos diários (matutino ou vespertino), de segunda a sexta-feira, sendo um dia da semana de formação em tempo integral (aulas pela manhã e à tarde). Há previsão de ensino presencial e EAD, desde que este último esteja previsto no Plano Disciplinar. Ao todo, 42 disciplinas obrigatórias compõem o programa de curso, sendo 15 delas do núcleo básico e 17 do núcleo tecnológico. O núcleo tecnológico prevê, ainda, a oferta de seis disciplinas optativas. O EMI Agro contabiliza 4.320 horas/aula, das quais 2.720 horas/aula (62,9%) pertencem à formação do núcleo básico, enquanto o núcleo tecnológico possui 1.600 horas/aula (37,1%).

²⁷ O documento está disponível no site oficial do IFSertãoPE: <<https://www.ifsertao-pe.edu.br/images/Consup/2019/Resolu%20n%2053-mesclado.pdf>>

²⁸ Mudança importante e necessária no PPC do Ensino Médio Integrado ao Técnico em agropecuária para viabilizar a permanência dos estudantes na escola - a duração anterior era de 4 anos, realidade em que se aplicou essa pesquisa, particularmente à uma turma do 4º Ano.

Apresentadas as características e funcionamento do curso, preocupamo-nos em analisar qualitativamente como que o PPC é posto frente à multiculturalidade que constitui o *campus* Salgueiro. Em uma rápida pesquisa²⁹ no documento em PDF sobre o termo “cultura”, verificamos 23 aparições, assim como o termo “indígena” que aparece 2 vezes, a palavra “quilombo” apenas uma vez, e “África” contabilizada quatro vezes no texto. As ocorrências são classificadas e descritas no

Quadro 2, a seguir:

Quadro 2 — Ocorrência dos termos cultura, indígena, quilombo, África, raça³⁰, racismo, etnia, religião de matriz africana e povo negro no PPC do EMI Agro

TERMO	OCORRÊNCIA	LOCALIZAÇÃO	DISCIPLINA
Cultura	1	Estrutura organizacional	Pró-reitoria de Extensão e Cultura
	8	Regimentos básicos	Justificativa Objetivos Habilidades
	9	Disciplinar	Ciências Humanas (História, Sociologia, Filosofia)
	4	Disciplinar	Linguagens (Português, Libras e Espanhol)
	1	Disciplinar	Educação Física
Indígena	2	Disciplinar	Sociologia e Português
Quilombo	1	Disciplinar	Sociologia
África	4	Disciplinar	Sociologia, Português, História
“Raça”, “racismo”, “etnia”, “religião de matriz africana” e “povo negro”	1	Disciplinar	Sociologia

Fonte: autoria própria

²⁹ Utilizando o dispositivo de pesquisar no arquivo em PDF através do acionamento pelas teclas Control + F ou pelo campo simbolizado pela lupa na barra de ferramentas do Adobe Acrobat Reader DC 64 bit®.

³⁰ O termo raça, adotado neste trabalho, segue a compreensão de Santiago, Akkari e Marques (2013, p. 119), de que ele não se refere à diferença biológica da espécie humana, visto que não há diferença entre nós, mas o termo, por ser carregado da dimensão histórica e cultural denota um sentido político construído a partir da análise do tipo de racismo que existe no contexto brasileiro.

Observamos que os termos e os seus conceitos são tratados, exclusivamente, por disciplinas de humanidades, particularmente em História, Sociologia e Filosofia que tratam da cultura em sua essência diversa no Brasil, isto é, enquanto constituinte e formadora de uma cultura nacional diversa, problematizando, sobretudo, as questões que emergem no âmbito de nossa sociedade: aquelas dos saberes, das religiões, das artes e da história. Nas disciplinas de linguagens, como Língua Portuguesa, são observadas as produções culturais literárias e artísticas de origem europeia, indígena e africana; ao Espanhol referente às culturas hispânicas; a Libras (Língua Brasileira de Sinais) com a cultura dos surdos; além da disciplina de Educação Física que trata da cultura corporal.

Não são mencionados no PPC os termos *Atikum*, *Truká* e *Sertanejo*, mesmo esses termos sendo componentes culturais indissociáveis da comunidade escolar. As disciplinas de ciências naturais e da terra ignoram a contextualização exigida nos documentos legislativos que regem os Institutos Federais e a modalidade de cursos do Ensino Médio Integrado a um curso Técnico, assim como as disciplinas tecnológicas.

O hiato contextual é verificado não apenas nos programas disciplinares ou nas ementas, mas também no próprio tópico (2.3) que busca apresentar as “características socioeconômicas e **culturais** da região” (grifo nosso) em que situa a escola, mas não há uma única menção às culturas da região, exceto no título do tópico. Embora o tópico seguinte (2.4) – no qual se verifica um “*breve histórico do campus Salgueiro*” – afirme que “... discute e valoriza a cultura local...” (p. 9), os entes que compõem a comunidade escolar não são considerados no processo histórico. Referimo-nos à história dos professores e dos estudantes, no mínimo, visto que estes compõem integralmente a alma escolar. O histórico se restringe apenas à instituição e aos seus marcos legais.

Um trecho em particular nos chama a atenção, quando a escola, através do PPC (re)afirma a sua concepção de inclusão:

[...] o Instituto se propõe a crescer através de sua função social com **atendimento às políticas públicas de inclusão do sistema governamental**, como agente de transformação e desenvolvimento do meio que participa na Região do Sertão Pernambucano. (BRASIL, 2019 - PPC EMI Técnico em Agropecuária, p. 10. Grifo nosso).

Verificamos que a visão de inclusão está associada, exclusivamente, ao sistema governamental que a assegura através da política de cotas, sem haver sequer a citação da Lei de Cotas (Lei nº. 11.711 de 29 de agosto de 2012) e sua especificação ao curso de Ensino Médio

Integrado para atender pretos, pardos, indígenas, pessoas com deficiência, pessoas LGBTQIA+ e estudantes de escolas públicas.

No tópico 4, que trata da “organização técnico-pedagógica” (p. 10), não consta nenhuma definição pedagógica definida, subentendendo-se que os professores são livres para assumirem a pedagogia que desejarem. Tal como se verifica a ausência de orientações didáticas que favoreçam a integração entre os núcleos disciplinares. Embora tragam objetivos pertinentes, o PPC não descreve como alcançá-los frente a uma estrutura didático-pedagógica. Por exemplo, “favorecer a atribuição de sentido **às aprendizagens (1)** por sua **vinculação aos desafios da realidade (2)** e pela explicitação dos contextos de produção e circulação dos conhecimentos” (BRASIL, 2019, p. 11, grifo nosso).

Verificamos que há, nesse objetivo específico, um reconhecimento de diferentes aprendizagens, mas isso não é tratado de maneira didático-pedagógica no documento, mesmo sendo de extrema importância a uma comunidade culturalmente diversa como a da escola salgueirense. No segundo ponto, defende-se a vinculação das aprendizagens aos desafios da realidade, o que nos faz citar planos didáticos como as pedagogias construtivistas interculturais (Teoria Histórico-Cultural, Teoria de Travessia de Fronteiras Culturais, Teoria dos Campos Conceituais, abordagem CTSA — Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) pautadas nas metodologias ativas, tal qual a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), dentre outras que serviriam para serem pensadas e propostas ao curso.

O contexto escolar do *campus* Salgueiro revela uma natureza tecnicista e desarticulada da legislação básica que, por sua vez, regulariza a integração entre as ciências escolares unindo o mundo do trabalho às humanidades, às ciências naturais e da terra, às artes, ao esporte, à diversidade. Isto é, deveria haver uma observação cultural e étnica em uma formação holística do ser humano que se pauta na interdisciplinaridade e completude do saber humano. Embora o termo integração sirva para indicar a associação dos campos da ciência e seja, inclusive, utilizado para respaldar a integração entre o ensino médio e a formação profissionalizante, tais partes apenas compõem uma oferta simultânea de dois cursos distintos ao mesmo tempo.

A desarticulação entre os núcleos básico e tecnológico, bem como a desconsideração das particularidades culturais, refletem a natureza da escola e, principalmente, dos professores. Fica explícita, no documento, uma tendência pela postura colonizadora, tecnicista e excludente, pela postura regimental que busca a padronização da comunidade escolar, reverberando no histórico-cultural estudantil.

3.6 A complexidade do corpo docente dos Institutos Federais (IFs)

No Brasil, a formação de professores é realizada através de cursos de graduação específicos à área propedêutica (áreas vinculadas às formações gerais do Ensino Básico como Letras, História, Geografia, Ciências, Biologia, Química, Matemática, dentre outras) chamadas de Licenciaturas. Os cursos nessas áreas são de dois tipos: Licenciatura, destinada à formação de professores, e Bacharelado destinada às atividades generalistas não vinculadas ao ensino. Assim, podemos falar em Licenciatura em Biologia ou em Bacharelado em Biologia, Licenciatura em Matemática e Bacharelado em Matemática, por exemplo.

É na licenciatura, a formação inicial do professor brasileiro, que o profissional terá a formação na área específica de atuação e a formação quanto aos conhecimentos didáticos pedagógicos para ensinar determinados conceitos científicos. Porém, nos IFs, é possível encontrar professores licenciados e bacharéis, o que proporciona determinada problemática à prática do ensino e, conseqüentemente, da aprendizagem. Reis (2015) denunciou a estrutura tecnicista preservada nos Institutos Federais como responsáveis pela manutenção desse tipo de educação, nos quais – mesmo aqueles professores egressos de alguma licenciatura, após determinado tempo – adequam-se às normas que regem os professores do Ensino Profissional, aderindo ao tecnicismo. É exatamente para a compreensão dessa problemática que consideramos, ao longo deste estudo, as condições regimentais sobre a temática docente no ensino profissionalizante.

A Resolução nº. 1 de 27 de março de 2008, do Conselho Nacional de Educação, ao definir os profissionais do magistério, para efeito da aplicação do artigo 22 da Lei 11.494/2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação – FUNDEB, determina, quanto à atuação de professores bacharéis no ensino técnico de nível médio, que são autorizados por órgãos competentes a cada sistema (os Conselhos Profissionais), em caráter precário e provisório, para exercer a docência sem aos quais se proporcione a formação pedagógica (BRASIL, 2008).

Em contrapartida, o art. 62 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº. 9.394, de 1996) estabelece que a formação de docentes para atuar na educação básica se dará em nível superior, em curso de licenciatura, de graduação plena, em universidades e institutos superiores de educação (BRASIL, 1996). O que causa tal desconforto é o fato de existir a modalidade de Ensino Médio Integrado a um Curso Técnico, fazendo com que exista uma

dualidade educacional para alunos do Ensino Médio em que cursam o Ensino Médio com suas disciplinas propedêuticas.

Isso promove uma má compreensão de que o ensino médio é “paralelo” ao ensino técnico ou, pior ainda, uma supervalorização da formação técnica em detrimento à formação humana do ensino médio. Essa incompreensão se exprime, por exemplo, na compreensão da escola e dos professores, de que a eficiência institucional se exprime quando o ex-estudante, obrigatoriamente, trabalhar como técnico ou der continuidade aos estudos em um curso superior em área tida afim à sua formação profissionalizante (um técnico em agropecuária seguir no ensino superior em zootecnia, veterinária, agronomia etc.).

A escola e o currículo refletem os princípios do trabalho e é nesse contexto que se delinea o ensino profissionalizante (em oposição à educação profissional, de caráter tecnológico, politécnico); ele parte do princípio de que o trabalhador não deve ter acesso ao conhecimento de maneira plena, mas importa que ele saiba o mínimo para trabalhar para os detentores do capital (ALIANÇA, 2016).

Aliança (2016) chama a atenção ao fato de que, apesar do EMI vir se firmando há cerca de apenas 10 anos, tal modalidade de ensino apresenta suas raízes nas leis orgânicas da década de 1940 e ampara-se filosoficamente em fundamentos educacionais de esquerda, numa realidade firmemente comprometida com a ideologia capitalista neoliberal e que carrega a esperança de uma formação unilateral e unitária num contexto que exalta a formação profissional tecnicista, tendendo a desprezar saberes sociais, culturais e artísticos.

Em 2016, um fato novo contribuiu com a atualização da já questionada formação docente dos professores com formação técnica dos Institutos Federais: a instituição do notório saber. Com vinte e dois dias de posse como presidente da república – após impeachment discutível da presidenta Dilma Rousseff – o presidente Michel Temer instituiu a MP nº. 746/2016 que alterou o artigo 61 da LDBEN 9.394/1996, incluindo o reconhecimento do “notório saber” para contratação de professores destinados a atuarem no Ensino Médio.

Como resultado da MP nº. 746/2016 (BRASIL, 2016), no ano seguinte é criada a Lei nº. 13.415/2017 (BRASIL, 2017) que, entre outros assuntos, estabelece o reconhecimento do notório saber na contratação de professores do Novo Ensino Médio, do Ensino Médio Integrado ao Técnico e Educação Profissional. A Lei nº. 13.415/2017 (BRASIL, 2017) torna obsoleto o artigo 40 da CNE/CEB nº 6/2012 que trata da formação docente nos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia e que estava em acordo com a LDBEN:

Artigo 40 A formação inicial para a docência na Educação Profissional Técnica de Nível Médio realiza-se em cursos de graduação e programas de licenciatura ou outras formas, em consonância com a legislação e com as normas específicas definidas pelo Conselho Nacional de Educação.

§ 1º Os sistemas de ensino devem viabilizar a formação a que se refere o *caput* deste artigo, podendo ser organizada em cooperação com o Ministério da Educação e instituição de Educação Superior.

§ 2º Os professores graduados, não licenciados, em efetivo exercício na profissão docente ou aprovados em concurso público, é assegurado o direito de participar ou ter reconhecidos seus saberes profissionais em processos destinados à formação pedagógica ou à certificação da experiência docente, podendo ser considerado equivalente às licenciaturas:

I — excepcionalmente, na forma de **pós-graduação lato sensu, de caráter pedagógico, sendo o trabalho de conclusão de curso, preferencialmente, projeto de intervenção relativa à prática docente;**

II — excepcionalmente na forma **de reconhecimento total ou parcial dos saberes profissionais de docentes, com mais de 10 (dez) anos de efetivo exercício como professores da Educação Profissional**, no âmbito da Rede CERTIFIC;

III — **na forma de uma segunda licenciatura**, diversa da sua graduação original, a qual habilitará ao exercício docente.

§ 3º **O prazo para o cumprimento da excepcionalidade prevista nos incisos I e II do § 2º deste artigo para a formação pedagógica dos docentes em efetivo exercício da profissão, encerrar-se-á no ano de 2020.**

§ 4º A formação inicial não esgota as possibilidades de qualificação profissional e desenvolvimento dos professores da Educação Profissional Técnica de Nível Médio, cabendo aos sistemas e às instituições de ensino a organização e a viabilização de ações destinadas à formação continuada de professores. (BRASIL, 2012, grifos nossos).

O prazo para atendimento da norma em questão se encerrou em 2020, mas, anteriormente ao esgotamento do prazo, o notório saber – instituído pela Lei nº. 13.415/2017 – pacifica e normaliza a atuação dos professores não licenciados. Para Duvernoy (2018) e Machado (2021), o notório saber precariza o ensino básico e o coloca à disposição do neoliberalismo educacional brasileiro, no qual a formação docente perde importância. É justamente, nesta seara que se passa um viés da problematização da educação multicultural: o perfil multicultural docente e seus reflexos na educação.

CAPÍTULO III

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

“O mérito do pensamento complexo consiste no fato de priorizar o enfoque transdisciplinar para abordar e propor estratégias, portanto, não é um pacote de intervenções, mas um conjunto de reflexões elaboradas a partir de múltiplas dimensões.”

Borsatto *et al.* (2006, p. 156)

4 QUADRO TEÓRICO

Neste tópico, mencionaremos os fundamentos gerais de nossa asserção de pesquisa. Assim, explanamos acerca dos seguintes conteúdos pertinentes a esta investigação científica: os paradigmas científicos; o processo de ensino-aprendizagem de Bioquímica; o multiculturalismo e outros conceitos relacionados como o interculturalismo; transculturalismo; a teoria da travessia de fronteiras culturais e, por fim, a educação contextualizada.

4.1 Os paradigmas científicos

Para o desenvolvimento deste tópico, precisamos conceituar paradigma, abordar os tipos paradigmáticos vigentes e diferenciá-los do ponto de vista científico e metodológico. De tal modo, situaremos e estaremos aptos a defender os paradigmas sistêmico e complexo como base teórica da nossa pesquisa.

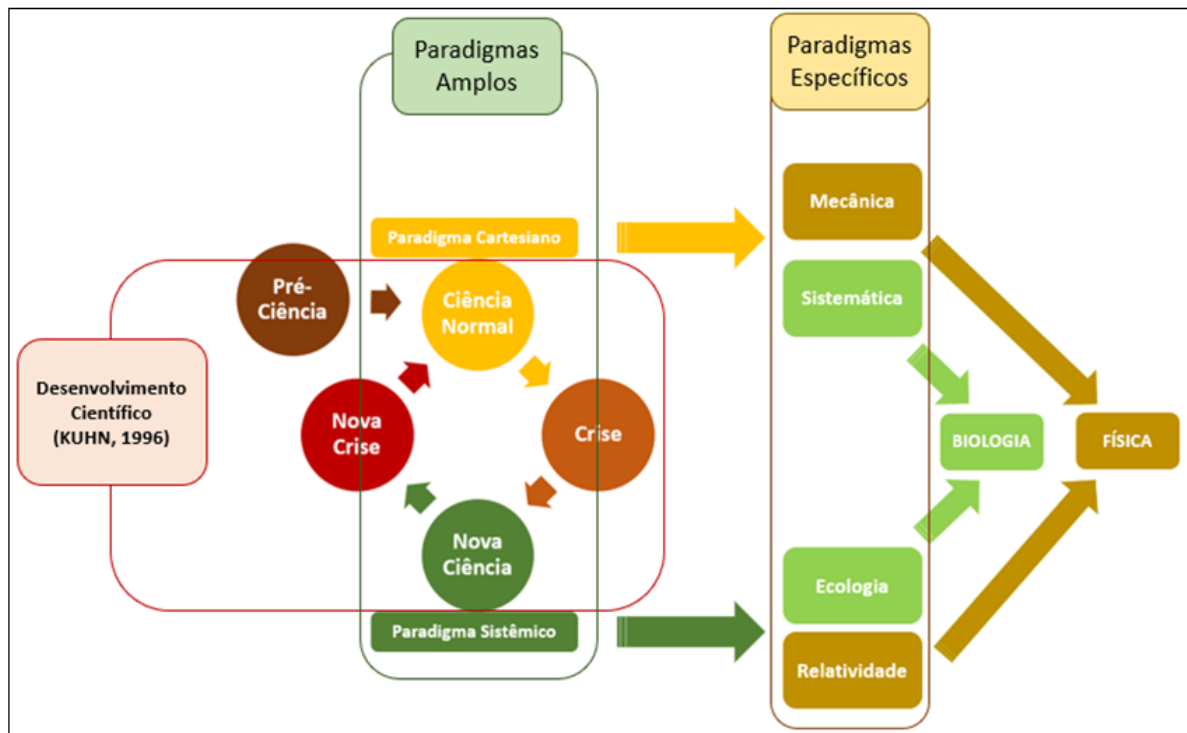
Para Thomas Kuhn (2006), a ciência evolui periodicamente através de crises causadas, principalmente, pela falta de respostas que determinado conhecimento vigente pode apresentar. Essa noção científica vigente é intitulada, pelo autor, de *paradigma científico* e sua definição integra “*realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, oferecem problemas e soluções modelares para a comunidade de praticantes de uma ciência*” (KUHN, 2006, p. 13).

Kuhn (2006) compreende a produção de conhecimento a partir de uma desorganização de conhecimentos que precede a ciência normal, etapa denominada de pré-ciência. Quando se organizam os conhecimentos científicos, de modo que eles apresentem base teórica e metodológica convincente e atrativa a uma comunidade científica, consolida-se a ciência normal, ou seja, aquela que é constituída por um paradigma que estrutura, organiza e normaliza a ciência.

O desenvolvimento científico, por sua vez, ocorre pelo dinamismo do conjunto de contestações sem respostas que caracterizam uma crise do paradigma vigente (ciência normal) fazendo-o perder aceitação da comunidade científica ou de parte dela. Quando as respostas para as contestações são encontradas, uma nova ciência – ou um novo paradigma – se constituirá e atenderá novamente à comunidade científica até que uma nova crise se instale e provoque uma nova normalização paradigmática, reiniciando o ciclo de desenvolvimento científico.

Considerando o que nos apresentou Thomas Kuhn (2006), podemos compreender os paradigmas científicos amplos e específicos (Esquema 1), por isso, classificamos como paradigmas amplos aqueles que embasam a ciência como um todo – a exemplo dos paradigmas cartesiano, sistêmico e complexo – e paradigmas científicos específicos como aqueles pertencentes a determinada área científica como a Física, a Química e a Biologia. Moul, Moura e Santos (2018) exemplificaram alguns paradigmas específicos como, na Física, a Astronomia de Ptolomeu e de Copérnico, a Óptica de Newton e a física aristotélica, entre outros; na Química, o atomismo de Dalton e a Periodicidade de Mendeleiev; na Biologia, o Evolucionismo de Lamarck, a Sistemática de Lineu ou ainda a Ecologia de Ernst Haeckel.

Esquema 1 — Representação da dinâmica do desenvolvimento dos paradigmas científicos a partir de Kuhn (1996) e exemplos generalistas aplicados às áreas da Biologia e da Física



Fonte: autoria própria

Cada paradigma específico está pautado por um paradigma amplo. Por exemplo, na Biologia, área de nossa proposta de estudo, a Sistemática de Lineu está estruturada conforme o paradigma cartesiano, enquanto a Ecologia de Haeckel surge como uma nova ciência que interliga diferentes saberes se contrapondo ao paradigma cartesiano. Para fundamentar tais afirmações citamos Fritjof Capra (1996 e 2003).

Para caracterizar a Sistemática de Lineu, Capra (2003) justifica sua opinião ao citar uma afirmação do biólogo: “como disse Lineu, o grande botânico e classificador: “Calculamos tantas

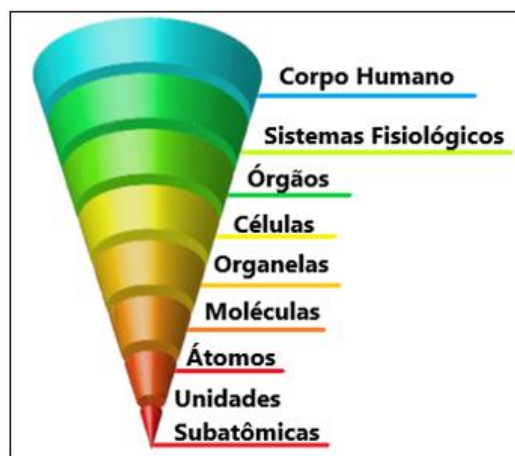
espécies quantas as saídas das mãos do Criador”. Essa ideia das espécies biológicas estava em completa concordância com a doutrina judaico-cristã e **ajustava-se bem ao mundo newtoniano**”. (CAPRA, 2003, p. 64).

Sobre a Ecologia, Capra (1996) destaca que esta foi fundamental para a concepção de um novo paradigma científico que contemple um pensamento sistêmico desenvolvido paradigmaticamente na área da Física. “As novas concepções da Física têm gerado uma profunda mudança em nossas visões de mundo; da visão de mundo mecanicista de Descartes e de Newton para uma visão holística, **ecológica**”. (CAPRA, 1996, p. 24). Feitas as ponderações sobre o que é um paradigma, abordaremos, também, os tipos de paradigmas científicos, descrevendo e conceituando-os. Para tanto, apresentaremos o paradigma cartesiano, o sistêmico e o complexo.

O Paradigma Cartesiano, historicamente enraizado na estrutura e alma da educação brasileira, desarticulada e reduzida do todo, é uma herança do século XVII (MORIN, 2000). Behrens (2007) afirma que este paradigma se baseia na legitimidade dos fatos que são perfeitamente conhecidos e sobre os quais não pairam dúvidas e que, para compreender a totalidade, é necessário dividir o todo e estudar as menores partes.

Assim, o paradigma tradicional considera as áreas científicas de forma isolada com valorização da especialização do conhecimento por meio do reducionismo, tal qual a representado no Esquema 1. Nesse paradigma, o conhecimento científico é estudado através da fragmentação de um determinado conteúdo em partes cada vez menores, mais especializadas e isoladas. Desse modo, não consideram conhecimentos interdisciplinares que auxiliam na compreensão holística do objeto de estudo.

Esquema 2 — Representação de conteúdos da Biologia na perspectiva do paradigma cartesiano



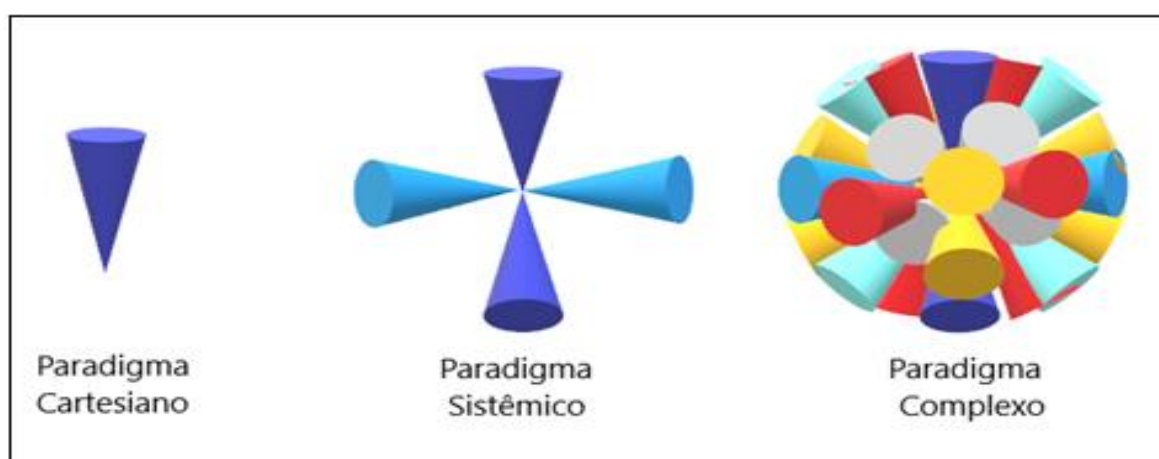
Fonte: autoria própria

Ao considerar as discussões paradigmáticas que se opõem ao paradigma cartesiano tradicional, destacamos as considerações de Behrens (2015) e de Mariotti (2000) quando buscam um paradigma centrado em um pensamento conceitualmente inter-relacional, mas que diferem conceitualmente. A primeira autora afirma que o “paradigma emergente” tem uma proposta inovadora que busca a indivisibilidade do ser humano com uma abordagem holística ou sistêmica; assim, Behrens considera o pensamento paradigmático sistêmico, também chamado de emergente, holístico e inovador (BEHRENS, 1999).

Já Mariotti (2000) define o paradigma complexo como o abraço entre os Paradigmas Cartesiano e Sistêmico, mediante uma inserção paradigmática. De acordo com o autor, o pensamento complexo supera o sistêmico por considerar o paradigma tradicional.

O paradigma sistêmico propõe uma visão inter-relacional, que considera a multidisciplinaridade e a interdisciplinaridade para estudar determinados objetos. O estudo ocorre não apenas na perspectiva reducionista, mas, principalmente, no movimento contrário de reunir as partes para reaprender o todo. Por fim, o paradigma complexo considera as diferentes variáveis e contextos que deixam a compreensão do objeto mais complexa por suas relações mais próximas da transdisciplinaridade e da realidade, conforme a representação da Figura 5, a seguir:

Figura 5 — Representação esquemática dos paradigmas científicos



Fonte: autoria própria

Cada cone, representado nas figuras anteriores, concebe um conteúdo científico que é estudado desde uma visão mais ampla até uma parte mais específica. A junção dos cones retrata a consideração de diversos conteúdos científicos para a compreensão de um tema específico. Quanto mais vieses ou variáveis consideradas para compreensão de uma parte, mais se

compreende o todo; isto é, mais se aproxima da realidade de maneira que se especializa o estudo às partes quanto, também, o generaliza na compreensão do todo. Um exercício que pode ser extrapolado para níveis cada vez mais sistêmicos e cada vez mais complexos.

Dessa maneira, podemos compreender que a complexidade é a relação simultaneamente complementar, concorrente, antagônica, recursiva e hologramática entre as instâncias cogeradoras do conhecimento, nas quais a dialógica está ligada na ordem e desordem que indicam a dialética entre o todo e as partes (MORIN, 2008).

Outro exemplo que se mostra pertinente é, justamente, a complexidade do ser humano que está em constante construção e transformação, mediante as interações sociais e sob a influência de inúmeros fatores, o que o torna um objeto de estudo complexo e articulado. Para Morin (1991), o homem é compreendido como um ser unidual, biológico e cultural em um só termo. Característica paradigmática que limita o paradigma cartesiano de atender adequadamente ao seu estudo, senão através de uma proposta holística e sistêmica do paradigma emergente.

Porém, vale destacar que os paradigmas científicos podem ser compreendidos quanto ao *ponto de vista científico* propriamente dito, de natureza filosófica da concepção da Ciência em si, ou também quanto ao *ponto de vista metodológico*, relacionado à prática docente. Nessa separação epistemológica dos paradigmas, chamamos a atenção para a dependência que o paradigma metodológico tem do paradigma científico, pois a prática didático-pedagógica de um professor revelará o paradigma científico que o constitui.

Behrens (1999) afirma que para fins didáticos os paradigmas conservadores teriam constituição paradigmática tradicional onde a prática pedagógica está preocupada com a reprodução do conhecimento. Já o paradigma inovador tem como pressuposto essencial uma prática pedagógica que possibilite a produção do conhecimento e busque superar a reprodução do conhecimento, sobretudo por meio de uma aliança entre uma abordagem progressista com uma visão holística e o ensino com pesquisa (BEHRENS, 1999). Uma sistematização dos paradigmas científicos é apresentada no Quadro 3.

Um dos principais fatores que diferencia o ser humano é a sua capacidade de pensar, de refletir, de criar, de compreender, de comunicar e de associar conceitos por meio do raciocínio e sustentado pela linguagem, o que materializa a complexidade humana tal qual tratada por Edgar Morin. Sobre o pensamento, Vygotsky afirma que ele é constituído por um processo de mediação, sendo o meio um influenciador do intelecto. Considera, portanto, o processo de

construção do conceito “como uma função do crescimento social e cultural global do adolescente, que afeta não apenas o conteúdo, mas também o método de seu raciocínio” (VYGOTSKY, 1999, p. 73).

Quadro 3 — Características dos diferentes paradigmas científicos

CATEGORIAS	DESCRIÇÃO	REFERÊNCIA
Cartesiano ³¹	Conhecimento verticalizado; Fragmentação do conhecimento; Especialização; Desumanização do conhecimento com a separação entre ciência e ética, sujeito e objeto, educador e educando; Prega crença e legitimidade dos fatos perfeitamente conhecidos e sobre os quais não há dúvidas.	PIENTA, BERTICELLI, GASPAR, BEHRENS (2005) BEHRENS e OLIARI (2007)
Sistêmico	Articulação entre as partes e destas com o todo; Mudança das partes para o todo; Deslocamento do pensamento entre os níveis sistêmicos; As propriedades das partes não são propriedades intrínsecas, mas só pode ser entendida dentro do contexto do todo maior; A percepção do mundo como uma rede de relações.	CAPRA, 2006
Complexo	Articulação desejada, que emerge da união entre – 1, a do conhecimento aprofundado das partes (cartesiano) e 2, as inter-relações entre as partes e destas com o todo (sistêmico); Princípios: 1, sistêmico ou organizacional (interligação entre o conhecimento das partes e o conhecimento do todo); 2, hologramático (a parte está no todo e o todo se inscreve na parte); 3, anel retroativo (processos de autorregulação); 4, anel recursivo (os produtos e os efeitos e vice-versa); 5, auto-eco-organização (autonomia e dependência); 6, diálogo (união de princípios excludentes, mas indissociáveis); e 7, reintrodução do humano (o conhecimento é uma reconstrução por um ser humano, numa certa cultura e num determinado tempo).	MORIN, 2003

Fonte: adaptado de Macêdo (2019)

A constituição do pensamento imbricada com o desenvolvimento da linguagem e, conseqüente, com o meio cultural se efetiva com a construção conceitual. Para investigar a construção de conceitos à luz da interculturalidade, é necessária a consideração de fatores diversos para a melhor compreensão da realidade estudada, em que a complexidade se apresenta como opção paradigmática para desenvolver um pensamento holístico. Sendo assim, podemos

³¹ O paradigma Cartesiano também é chamado de Tradicional, Reducionista ou Newtoniano.

citar Conceição e Molina-Neto (2017) que teceram considerações sobre o pensamento complexo e sua utilização urgente no processo educativo e nas investigações sobre a cultura escolar no tocante à identidade docente:

Pensar a partir da complexidade exige romper com as esferas sobre as quais o conhecimento está organizado para restabelecer as articulações necessárias que foram esquecidas no paradigma simplificador da ciência cartesiana. [...] É fundamental que o professor compreenda a teia de relações interconvenientes e recursivas no conhecimento que sustentam suas ações, para que possa pensar a ciência uma e múltipla, simultaneamente. (CONCEIÇÃO E MOLINA-NETO, 2017, p. 828).

Essa consideração da complexidade é o que tentamos atender neste projeto de pesquisa, buscando nos aproximar da realidade composta pela interconexão de partes na estrutura metodológica da pesquisa, na escolha da metodologia didática para análise da construção de conceitos através do Modelo das Múltiplas Perspectivas Pernambuco (MoMuP-PE), visto que se constitui como paradigma científico inovador enquanto orientação metodológica didática.

4.2 A teoria histórico-cultural como base à compreensão da construção de conceitos científicos em contexto multicultural

Segundo a Teoria Histórico-Cultural, todas as atividades cognitivas básicas do indivíduo ocorrem de acordo com sua história social e acabam se constituindo no produto do desenvolvimento histórico-cultural de sua comunidade. Schroeder, Ferrari e Maestrelli (2010) afirmaram que a Teoria Histórico-Cultural explica a aprendizagem e o desenvolvimento cognitivo como fenômenos mediados semioticamente com ênfase na linguagem. As habilidades cognitivas resultam das atividades praticadas de acordo com os hábitos sociais de cultura em que o indivíduo se desenvolve; logo, a história da sociedade na qual a criança se desenvolve e a história pessoal desta criança são fatores cruciais que vão determinar sua forma de pensar (Vygotsky, 1991).

Nessa perspectiva, Vygotsky (1991) atribui aos processos cognitivos não apenas os pensamentos, mas a linguagem que apresenta desenvolvimentos distintos no indivíduo, mas que não seguem paralelamente, cruzando-se em determinado momento do desenvolvimento, modificando o comportamento e tornando o pensamento verbal e a linguagem racional a tal ponto que a linguagem passa a constituir a estrutura do pensamento. A construção do conhecimento se dá através da aquisição de vocabulário e utilizando-o progressivamente na

classificação das coisas, ou seja, na construção de significados e conceitos que vão, gradativamente, gerando a construção e reconstrução dos conceitos.

O significado é uma parte inalienável da palavra enquanto tal, pertencendo tanto ao domínio da linguagem como ao do pensamento (VYGOTSKY, 1991). Os conceitos científicos, com seu sistema hierárquico de interrelações, parecem ser o meio em que primeiro se desenvolvem a consciência e o domínio do objeto, sendo mais tarde transmitidos para outros conceitos e outras áreas do pensamento (VYGOTSKY, 1991).

Para explicar esse processo de desenvolvimento cognitivo, Vygotsky (1991) teorizou a Zona Proximal de Desenvolvimento (ZPD) que explica o aprendizado humano como sendo de natureza social, no qual a criança desenvolve seu intelecto dentro da intelectualidade daqueles que a cercam, ou seja, tendo como meio básico a linguagem, a criança interage com seu meio de convívio, aprendendo e reconstruindo progressivamente o aprendizado de acordo com seu desenvolvimento biológico. A palavra é utilizada deliberadamente para orientar todos os processos parciais do estágio superior da gênese dos conceitos. Aquilo que uma criança necessita é de uma possibilidade de adquirir novos conceitos e palavras a partir do contexto linguístico geral (VYGOTSKY, 1991).

O desenvolvimento dos conceitos e dos significados das palavras pressupõe o desenvolvimento de muitas funções intelectuais: atenção deliberada, memória lógica, abstração, capacidade para comparar e diferenciar, habilidades que passam a ser melhor controladas integradamente na adolescência. Para Vygotsky (1991), o adolescente formará e utilizará muito corretamente um conceito numa situação concreta, mas sentirá dificuldade de exprimir esse conceito por palavras e a definição verbal, em muitos casos, será muito mais restritiva do que seria de esperar pela forma como o adolescente utilizou o conceito. Dessa maneira, o jovem defronta-se com outros obstáculos quando tenta aplicar um conceito que formou numa situação específica a um novo conjunto de objetos e circunstâncias, ou seja, há dificuldade de generalizar o conceito para outras situações.

Essa dificuldade de generalização e aplicação do conceito científico à vida cotidiana se deve, em grande parte, à falta de contextualização do ensino de ciências. Aikenhead (1996) defendeu que a ciência aprendida na escola deve ser a mesma ciência na fazenda, ou na clínica de saúde ou na garagem, e que a maioria dos estudantes vê o conteúdo da ciência ortodoxa com pouca ou nenhuma relevância para as suas subculturas. Seguindo o mesmo raciocínio, Schroeder, Ferrari e Maestrelli (2010) afirmaram que o objetivo de uma pesquisa histórico-

cultural é o de buscar compreender o funcionamento mental humano e a sua relação com os contextos culturais, históricos e institucionais. Isso deixa claro que, para entender o processo cognitivo, é preciso conhecer as variáveis do ambiente social do indivíduo para favorecer a enculturação a partir do contexto de vida.

Compreender a construção de conceitos científicos é uma atividade complexa que não deve ser feita exclusivamente focada aos processos psicológicos em si, mas sim dando papel de destaque à realidade em que o estudante está inserido, realidade esta que é traduzida simbolicamente. Sobre isso, Vygotsky (1999) afirmou que:

A formação de conceitos é o resultado de uma atividade complexa, em que todas as funções intelectuais básicas tomam parte. No entanto, o processo não pode ser reduzido à associação, à atenção, à formação de imagens, à inferência ou às tendências determinantes. Todas são indispensáveis, porém insuficientes sem o uso do signo, ou palavra, como meio pelo qual conduzimos as nossas operações mentais, controlamos o seu curso e a canalizamos em direção à solução do problema que enfrentamos. (VYGOTSKY, 1999, p. 73).

Fica evidente, no pensamento de Vygotsky (1999), a consideração de uma perspectiva paradigmática complexa, especialmente quando ele defende a consideração simultânea de fatores psicológicos e sociais, na qual os signos da linguagem tornam complexa a análise do processo cognitivo pela diversidade de situações contextuais que os traduzem.

Vygotsky (1999) classificou a construção de conceitos como espontâneos, quando são formados a partir das experiências cotidianas, e como científicos, que são aqueles elaborados na experiência escolar. Essa diferenciação da construção conceitual estará presente nos trabalhos de Vergnaud (1990) ao teorizar sobre os campos conceituais e de Acioly-Régnier (2019) que, ao apoiar-se sobre a Teoria dos Campos Conceituais para a compreensão do processo cognitivo intercultural, conceituou os contextos culturais escolares e extraescolares que abrigam, respectivamente, os conhecimentos cotidianos e científicos. Para esses autores, a construção de conceitos científicos se fundamenta no valor prático na vida dos estudantes e essa valorização prática dos conhecimentos ocorre por meio da interação intercultural entre a cultura extraescolar e a escolar.

4.3 Teoria dos campos conceituais e a educação intercultural

A teoria dos campos conceituais de Gerard Vergnaud (1990) visa servir como quadro teórico às pesquisas sobre as atividades cognitivas complexas, principalmente sobre as

aprendizagens científicas e técnicas. Segundo o próprio autor, a teoria dos campos conceituais pode ser entendida como:

Uma teoria psicológica do conceito, ou, melhor ainda, da conceitualização do real: ela permite reparar e estudar as ligações e rupturas entre conhecimentos do ponto de vista do seu conteúdo conceitual; ela permite igualmente analisar a relação entre os conceitos como conhecimentos explícitos, e os invariantes operatórios que são implícitos na condução de sujeitos em situação, além de aprofundar a análise das relações entre significados e significantes. (VERGNAUD, 1990, p. 135).

Particularmente, o que muito impressiona na teoria dos campos conceituais e nas influências do seu desenvolvimento são, justamente, as relações teóricas que se conectam profundamente com a nossa proposta de pesquisa. Por exemplo, é notório nos trabalhos que versam sobre os campos conceituais a percepção de uma linha de pensamento complexa que, especificamente, me arrisco a atribuir conexão com o paradigma da complexidade (mesmo que não tenha verificado influências diretas de autores desse campo como Frijof Capra e Edgar Morin). Apesar de classificar o reducionismo como necessário à ciência – devido a fatores intrínsecos à pesquisa e ao desenvolvimento científico, como o tempo e a conceitualização (VERGNAUD, 2002) – ele se posiciona visivelmente contra o reducionismo científico, sobretudo quando critica esse viés reducionista na obra de Piaget (VERGNAUD, 2002). Esse posicionamento se mostra recorrente, pois em 2001 afirmou que “a teoria dos períodos é extremamente reducionista. Eu defendo a diversidade, e não o reducionismo, pelo menos por enquanto” (VERGNAUD, 2001a, p. 2).

Buscamos, com essa interpretação da aproximação do trabalho de Vergnaud com o pensamento complexo (MORIN, 2003), reforçar a importância da utilização da teoria dos campos conceituais em nosso trabalho, haja vista que este é essencialmente desenvolvido sob a perspectiva da complexidade. Nessa perspectiva, durante entrevista à Luca Rischbieter no Brasil (5 de julho de 2011, publicada apenas em 2020 no site www.vergnaudbrasil.com) Vergnaud definiu a teoria de campos conceituais baseado na complexidade ao dizer que “*um campo conceitual é um espaço de problemas que, para serem compreendidos, supõe vários conceitos, procedimentos, representações simbólicas em estreita ligação*”.

Como nos deparamos com uma diversidade conceitual da bioquímica – que já é interdisciplinar pela consideração de dois campos científicos distintos que é a biologia e a química – consideramos em Vergnaud (1985) que o conceito ζ é necessariamente um tripé de

três conjuntos: $C = (S, I, Z)^{32}$, no qual **S é o conjunto de situações** que dão sentido ao conceito; **I é o conjunto de invariantes operatórios** que são subjacentes ao tratamento dessas situações pelo sujeito; e **Z é o conjunto de significantes** ou simbolizações que permitem representar os invariantes, as situações, os procedimentos de tratamento.

Cinco anos mais tarde, Vergnaud (1990) reformula a definição de conceito como a constituição interacional entre a **referência**, o **significado** e o **significante**. Esse tripé define o conceito como constituintes do processo de conceitualização, no qual a referência é o conjunto de situações que dão sentido ao conceito; o significado é o conjunto de invariantes que constituem suas propriedades; e o significante é o conjunto de formas simbólicas ou linguísticas que permitem as suas representações.

Apesar dessa reformulação da definição de conceito quanto aos dois primeiros conjuntos que o constituem, a sua definição na prática, continua a mesma. Pois o conjunto de situações (S) é constituído por representações que delimitam a situação, o conjunto de invariantes (I) constitui os significados como aquilo que é compreendido, inferido ou regrado. Vergnaud (1985) afirmou que:

é indispensável distinguir entre o plano dos significantes e aquele dos significados, entre os diferentes sistemas de significantes (linguagem natural, gestos, desenhos, esquemas, tabelas, expressões da álgebra) e entre os diferentes componentes do significado (invariantes, inferências, regras da ação, predições). (VERGNAUD, 1985, p. 246).

Essa definição de conceito atravessa a nossa pesquisa, particularmente na última etapa em que tratamos da construção de conceitos científicos bioquímicos, tanto do ponto de vista da didática (pela elaboração do dispositivo digital “Na Trilha do Leite” para ensino à distância), quanto pela construção de conceitos através da aplicação do dispositivo em uma turma multicultural. Mas a definição de conceito por nós apresentada e discutida não se constitui isolada. É importante considerarmos outras definições que dão sustento a teoria dos campos conceituais. Por exemplo, o esquema, a situação, a representação e os invariantes operatórios.

O esquema é universal, já que ele se refere a uma classe de situações e que ele ocasiona uma classe de condutas diferentes, adaptadas às situações particulares (VERGNAUD, 2001b).

³² Aqui, fica evidente a forma de pensar de Vergnaud fundamentada pela Matemática, principal área da cultura escolar em que atuou. Nessa definição, ele defende o conceito sob a perspectiva lógica do campo conceitual matemático da teoria de conjuntos, na qual a situação, o invariante e o significante são conjuntos contidos no conjunto conceitual. Sem esses três conjuntos constituintes o conceito não existe. Para nós do Ensino de Ciências, é importante traduzir as relações lógicas oriundas da matemática, de Vergnaud, para que façam sentido à compreensão dos professores de biologia e química principalmente, bem como para demais professores e pedagogos não familiarizados com a matemática.

Em trabalho publicado no ano de 2002, no qual Vergnaud buscou abordar o papel da explicação na conceitualização, ele definiu o esquema como:

uma organização invariante da atividade³³ para uma categoria de situações, composta por quatro categorias de elementos, todos indispensáveis: um objetivo, ou vários, e o grupo de subobjetivos e de antecipações que dele derivam; regras de ação, de coleta de informação e de controle que o decurso temporal da atividade e da conduta observável engendram; invariantes operatórios, isto é, categorias e relações que permitem coletar a informação pertinente (conceitos em ato), assim como as proposições consideradas como verdadeiras (teoremas em ato). Sua função é de articular juntamente características da situação, objetivos, subobjetivos e regras; possibilidades de inferência, que permitem justamente calcular em situação, *hic et nunc*, as consequências das informações coletadas e das proposições consideradas como verdadeiras. (VERGNAUD, 2002, p. 41).

São as situações que dão sentido aos conceitos, pelo viés da atividade do sujeito que aprende (VERGNAUD, 2022). São as situações, então, os fenômenos experienciais formados por conceitos que, quando sistematizados, representam uma ou mais parcelas do real. Para Vergnaud (1985), o sistema se desenvolve durante a experiência, em função das situações encontradas e das provocações da situação organizada pelos professores, pela família e pelos formadores. Segundo Vergnaud (1985), o sistema é fruto da atividade do sujeito, diante dos eventos contingentes de sua história pessoal e profissional.

Para Vergnaud (1985), a representação é essencial para analisar a formação dos conhecimentos operatórios e para analisar os processos de transmissão dos conhecimentos. Em outras palavras, o próprio autor pode dizer que a atividade conceitual tem, necessariamente, aspectos referenciáveis no plano do significante. A representação é um conjunto de significantes que modelizarão uma situação.

Os invariantes operatórios são os objetos, propriedades, relações e processos que o pensamento recorta no real para organizar a ação, constituem o núcleo duro da representação, aquele sem o qual nem as inferências e nem as regras de ações, nem as predições, nem os significantes têm sentido (VERGNAUD, 1985).

Assim, podemos dizer que esse estudo de tese se constitui como sistema que abriga esquemas que se compõe de situações e que estas são formadas por um conjunto conceitual

³³ A atividade é aqui compreendida como a ação que um sujeito desempenha. Essa ação é desencadeada por uma motivação que pode ser oriunda de uma situação extraescolar, ou seja, do cotidiano do sujeito que é ocasionada pela sua interação social no ambiente em que vive ou na escola onde a situação é apresentada, problematizada e proposta pelo professor enquanto mediador da aprendizagem. As atividades respondem a objetivos específicos oriundos da situação.

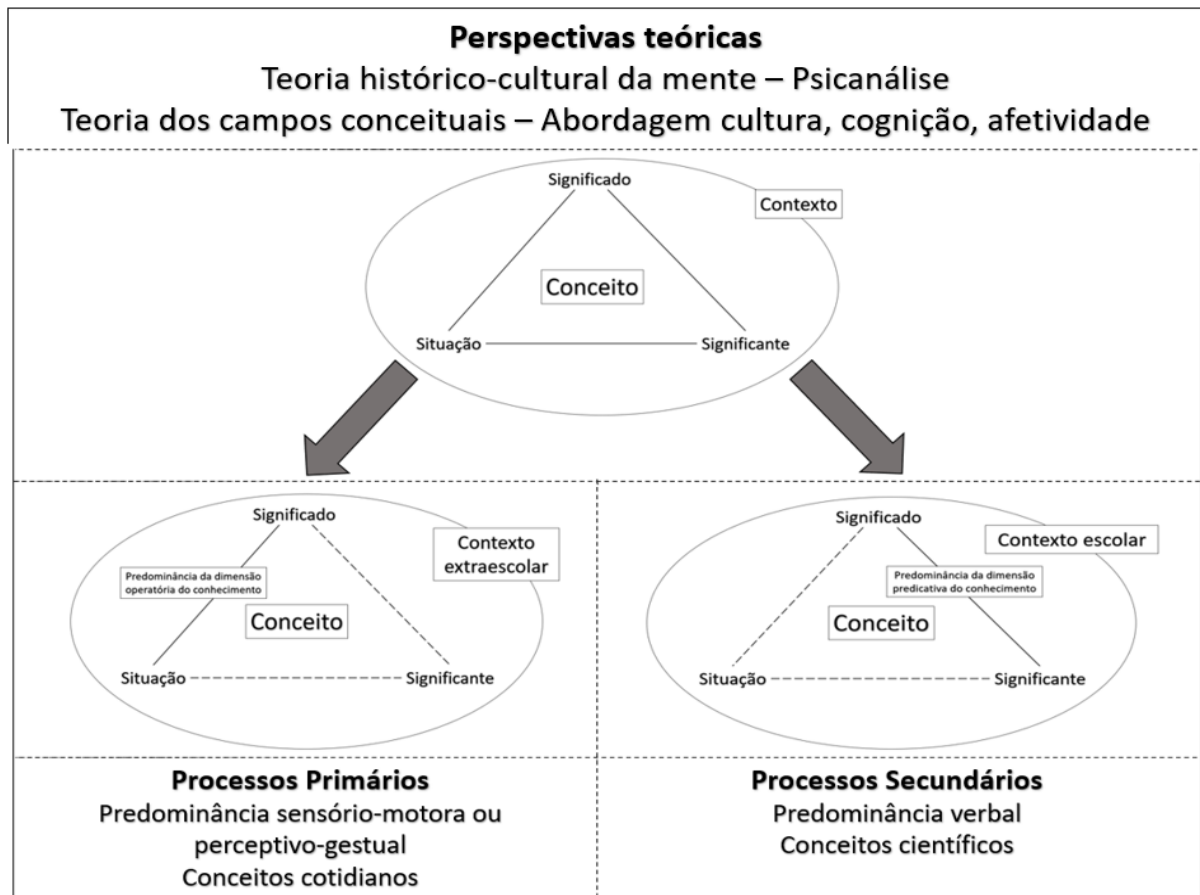
definido através da representação. Esse sistema constitui o pesquisador-participante, porque retrata uma parcela da realidade que o envolve a partir de sua história pessoal e profissional, escolar e extraescolar. Ao mesmo tempo em que, se tratando do desenvolvimento da conceitualização em sala de aula, está também contemplando subsistemas que abarcam um pouco da realidade dos estudantes também nas perspectivas escolar e extraescolar.

Após a apresentação e as breves considerações da linha teórica de Vygotsky e de Vergnaud que compõem este estudo, prosseguimos à explanação teórica referente à construção de conceitos em contexto intercultural com a consideração de Acioly-Régner (2010 e 2019) como uma derivação teórica natural dos outros dois autores. Acioly-Régner (2019) buscou

desconstruir algumas dicotomias, presentes na literatura, sobre conceitos científicos e cotidianos, sobre o caráter de consciência ou não consciência desses conceitos e sobre seu caráter universal ou local, características que estão sempre associadas com os contextos de aprendizagem. (ACIOLY-RÉGNIER, 2019, p. 33).

A autora, através da consideração conjunta das perspectivas de Vygotsky e de Gérard Vergnaud, teoriza sobre as abordagens cultural, cognitiva e afetiva com a construção de representações e sobre o processo de conceitualização da construção do conhecimento. Para tanto, a autora esquematiza – em um triângulo inicial – a teoria dos campos conceituais, especialmente, pela relação de triangulação entre o significado, a situação e o significante em um sistema globalizante denominado como “contexto” (Figura 6).

Figura 6 — Diferentes concepções da construção do conhecimento e conceitos associados



Fonte: Acioly-Régnier (2019, p. 34)

Para a autora, essa representação esquemática inicial se constitui através de dois processos distintos e complementares:

- a) os processos primários nos quais se predominam as representações sensório-motoras ou perceptivo-gestuais e os conceitos cotidianos que são formados no contexto extraescolar com a predominância da dimensão operatória (saber-fazer) do conhecimento das relações entre situação e significado que são facilmente detectáveis na construção dos conhecimentos cotidianos. As relações entre significado-significante e entre situação-significante, nesse contexto extraescolar, ficam ofuscadas, dificultando assim que sejam percebidas no processo de conceitualização;
- b) os processos secundários que têm predominância verbal e constituem os conceitos científicos. Nesta representação da conceitualização, o contexto é o escolar, local onde a construção conceitual acontece através da predominância da dimensão predicativa do conhecimento (saber-dizer) que, por sua vez, acontece através da

interação entre significado e significante para a construção do conhecimento científico. Nesse processo de conceitualização no contexto escolar, é a relação significado-situação que é ofuscada junto à relação situação-significante.

Segundo Acioly-Régner (2019), essa diferença contextual da definição tripolar do conceito conduz a três questões fundamentais da aprendizagem que estão intimamente interligadas, ou seja: o status do conhecimento produzido; a consciência dos conceitos; o poder da generalização e de transferência desses conhecimentos. A representação da autora destaca as limitações que os diferentes contextos (extraescolar e escolar) podem impor ao processo de conceitualização e conseqüente generalização.

Dessa maneira, para a autora, a interconexão desses fatores não pode ser desprezada, visto que a transferência da aprendizagem entre os diferentes contextos não se dá automaticamente, necessitando de mediadores instrumentais e semióticos. É exatamente essa consideração de Acioly-Régner (2019) que nos conduz à concepção de uma proposta de ensino intercultural em meio totalmente digital, principalmente pela necessidade de adaptação à emergência educativa durante o período de pandemia.

Dando continuidade à linha teórico-referencial deste trabalho, abordaremos alguns referenciais que passaram a ser importantes em nosso estudo devido, precisamente, ao desafio da educação escolar intercultural à distância durante a pandemia. Pontos importantes considerados em Vygotsky, Gérard Vergnaud e Acioly-Régner, como o processo de conceitualização e a necessidade de mediadores instrumentais e semióticos (ACIOLY-RÉGNIER, 2019) foram observados. Trataremos do contexto da educação brasileira durante a pandemia; neste caso, sobre o ensino remoto e sobre possíveis discussões relevantes para enfrentar tal desafio: replanejar o estudo para atender aos princípios interculturais sob o viés da educação digital e a informática com o modelo tripolar de Rabardel (1995) e com o multiletramento de Rojo (2017).

4.4 Ensino remoto: uma solução emergencial e um novo problema

A etapa de pesquisa sobre a construção de conceitos científicos bioquímicos em contexto multicultural no IFSertãoPE, *campus* Salgueiro, era prevista para o primeiro semestre de 2020. De tal modo, era prevista uma intervenção didática presencial que seria realizada no curso de uma disciplina do EMI Agropecuária. Contudo, a pandemia atingiu inteiramente a principal etapa da pesquisa.

O IFSertãoPE suspendeu as aulas em atendimento à Portaria nº. 376 de 3, de abril de 2020 do Ministério da Educação (MEC, BRASIL, 2020) e seguiu, nessa ocasião, as orientações da Organização Mundial da Saúde (OMS) quanto às medidas de enfrentamento da pandemia causada pelo novo coronavírus (Covid-19).

O primeiro semestre de 2020 foi perdido com a suspensão das aulas e a falta de planos para uma alternativa educacional que só aconteceu em 6 de julho de 2020, com a Instrução Normativa nº. 2 do IFSertãoPE que instituiu o regulamento das atividades remotas da instituição. De tal modo, a consideração de atividades tidas como síncronas e assíncronas com o uso do pacote de softwares do *Google*®, o *GSuite*®, que abriga o *Google Meet*®, o *Google Agenda*® e o *Google Classroom*®. Apenas em 17 de agosto, as aulas foram retomadas no modelo de ensino remoto.

Só após as definições de funcionamento educacional da instituição de ensino, foi possível readaptar essa etapa do projeto para a modalidade de ensino remoto. Essa adaptação se estendeu também às adequações no registro do projeto submetido e já aprovado no comitê de ética brasileiro através do sistema CEP/CONEP. Contribuindo, ainda mais, para o atraso da pesquisa.

Em um projeto de pesquisa que considera a singularidade que a interculturalidade traz à dinâmica de sala de aula – como nas relações interpessoais, nos processos de ensino e de aprendizagem, na valorização da interdisciplinaridade e na decolonialidade de considerar culturas subalternizadas (indígenas *Truká* e *Atikum*, quilombolas e sertanejos) conjuntamente à cultura escolar – foi fácil perceber as limitações que o modelo de ensino remoto apresentava.

Embora nos encontrássemos em meio a um problema de difícil resolução para um projeto de doutorado em andamento, e que estava preparado para o cumprimento do cronograma e métodos planejados, a pandemia de Covid-19 (que me fez perder amigos e parentes) foi também uma oportunidade. Enxergando outra perspectiva, foi possível não apenas vivenciar uma experiência comumente negativa com a pandemia, mas, como toda crise, pudemos refletir sobre os processos diversos em nossas vidas. Em nosso caso, refletimos sobre o projeto educacional em ensino de ciências e buscamos alternativas às dificuldades impostas. Uma dessas dificuldades, o ensino remoto, era uma alternativa para a escola, mas, para nós, era um problema que buscamos transpor.

Aqui, considerando a natureza paradigmática complexa deste estudo, embora abordemos o período de crise sanitária como pandemia, na verdade, a consideramos uma

sindemia onde citamos Merrill Singer e colaboradores (2017) quando definiram o termo “através de uma abordagem ampla, considerando o contexto biossocial, uma vez que a consideração de outros fatores pré-existentes, tais como a pobreza, e a existência de outras doenças, podem potencializar o seu efeito”. Singer, que é médico e antropólogo, foi quem criou o termo e o conceito de sindemia em seus estudos sobre drogas em comunidades pobres dos Estados Unidos nos anos 1990.

Autores, como Almeida-Filho (2021) e Sanchez, Paredes e Vallejos (2020) discutem, ainda, o caráter da infodemia durante a crise sanitária, na qual as informações falsas repercutem fortemente, potencializando os efeitos da pandemia. Isso reforça o conceito de sindemia, que ao nosso olhar, abrange a infodemia e põe a educação à baila desta crise, visto que é na escola onde a infodemia é tratada através do letramento científico. Dessa maneira, com os impactos educacionais que sofremos, com exclusão de estudantes desfavorecidos socioeconomicamente, adoecimento e exaustão dos professores, precarização da educação em sentido amplo devido à crise sanitária, temos que tratar a pandemia como sindemia também por causa da crise educacional.

Ainda no ano de 2020, começaram a ser divulgados os primeiros resultados de pesquisas e relatos de experiências que apresentavam retratos da realidade pandêmica na educação brasileira. As críticas ao modelo foram diversas, Hayashi, Almeida e Arakaki (2020) criticaram a interação educacional entre estudantes e com o professor e a manutenção do paradigma tradicional através do uso de Tecnologias da Comunicação e Informação (TIC); Ribeiro, Cavalcanti e Ferreira (2021) problematizaram a não utilização da câmera, pelos estudantes, nas aulas; já Rondini, Pedro e Duarte (2020) abordaram as mudanças na prática pedagógica, fazendo um paralelo da Educação a Distância (EAD) com o ensino remoto; Saraiva, Traversini e Lockmann (2020) trataram da exaustão docente através da reinvenção dos professores em uma crise sanitária que superaram sem o apoio escolar e pela necessidade de manutenção do trabalho e renda.

O ensino remoto, assumido em caráter emergencial pela educação brasileira, se deu pela adaptação do uso de recursos tecnológicos de informação, tais como os aplicativos e videoconferências desenvolvidos para fins de reuniões, sem, no entanto, “alterar a metodologia das atividades presenciais, mantendo o projeto pedagógico do ensino presencial” (VIEIRA, 2020). Já Hayashi, Almeida e Arakaki (2021) classificam o processo do ensino remoto como tradicional, no qual os estudantes assistem e o professor apresenta. Saraiva, Traversini e

Lockmann (2020) definem o modelo de ensino remoto como constituído de atividade síncronas ao ponto de as instituições de ensino ministrarem aulas por meio do *Google Meet*® ou *Zoom*® nos mesmos horários que haveria as aulas presenciais.

Diferenciarmos o ensino remoto da EAD, visto que se constituem diferentes porque a “EAD conta com recursos e uma equipe multiprofissional preparada para ofertar os conteúdos e atividades pedagógicas, por meio de diferentes mídias em plataformas on-line” (HODGES, 2020). Sobre o ensino remoto, Rondini, Pedro e Duarte (2020) afirmaram que o seu intuito não é estruturar um ecossistema educacional robusto, mas sim ofertar acesso temporário aos conteúdos curriculares que seriam desenvolvidos presencialmente.

Em um trabalho apresentado por videoconferência na Bienal Internacional de Educação, da Formação e das Práticas Profissionais³⁴, em setembro de 2021, com base em nossos estudos parciais, nós nos posicionamos criticamente ao ensino remoto por ser um modelo elitista, pela exigência de condições estruturais e tecnológicas elitistas à realidade do IF Sertão PE, *campus* Salgueiro. Também consideramos que a nomenclatura ensino remoto apresenta uma correlação com o objetivo principal desta modalidade que está centrada no processo de ensino com rigor disciplinar, esquecendo-se do processo de aprendizagem. Para Saraiva, Traversini e Lockmann (2020) o ensino remoto restabelece a noção de um horário a ser cumprido, fixa os corpos em espaços celulares e o corte da comunicação são elementos associados aos mecanismos disciplinares.

Para além da disciplina e do comportamento, no qual as condições humanas, sociais, culturais, econômicas e infraestruturais não são consideradas pela escola durante o ensino remoto, há de se destacar a disciplina rígida do cumprimento do trabalho docente e do programa de curso, em que a meta é ofertar a completude do programa escolar em um processo de ensino tradicional. Na maioria das vezes, a verificação da aprendizagem será traduzida, sumariamente, pela entrega de uma atividade.

Outro ponto importante de considerarmos em uma pesquisa que aborda as relações culturais é a abrupta mudança cultural que o ensino remoto nos impôs: a escola, tal qual nós conhecemos, de cultura analógica, deixa de existir e transforma-se em uma escola virtual com

³⁴ SANTOS DE AQUINO, R. ; ACIOLY-RÉGNIER, N. ; ANDRADE, V. L. V. X. L'urgence de l'éducation interculturelle dans l'émergence de l'enseignement virtuel en biochimie dans un contexte multiculturelle au Brésil. La Biennale Internationale de l'Éducation, de la Formation et des Pratiques Professionnelles- Édition 2021, Association la Biennale ; Chair UNESCO "Formation Professionnelle, Construction Professionnelle, Transformation Sociales" et ICP ; Institut Catholique de Paris, Sep 2021, Paris, France. fihal-03504181. Disponível em : <<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03504181/document>>

uma cultura digital. Aguilar e colaboradores (2013) – quando pesquisaram sobre as interações entre as culturas analógica e digital em escolas secundárias da Espanha – perceberam que a relação cultural analógica e digital, assim como qualquer outra cultura, produz tensões ao serem relacionadas. E, para os autores, parte dessas tensões se encontra no seio da cultura escolar analógica que eles conceituam como escolas pré-digitais.

Bem, os autores investigaram essas questões muito antes da pandemia e em contextos em que as escolas espanholas investiam nas aprendizagens digitais, estimulando os professores a utilizarem ferramentas e aplicativos digitais e investiam em laboratórios tecnológicos e informatizados, nos quais a transição entre as culturas se davam particularmente nesses ambientes e momentos. Aguilar et al. (2013) investigaram sobre a densidade tecnológica, a interação tecnológica, a interação na rede, a percepção dos adultos (pais e professores), a percepção dos adolescentes e, por fim, a competência digital. Como todo choque cultural, os autores relataram que as tensões entre as culturas analógica e digital desmotivavam e criavam resistências às práticas educacionais.

Esse choque cultural ao qual Aguilar et al. (2013) se referiram foi verificado não só entre os estudantes adolescentes, mas também com pais e professores que passam por choques culturais entre o digital e o analógico em situações diferentes e complexa. Sobre isso, Rondini, Pedro e Duarte (2020) afirmaram que os professores são desafiados culturalmente quando usam ferramentas tecnológicas à sua prática pedagógica, associando, portanto, o contexto da cibercultura à sua didática, com a finalidade de ensinar a geração nascida na era digital. Sem dúvidas, os docentes se encontram nessa problemática cultural com o advento do ensino remoto.

Quando a definição do retorno das escolas em modelo de ensino remoto ocorreu, percebemos que esta modalidade não atendia aos nossos objetivos interculturais e nos debruçamos a pesquisar e descobrir responder às novas problemáticas que recaíam sobre o projeto de pesquisa: como promover um ensino e aprendizagem intercultural digital? Como desenvolver uma proposta de pesquisa em ensino de bioquímica intercultural, interdisciplinar, interativa, metodologicamente emergente e digital? Como transpor o paradigma tradicional replicado na comunicação por videoconferência?

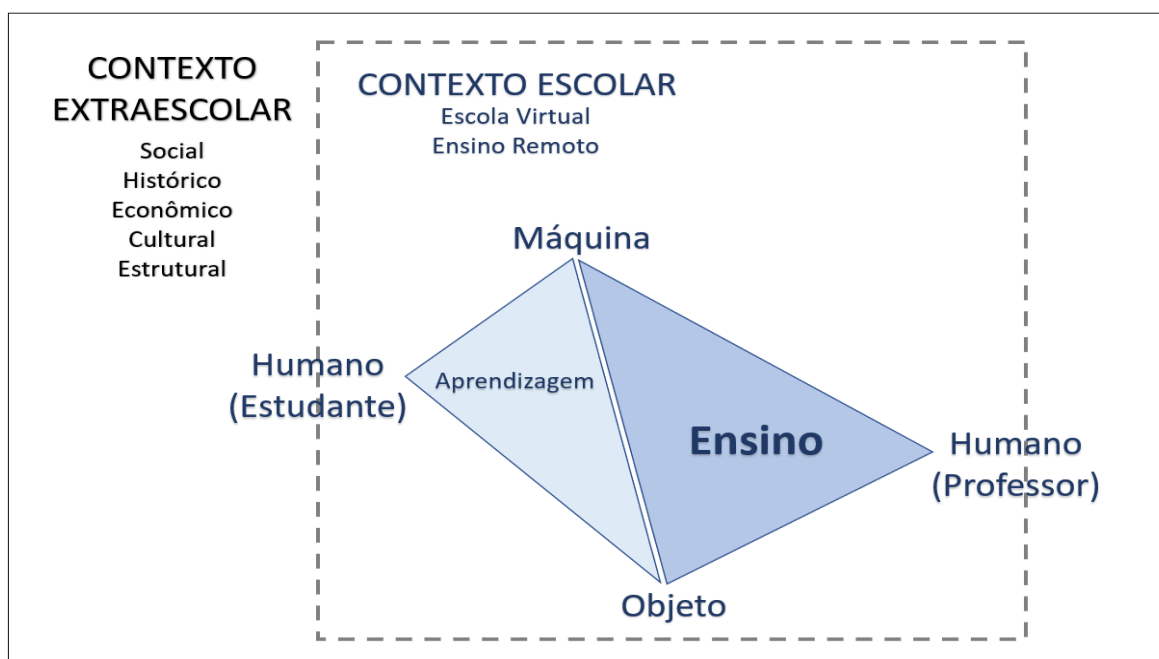
Pautados no pensamento crítico e problematizando o que era tido como solução, visto que tal postura neste capítulo nos orienta como referencial teórico, até pela novidade deste tema, apresentamos o modelo tripolar de Pierre Rabardel (1995) na obra *Les Hommes et les Technologies*, na qual ele trata sobre os instrumentos e a instrumentalização. A representação

do modelo tripolar é identificada por três polos compostos pelo humano³⁵, pela máquina e pelo objeto, sendo definido como:

O polo humano é menos constituído em termos de sujeito do que como componente humano (ele tem características e propriedades próprias) de um sistema maior que vai além e no qual está inserido; O polo máquina é considerado em termos de equipamentos, sistema operacional e seu funcionamento. Consequentemente, não tem ou tem muito pouco, um ponto de vista puramente instrumental no sistema, pois é um meio de ação do sujeito. Essa compreensão é simétrica à compreensão do homem no sistema; O polo objeto é considerado aquele ao qual a atividade do sistema está vinculada ao homem-máquina. O polo objeto consiste no objeto da atividade conjunta dos componentes do sistema imersos em um ambiente comum ao operador. (RABARDEL, 1995, p. 55).

A partir do modelo tripolar, nós podemos extrapolá-lo à representação do ensino remoto como uma ocorrência entre (professor)humano-máquina-objeto-máquina-humano(estudante) como constituintes da interação digital professor-estudante. Nessa perspectiva, pudemos representar o ensino remoto no contexto multicultural do *campus* Salgueiro em uma turma do EMI Agro composta por quatorze estudantes (SANTOS DE AQUINO, ACIOLY-RÉGNIER e ANDRADE, 2021) que é representado na Esquema 3:

Esquema 3 — Exemplificação do modelo tripolar de Rabardel (1995) aplicado ao contexto de ensino remoto brasileiro relacionando os processos de ensino e de aprendizagem



Fonte: Adaptado de Santos de Aquino, Acioly-Régnier e Andrade, 2021

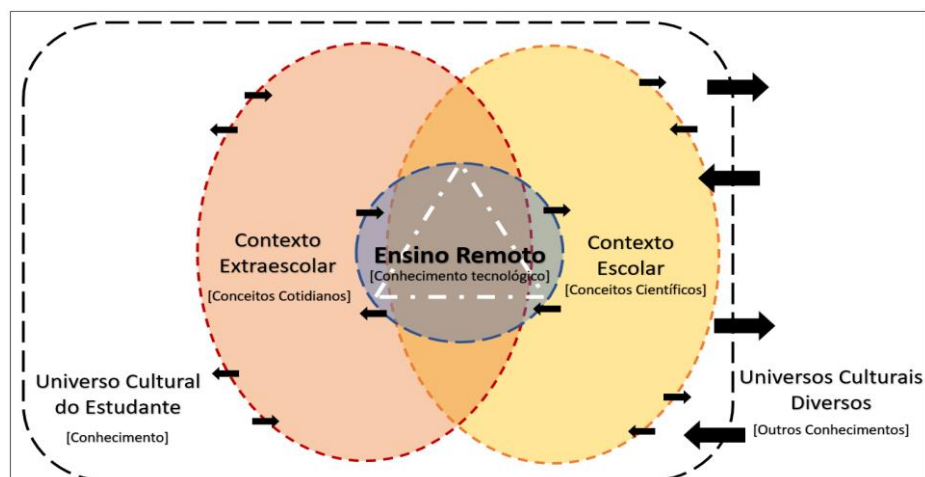
³⁵ Em Rabardel (1995) o polo humano é traduzido como *Homme* (Homem em português) que nós adotamos neste trabalho a substituição de homem por humano como prática decolonial não-machista.

Nessa perspectiva, buscamos integrar o modelo tripolar ao ensino remoto brasileiro conforme os contextos extraescolar e escolar (ACIOLY-RÉGNIER, 2010 e 2019) e suas influências na interação cognitiva humana através dos instrumentos tecnológicos.

Buscamos apresentar uma decomposição dos contextos, por exemplo, o extraescolar é constituído por uma realidade social, econômica e estrutural ligado à vulnerabilidade que impede os estudantes de condições de estudos apropriadas: a ausência de adaptação arquitetônica em casa com uma sala de estudo; condições relacionadas à família referente à coabitação com um número elevado de parentes; a infraestrutura tecnológica, como não ter acesso a *notebook*, *smartfone* adequado ao uso de aplicativos mais modernos; ausência de um serviço de oferta de sinal de Internet; a necessidade socioeconômica que os impõem ao trabalho para ajudar a família. O contexto escolar, marcado pela nova realidade de uma escola virtual que se transfere à casa dos estudantes e docentes misturando-se às peculiaridades da intimidade familiar.

Ainda baseado em Rabardel (1995) e em Acioly-Régnier (2010 e 2019), destacamos que, para um ensino remoto, ou até mesmo uma modalidade de ensino que se oponha ao modelo vigente de ensino remoto (novo objetivo que nos foi imposto pela sindemia de Covid-19), destacamos que um novo conhecimento deverá ser partilhado neste processo: o conhecimento tecnológico, que será o meio da relação escolar (Esquema 4) e representa a compreensão dinâmica do ensino remoto atrelado aos referenciais teóricos do modelo tripolar de Rabardel (1995), da educação intercultural entre os contextos escolar e extraescolar de Acioly-Régnier (2010 e 2019), as relações entre as culturas digital e analógica consideradas por Aguilar *et al.* (2013) e a teoria de travessia de fronteiras culturais de Aikenhead (1996 e 1997).

Esquema 4 — Perspectiva de compreensão do ensino remoto a partir dos referenciais teóricos



Fonte: adaptado de Santos de Aquino, Acioly-Régnier e Andrade (2021)

No Esquema 4 é possível notar que, em uma leitura do interior para o exterior da representação, o triângulo de borda tracejada branca representa a interação humano-máquina-objeto, o modelo tripolar de Rabardel (1995) que está inserido no domínio do ensino remoto. Nesse domínio inicial, é requerida a base de conhecimentos tecnológicos (aparelhos ou *hardware*, aplicativos ou *software* e o meio de comunicação digital que é a *Internet*). O domínio do ensino remoto (círculo azul) se insere entre os contextos extraescolar e escolar que se interseccionam, mas que não interseccionam integralmente o ensino remoto (propositalmente demonstrada para representar nuances não partilhadas entre os conjuntos nos quais as intersecções são plurais e refletem realidades distintas também). Para o contexto escolar, os conhecimentos científicos são requeridos, enquanto no extraescolar são os conhecimentos cotidianos que sustentam esse contexto sociocultural. Cada estudante será constituído por um sistema de integração intercultural e ele modula o próprio universo cultural com os demais universos culturais presentes na sala de aula (outros estudantes e com os professores). Os conjuntos se relacionam, não apenas através das intersecções, mas seus limites são permeáveis, contribuindo com as trocas de conhecimentos. Tais trocas são representadas pelas setas que apresentam fluxo duplo, como caracterização de um sistema aberto, dinâmico, inter-relacionado e complexo.

Após essa exposição teórica sobre o contexto do ensino remoto, trazemos à tona um desafio tradicionalmente reconhecido: o processo de ensino e aprendizagem da bioquímica. Essa disciplina, que se constitui de um universo submicroscópico e, por isso, exige mais do processo de abstração dos estudantes para imaginar aquilo que eles não veem: as moléculas e seus processos interativos sistêmicos. Essa problemática – que constitui o nosso projeto e contribui para a adoção do paradigma da complexidade – será apresentada no próximo tópico.

4.5 Ensino-aprendizagem em bioquímica: um desafio

Ampliamos a discussão sobre os paradigmas científicos contextualizada ao processo de ensino-aprendizagem de Bioquímica, foco de nossa proposta, e que se posiciona como uma perspectiva de pesquisa amparada pelos paradigmas sistêmico e complexo. Todavia, abordar mudanças paradigmáticas não é fácil devido à cristalização do paradigma científico vigente, o cartesiano, na estrutura filosófica e metodológica da nossa sociedade e, obviamente, das práticas escolares.

Nessa direção discursiva, Sá *et al.* (2018) afirmam que ensinar Biologia em uma perspectiva sistêmico-complexa (que valoriza a reelaborada articulação das partes para a compreensão do todo) requer uma transição paradigmática imprescindível. Em paralelo, Brayner-Lopes *et al.* (2018) reforçam a importância de se compreender a Biologia de maneira holística, ao defenderem que o estudo de conceitos compreendidos como sistêmico-complexos, próprios da Biologia, pode explicar como ocorre a compreensão dos conceitos microscópicos e submicroscópicos (entendidos como de natureza abstrata) e a necessidade de se considerar os paradigmas sistêmico e complexo. Essa compreensão revelada pelas autoras se fundamenta na notória desarticulação conceitual entre universos macro e microscópicos que compõem o indivíduo.

Brayner-Lopes *et al.* (2019) reconhecem que os avanços na compreensão da Biologia Celular e Molecular, enquanto áreas de pesquisa pura, são significativos, contudo, as autoras chamam a atenção para a problemática existente para o ensino desses tópicos que continua fragmentado e desarticulado. Na busca pela compreensão das partes com o todo e vice-versa, Behrens (2009) afirma que o paradigma que envolve a complexidade investe na superação da lógica linear e atende a uma nova concepção que traz em seu eixo articulador a totalidade e a interconexão.

Para entender essa desarticulação até então discutida, trazemos Sá *et al.* (2019) que elencam três representações ou níveis de percepção da realidade biológica: o nível macroscópico, o submicroscópico e o simbólico. Esta categorização da Biologia em níveis é muito importante para a elucidação da problemática que é o ensino e a aprendizagem da Bioquímica. Segundo as autoras, quando o conceito biológico se situa no nível macroscópico, sua compreensão é muito mais fácil, inclusive por facilitar a mediação do professor devido à materialidade que o conceito tem, por ser *visível*. Já os conceitos abrangidos sob o nível submicroscópico operam-se unicamente com ideias (conceitos) o que dificulta o raciocínio e a mediação.

Sobre a articulação entre esses níveis conceituais da Biologia, Sá (2017) explica que:

“[...] a desarticulação entre esses níveis hierárquicos estruturais provoca uma alienação na forma de conceber o indivíduo como um todo articulado *per se* e parte integrante das populações, comunidades, ecossistemas e do próprio planeta (biosfera). Parece, então, importante analisar as metodologias utilizadas no Ensino da Biologia que permitam articular estrutura e função, identificando os princípios básicos que norteiam os fenômenos. Deste modo seria possível facilitar a compreensão da existência e da interconexão dos dois universos (micro e macro) em um todo.” (SÁ, 2017, p. 26).

A Bioquímica apresenta-se como conteúdo submicroscópico em que os conceitos são abordados no campo das ideias e da simbologia. A pouca materialidade que ela apresenta dificulta o ensino e, conseqüentemente, a aprendizagem. Sendo uma área científica fortemente estruturada sobre a base do paradigma cartesiano, deve ser pensada de acordo com a perspectiva sistêmico-complexa, pois os conceitos submicroscópicos precisam, em seu estudo, serem compreendidos sistematicamente, tendo em vista que pertencem, de forma simultânea e interdependente, aos universos micros e macroscópicos (BRAYNER-LOPES *et al.*, 2018).

De que adianta fazer o estudante compreender o ciclo de Krebs se ele não consegue vincular esse conhecimento microscópico com condições sistêmicas da saúde humana ou animal? Na maioria das vezes, os conteúdos bioquímicos sequer são compreendidos, mas memorizados pelos estudantes sem contribuir com a aplicação científica em seu cotidiano. Com essa exposição chamamos a atenção para um problema da fragmentação do paradigma cartesiano que impossibilita a generalização de um conceito submicroscópico com outros conceitos macroscópicos.

Quando memorizamos ou, até mesmo, aprendemos as reações bioquímicas sequenciais do ciclo do ácido cítrico³⁶ acabamos por centralizar em um estudo especializado neste ciclo *per se*. O objetivo do estudo são as reações químicas, as enzimas envolvidas e o balanço das coenzimas NAD³⁷ e FAD³⁸. Isto dificultará inter-relações tanto em outros espectros submicroscópicos, quanto microscópicos e macroscópicos. Para melhor ilustrar tal argumentação, apresentamos a seguinte exemplificação:

- para compreendermos a respiração celular (dimensão submicroscópica) precisamos inter-relacionar outras vias do metabolismo bioquímico com o ciclo de Krebs, como a cadeia de transferência de elétrons, por exemplo.
- ou, ainda, quando estudamos o processo de reprodução celular (dimensão microscópica) é importante que relacionemos as interações atômicas e moleculares com eventos de dimensões microscópicas como a biossíntese de ATP (adenosina trifosfato – unidade molecular energética das células) que se dá a partir do ciclo de Krebs em atendimento à demanda energética da célula para se reproduzir;

³⁶ Ciclo do ácido cítrico ou ciclo dos ácidos tricarboxílicos: via metabólica cíclica, localizada na matriz mitocondrial (fluido contido na organela celular mitocôndria), com nove reações catalisadas por enzimas. Participa da síntese de ATP acoplada à cadeia transportadora de elétrons.

³⁷ NAD, nicotinamida adenina dinucleotídeo.

³⁸ FAD, flavina adenina dinucleotídeo.

- ao buscarmos compreender os fenômenos macroscópicos relacionados ao crescimento humano e animal que são dependentes dos demais fenômenos sub e microscópicos e mais uma porção de eventos diversos para a compreensão da Biologia, como o efeito da nutrição (alimentação), da temperatura no ritmo metabólico (onde temperaturas mais baixas promovem anabolismo – desaceleração das reações bioquímicas que está relacionada com a reserva de energia em forma de gordura, por exemplo; ou quando temperaturas mais altas contribuem com o catabolismo – acelerando as reações bioquímicas estando relacionado com a degradação das reservas de energia como a queima de tecido adiposo ou gordura).

Dessa maneira, a compreensão do Ciclo de Krebs, que ilustrou nossa problemática, não deve estar contida em si, visto que o conceito científico perde o sentido de significação prática na vida do estudante impedindo relações com situações comuns como o crescimento humano, a perda de peso e o efeito das dietas, a compreensão da proliferação de células imunológicas durante um processo infeccioso, ou através do entendimento das reações fisiológicas animais como a produção de leite pela vaca, ou do mel pela abelha, da peçonha de uma serpente, dentre outra infinidade de relações possíveis.

Destarte, a compreensão desarticulada colabora com falhas na construção conceitual e na generalização dos conceitos como exemplificado por Brayner-Lopes *et al.* (2018). Através da identificação de estudos sobre o ensino de conceitos abstratos e complexos na Biologia, as autoras perceberam que as teorias de aprendizagem, de forma isolada, não dão conta de mecanismos que superem os impasses estabelecidos na aprendizagem desses conceitos.

Assim, Brayner-Lopes *et al.* (2018) destacam o trabalho de Jófili *et al.* (2010) que relacionou lacunas conceituais com as limitações do paradigma cartesiano. Ao desenvolverem um estudo sobre o conceito de glicólise, trabalhado numa intervenção pedagógica em uma turma de licenciandos em Ciências Biológicas, elas perceberam a existência de lacunas conceituais nos conteúdos que são necessários à compreensão de outros conceitos: funções orgânicas, reações químicas, ligações químicas e o próprio metabolismo celular que envolve as transformações energéticas.

Ainda sobre o estudo de Jófili *et al.* (2010), Brayner-Lopes *et al.* (2018) ressaltam que:

Foi observada também a dificuldade que os estudantes apresentaram nas questões que envolviam abstrações, não conseguindo estabelecer relações entre o universo microscópico e as funções orgânicas macroscópicas. O que leva à sugestão de uma maior atenção nos cursos de Licenciaturas em Ciências Biológicas, com os conceitos considerados abstratos e complexos, bem como

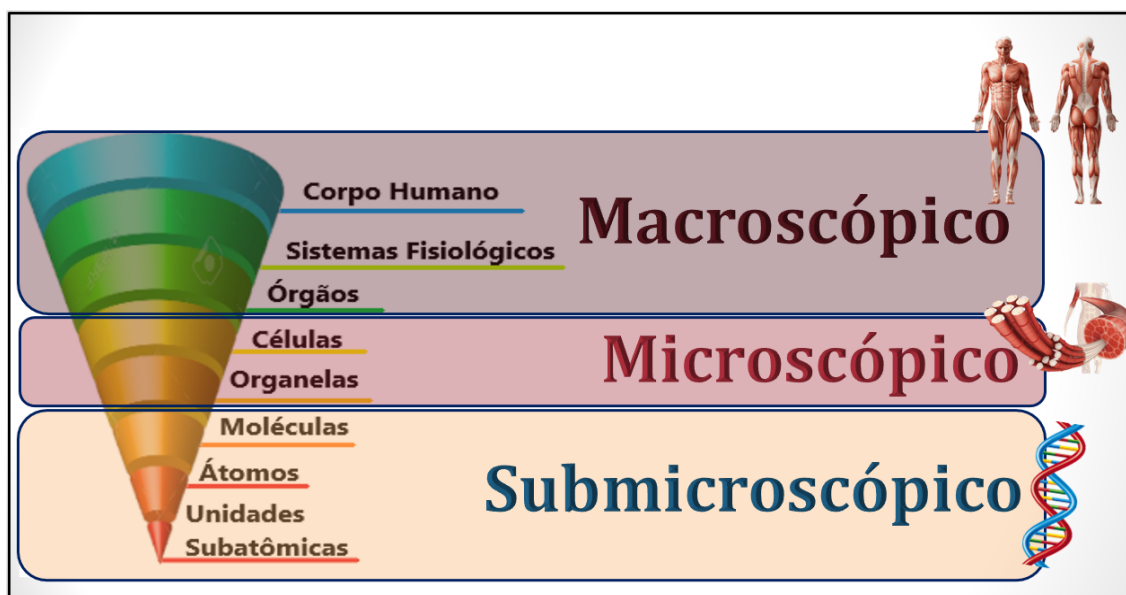
com a interação de áreas de conhecimentos afins como a Química e a Física. (JÓFILI *et al.*, 2010; APUD BRAYNER-LOPES *et al.*, 2018).

O que as autoras revelam são dificuldades no processo de aprendizagem relacionado à fragmentação do conteúdo e não apenas isso, mas, além da não-articulação dos conceitos da Biologia entre os níveis macro e submicroscópicos, a falta da articulação interdisciplinar necessária para a aprendizagem da Bioquímica que é, por essência, interdisciplinar. A ausência de um pensamento na perspectiva sistêmico-complexa compromete raciocínios que interliguem conceitos da Biologia, da Química e da Física durante o processo de ensino-aprendizagem da Bioquímica.

Relacionando a dificuldade de ensinar e de aprender Bioquímica com a sala de aula multicultural, trazemos a contribuição de Sá *et al.* (2018) quando afirmam que “a maioria das dificuldades envolvendo a construção de conceitos que necessitam ser formulados num plano abstrato, traduzidos através da linguagem e contextualizados em situações do cotidiano, envolvia aspectos próprios do processo cognitivo”. De modo complementar, juntamos as falas de Brayner-Lopes *et al.* (2018) ao reconhecerem que a dificuldade do processo de ensino e aprendizagem de conceitos biológicos se dá também porque “os conhecimentos trabalhados na escola não possuem relação com as experiências do cotidiano”.

Para melhor exemplificar o que tratamos de apresentar nesta sessão do nosso referencial teórico, apresentamos no Esquema 5 um exemplo bioquímico e a sua estruturação isolada e aplicada, quase que exclusivamente, ao domínio submicroscópico:

Esquema 5 — Um exemplo da biologia e suas perspectivas baseadas no paradigma cartesiano



Fonte: autoria própria. Criada com o Paint 3D®

Em todo momento, o nosso corpo – enquanto sistema energético aberto – realiza um imensurável número de reações bioquímicas em cadeia e inter-relacionadas. É uma realidade complexa, que nós não conseguiríamos tratá-las e compreendê-las sem a organização cartesiana. Mas, em contrapartida, o cartesianismo nos acomodou às visões singulares e repartidas da realidade que nos fazem, por exemplo, considerar o estudo isolado do sistema muscular, da célula muscular e do DNA que compõe perspectivas diferentes da biologia.

A compreensão da realidade se torna complexa à medida que avançamos ao campo submicroscópico. Compreender como os sistemas e as suas composições anatômicas funcionam não é tratado como algo complexo por estar compondo o nosso nível de construção conceitual, isto é, quando um objeto – que é captado pelos nossos sentidos – é representado em nosso sistema mental. Isso favorece a construção do conhecimento conforme a zona de desenvolvimento proximal (ZDP), ou seja, como formar conceitos do que é abstrato como a bioquímica e transpor a acomodação que o paradigma cartesiano impôs?

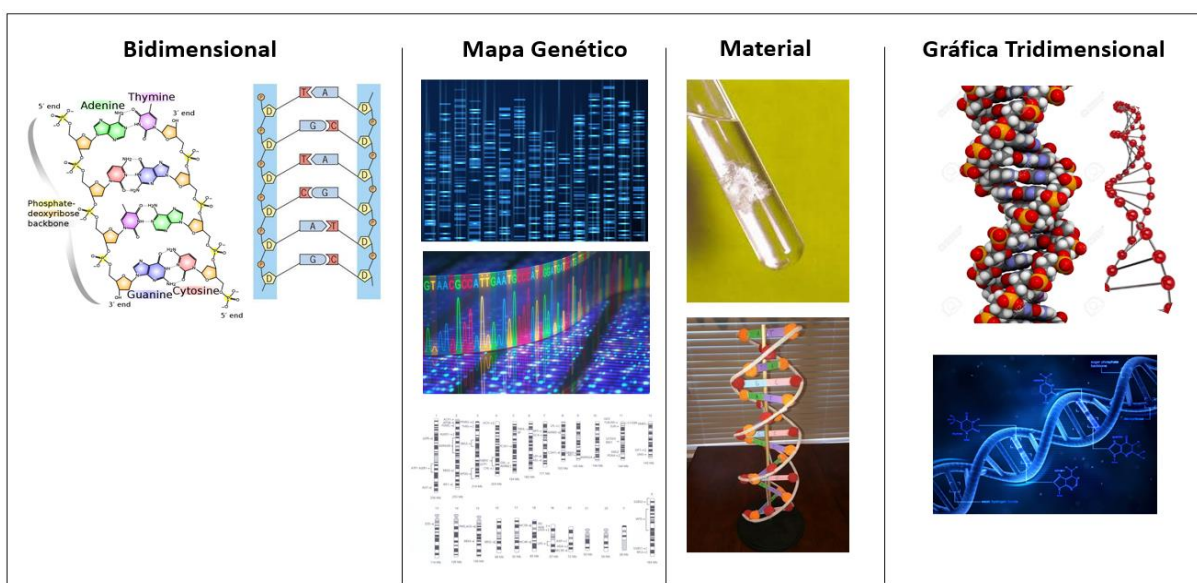
Para responder a essa pergunta, retomamos Vygotsky (1991) e Vergnaud (1990) para tratar das relações entre os significantes e os significados, conforme já apresentado em sessão anterior. Na bioquímica, é imprescindível a construção dos significados abstratos para que o conteúdo faça sentido e o conceito científico, então, opere o significado. Para ensinar e aprender bioquímica, essa relação se faz muito importante, por isso, para que o desenvolvimento do conhecimento aconteça, precisamos falar sobre as diferentes formas de representar os significantes. Para tanto, deveremos lançar mão de diferentes símbolos, ou diferentes sistemas simbólicos que são tratados por Roxane Rojo (2017) como sistema de multiletramento.

Sobre multiletramento e novos letramentos Rojo (2017) diz que

multiletramentos são as práticas de trato com textos multimodais ou multissemióticos contemporâneos – majoritariamente digitais, mas também impressos -, que incluem procedimentos (como gestos para ler, por exemplo) e capacidades de leitura e produção que vão muito além da compreensão e produção de textos escritos, pois incorporam a leitura e (re)produção de imagens e fotos, diagramas, gráficos e infográficos, vídeos, áudios, etc. *Novos letramentos*, ou letramentos digitais, são um subconjunto dos multiletramentos, definido, segundo Lankshear e Knobel (2007), pela “nova” tecnologia (digital) adotada, mas não principalmente. O que define fundamentalmente os novos letramentos, segundo os autores, é um novo “ethos”, isto é uma nova maneira de ver e de ser no mundo contemporâneo, que prioriza a interatividade, a colaboração e a (re)distribuição do conhecimento, ao invés da hierarquia e da posse controlada e vigiada do conhecimento por diversas agências, como a escola, as editoras e a universidade. (ROJO, 2017, p. 4).

Em outras palavras, a representação dos símbolos que concebem objetos visíveis – tal como o tecido muscular apresenta uma facilidade para construí-lo como conhecimento científico, mas a representação do DNA, por exemplo – pode ser feita de diferentes maneiras, através da representação multissemiótica que pode representar a molécula desde o uso da linguagem (oral e escrita – inglês: *DNA*, *Deoxyribonucleic acid* – em português: ADN; Ácido Desoxirribonucleico); esquema molecular bidimensional; tridimensional em distintos modelos e em animações gráficas; através da condensação que promove o isolamento de proteínas que contém o DNA realizadas em experimentações escolares usando a saliva ou frutas representando a obtenção de uma substância esbranquiçada que se suspende no solvente; através da leitura de um mapa genético ou, ainda, as representações dos nucleotídeos em seu seguimento ou estrutura (Esquema 6).

Esquema 6 — Diferentes representações do DNA



Fonte: autoria própria. Construída com *Paint 3D®* e imagens disponíveis na Internet

Além dessas representações do DNA, podemos ainda afirmar que outro tipo representacional pode favorecer a compreensão das reações bioquímicas: a animação gráfica 3D (tridimensional). Os filmes e animações computadorizadas contribuem com a construção do conceito científico de perspectiva submicroscópica que é abstrato, dinâmico, de alta velocidade (milésimos de segundos) e interdisciplinar, constituindo fatores que o complexificam como é o caso das reações bioquímicas.

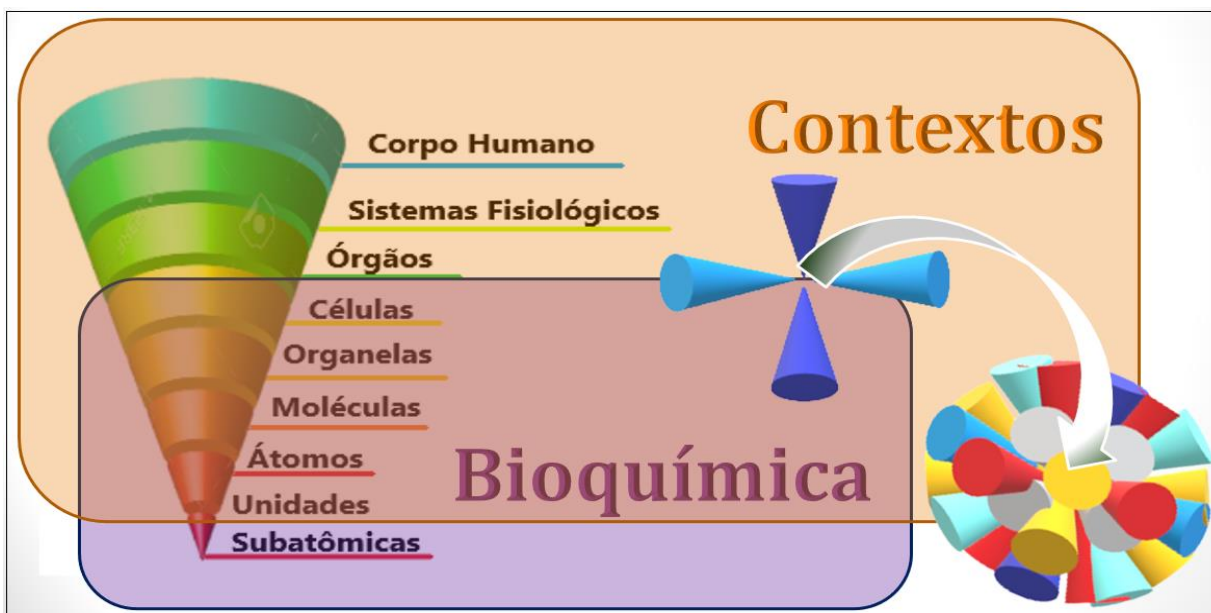
Os diferentes significantes para um determinado conceito abstrato servem de base ao desenvolvimento do conhecimento científico. Os diferentes sistemas de representações farão

com que a construção do conceito encontre acomodação em algum sistema representacional do contexto extraescolar, ou seja, da cultura do estudante. Por se tratar de uma sala de aula multicultural, onde indígenas e quilombolas constroem e transmitem seus conhecimentos cotidianos através da arte (desenho, artesanato, pintura etc.), ou através da oralidade de determinados sistemas semióticos – utilizados na escola de maneira diversificada – poderão favorecer a construção do conhecimento científico.

No contexto multicultural, o multiletramento deve ser considerado tanto no processo de ensino quanto na verificação da aprendizagem, uma vez que permite partir do estudante e da representação simbólica que melhor o convém, de acordo com as suas práticas e conhecimentos culturais cotidianos.

Para mediar a compreensão dos referenciais teóricos aplicados ao ensino da bioquímica, apresentamos no Esquema 7 as relações interdisciplinares e a necessidade de buscar outros paradigmas de ciência e de método didático-pedagógico que favoreçam a compreensão não fragmentada dos conteúdos bioquímicos.

Esquema 7 — A natureza interdisciplinar e paradigmática no ensino de bioquímica



Fonte: autoria própria. Construído com *Paint 3D*®

A figura nos mostra relações entre o paradigma cartesiano que organiza os conteúdos de maneira reducionista, partindo do macro, corpo humano até as unidades subatômicas. Comumente, o conteúdo de bioquímica é trabalhado de maneira compartimentalizada, no qual cada conteúdo é visto isoladamente e não são bem conectados ao universo macroscópico; ou

seja, a bioquímica naturalmente se restringe ao universo microscópico e submicroscópico. Essa organização do conhecimento bioquímico permite a relação dos universos não-visíveis (microscópico e submicroscópico) com o universo macroscópico (campo material visual e palpável) quando trata de exemplos contextuais também isolados.

Em uma perspectiva sistêmica ou complexa, a relação entre os conteúdos é feita simultaneamente em processos cartesianos de especificação reducionista, ao mesmo tempo em que se revisita o contexto macroscópico ampliando a análise sobre o objeto de estudo. À medida que esse movimento relacional se dá através da consideração de outros objetos de estudo (normalmente compreendidas como variáveis) possibilitando uma visão simultânea do macro ao micro desse novo objeto de estudo; associado ao primeiro, temos uma ampliação paradigmática à visão sistêmica (representada pelo conjunto de quatro cones que se relacionam a partir de um objeto de estudo em comum analisado por diferentes perspectivas e conhecimentos). À medida que esse processo de considerar mais e mais variáveis para a compreensão do objeto de estudo se intensifica, aproximamo-nos do paradigma da complexidade. De tal maneira, sempre estaremos a nos aproximar, visto que a nossa capacidade de traduzir a realidade partirá sempre da finitude do nosso olhar e da nossa experiência com o real.

Ora, tais considerações apenas valorizam a nossa proposta no sentido de – pautados nos paradigmas sistêmico e complexo – investigarmos o ensino e a aprendizagem da Bioquímica numa sala de aula culturalmente heterogênea (com a consideração dos contextos culturais). Todo o exposto evidencia, portanto, a nossa preocupação com a travessia de fronteiras culturais entre a cultura escolar e as culturas étnicas presentes na sala de aula (contextos escolar e extraescolar). Dessa maneira, a nossa proposta vai ao encontro do que defende Sá *et al.* (2018) sobre a necessidade de investir em estudos que aprofundem as questões relacionadas com a aprendizagem de conceitos abstratos que são identificados como de natureza sistêmico-complexas.

4.6 Multiculturalismo, interculturalismo e transculturalismo

Ao tratarmos de um ambiente multicultural, é nossa responsabilidade elucidar sobre os principais conceitos relacionados às interações culturais, mesmo porque alguns deles podem apresentar concepções distintas na literatura correlata. Por isso, é prudente que tratemos aqui de conceituar o multiculturalismo, o interculturalismo e o transculturalismo.

Para a compreensão conceitual do Multiculturalismo abordamos nesta discussão a cultura, a gênese cultural e o hibridismo para uma apresentação madura sobre o multiculturalismo. É salutar que compreendamos que as culturas se formam conforme o senso de identidade e diferença que são cognitivamente apreendidos, permeados e mantidos nos grupos sociais, passando, assim, a integrar compreensões de distinções sociais, a saber: raça, etnia, nacionalidade, regionalidade, dentre outros adjetivos distintivos. Essa gênese cultural acontece através da linguagem, como defende Silva (2014) ao afirmar que a identidade e a diferença, necessárias na gênese cultural, não podem ser compreendidas fora do sistema de significação.

Em todo este processo de gênese social, nota-se que as relações socioculturais são pautadas pela intrínseca interação de identidade e diferença, fator que contribuirá com o desequilíbrio social, devido às relações de poder entre as sociedades estabelecidas. Cabe a cada sociedade o ímpeto de fortalecer e sustentar suas práticas culturais frente às práticas culturais de outra sociedade dominante.

Uma sociedade pode ser constituída por diferentes culturas, em que é possível a formação de hibridismo cultural em diversos aspectos, ou não (depende da resistência cultural ao aceitar o hábito ou o conhecimento de outra cultura). Assim, os anseios de cada cultura, em prol de sua autoafirmação, serão constituídos em preceitos políticos moldados através das relações de poder que emergem nessas relações culturais.

Nessa linha de raciocínio, ainda assim sujeito às incompreensões provocadas pela polissemia, característica ao termo Cultura que compõe a palavra Multiculturalismo, Hall (2003) busca conceituá-la da seguinte maneira:

[...] o termo multicultural é qualificativo, relacionado a características sociais e problemas de governabilidade em qualquer sociedade na qual convivem diferentes comunidades culturais, enquanto o termo multiculturalismo é substantivo, referindo-se a estratégias e políticas adotadas para governar ou administrar problemas de diversidade gerados pelas sociedades multiculturais. (HALL, 2003, p. 52).

Enquanto Hall (2003) caracteriza o multiculturalismo como: estratégias e políticas adotadas para governar ou administrar problemas de diversidade, gerados pelas sociedades multiculturais, podemos compreender ainda que diante de tamanha diversidade cultural, haverá diversidade multicultural de um país para outros, por exemplo: a multiculturalidade na Nigéria será diferente da multiculturalidade da Indonésia, sendo as duas diferentes daquela encontrada

nos Estados Unidos, ou ainda no Brasil. Cada uma apresentará variantes que afetarão as relações políticas e multiculturais.

Sobre essas variações multiculturais na sociedade brasileira, Moreira (1999) e Candau e Moreira (2008) classificam o multiculturalismo conforme a profundidade das relações multiculturais (Quadro 4), possibilitando a compreensão da variação conforme as diferentes intensidades das relações de poder exercidas.

Quadro 4 — Tipos de classificação do multiculturalismo

(Continua)

MOREIRA (1999)		INTENSIDADE DAS RELAÇÕES DE PODER	CANDAU e MOREIRA (2008)	
Classificação	Características		Características	Classificação
Conservador	Pressupõe situações de inferioridade, e a coexistência de uma elite capaz, competente, tomando as rédeas da cultura comum, dominante.	Forte	Tem caráter descritivo quanto à diversidade cultural e assimila tal diversidade no escopo de uma cultura dominante que ofusca as culturas minoritárias diversas.	Assimilacionista
Liberal	Concebe a igualdade entre raças, situações de deficiência de qualquer ordem aceitando normas e valores igualitariamente entre os homens, como o discurso meritocrático.	Intermediária	Enfatizam as diferenças para garantir a expressão de diferentes identidades culturais e a necessidade de espaços próprios para que possam expressar com liberdade a própria cultura.	Diferencialista ou Monoculturalismo Plural
Liberal de Esquerda	Ressaltam as diferenças culturais, especializando-as e naturalizando-as, afirma as diferenças, mas desconsidera a produção histórica e social das identidades.			
Crítico	Rejeita a igualdade e os pontos de diferenciação considerando a	Fraca	Posiciona-se na liberdade democrática do convívio plural e	Interativo ou Interculturalismo

	história e o desenvolvimento social ressaltando o interculturalismo, como processo e diálogo e partilha.		inclusivo que articulam políticas de igualdade com políticas de identidade.	
--	--	--	---	--

Fonte: adaptado de Moreira (1999) e Candau e Moreira (2008)

É possível perceber que na classificação dos tipos multiculturais feitas por Moreira (1999) e Candau e Moreira (2008), o conceito de interculturalismo é indireto no trabalho do primeiro autor, quando define a classificação do Multiculturalismo Crítico sem citar o conceito, o que é feito diretamente por Candau e Moreira ao definirem, já no título, o Multiculturalismo Interativo ou Interculturalismo.

Weissman (2018) nos traz considerações contíguas e, ao mesmo tempo, suplementares às considerações de Moreira (1999) e Candau e Moreira (2008) quando apresenta conceituações sobre multiculturalismo, interculturalismo e transculturalismo (Quadro 5). Ele conceitua a interculturalidade como um processo independente do multiculturalismo, ou seja, não contido nele, tal qual a classificação intercultural derivada do multiculturalismo que Candau e Moreira (2008) nos trouxeram.

Quadro 5 — Conceituação de multiculturalidade, transculturalidade e interculturalidade segundo Weissman (2018)

MULTICULTURALIDADE	TRANSCULTURALIDADE	INTERCULTURALIDADE
<ul style="list-style-type: none"> • Prefixo <i>multi</i>, numeroso; • Um conjunto de culturas em contato, mas sem se misturar; • Admite-se a diversidade de culturas, sublinhando as diferenças e propondo teorias relativistas que geralmente reforçam a segregação; • Preeminência de uma cultura sobre outra. 	<ul style="list-style-type: none"> • Prefixo <i>trans</i>, através, além de; • Termo usado pela corrente austro-húngaro-francesa de pensamento que é a etnopsicanálise numa combinação de antropologia e psicanálise; • Teoria dinâmica que procura uma constante discussão entre o social como contexto simbólico do migrante e sua dinâmica intrapsíquica e consequente modificação que apareça a partir do diálogo; • Apoia-se na cultura e nos seus atravessamentos sociais e menor consideração à intersubjetividade do caso a caso. 	<ul style="list-style-type: none"> • Prefixo <i>inter</i>, posição intermediária, reciprocidade, interação, intermediação; • Apresenta culturas em conflito e em diálogo, ao mesmo tempo, não busca obstruir as diferenças e sim valorizar o diálogo entre as culturas e seus entrelaçamentos; • Tem conformação heterogênea que se separa da cultura hegemônica em busca de diálogos ou gestos interculturais.

Fonte: adaptado de Weissman (2018)

A compreensão da multiculturalidade pode ser aprofundada em determinadas temáticas sociais, como a exemplo desta proposta de trabalho que busca pesquisar a construção de conceitos científicos numa sala de aula multicultural com proposições didático-pedagógicas que buscam a interculturalidade. Especificamente, a investigação do processo de ensino-aprendizagem em bioquímica em uma sala de aula composta por indígenas, quilombolas e sertanejos possibilitará compreender a situação multicultural nesse contexto. Acreditamos que a pesquisa permitirá, por exemplo, identificar a influência cultural na aprendizagem e, conseqüentemente, reforçará a preparação de professores no âmbito multicultural e a emergência por uma didática pensada e praticada a este propósito.

4.7 Travessia de fronteiras culturais para a construção de conceitos

O estudo da educação em culturas-cruzadas tem sido foco de diversos autores que buscaram identificar o processo de ensino-aprendizagem de grupos étnicos, historicamente subjugados, sobretudo nos contextos de países que se construíram sob o regime colonial, conforme Santos de Aquino, Carneiro-Leão e Amaral (2019). Algumas teorias ou propostas são apresentadas no Quadro 6, no qual destacamos a teoria de Travessia de Fronteiras Culturais de Aikenhead por ser pauta teórica em nossa investigação.

Quadro 6 — Teorias que propõem o estudo intercultural na sala de aula

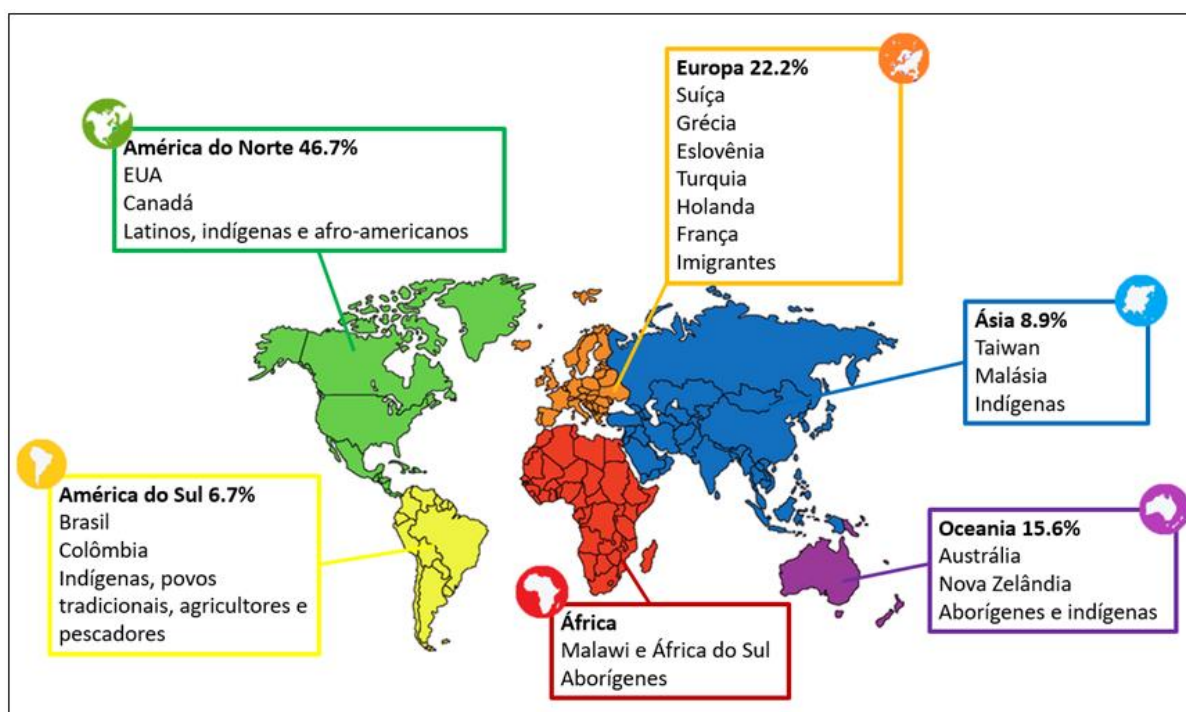
AUTORES	TEORIA	PROPOSIÇÕES
Ladson-Billings (1995)	Pedagogia culturalmente relevante	Propõe um plano de trabalho para empoderamento de estudantes “não-convencionais” e mudanças no sistema de educação.
Aikenhead (1998)	Travessia de fronteiras culturais	Entende os processos cognitivos entre as diferentes culturas.
Pewewardy (1998)	Modelo culturalmente responsivo	Defende a integração da multiculturalidade com os diferentes estilos de aprendizagem dos estudantes.
Parsons et al. (2005)	Instruções culturalmente congruentes	Entende como uma ponte no processo de aprendizado que deve ser considerada e compreendida.

Fonte: adaptado de Santos de Aquino, Carneiro-Leão e Amaral (2019)

Em estudo sobre as tendências dos trabalhos de pesquisa na área de ensino intercultural e travessia de fronteiras, Santos de Aquino, Carneiro-Leão e Amaral (2019) sintetizam as produções na área em nível mundial e nacional, bem como as etnias ou povos estudados (Mapa

2). Os autores ainda destacam que a temática tem despertado, gradualmente, maior interesse pela comunidade científica e que tal temática tem sido explorada em diversas áreas: formação de professores, construção de conceitos, motivação, nos diversos níveis de ensino e em escopos teóricos e de pesquisa aplicada em sala de aula.

Mapa 2 — Distribuição mundial da produção científica sobre educação em culturas-cruzadas



Fonte: construído a partir de Santos de Aquino, Carneiro-Leão e Amaral (2019)

Após um breve panorama, destacamos os trabalhos de Aikenhead (1996, 1997 e 2001), que, ao se dedicar aos estudos educacionais indígenas no Canadá, contribuiu com a proposição da teoria de travessia de fronteiras culturais no ensino de ciências. Ela se baseia em teorias construtivistas sociais, tendo como alicerce o modelo sociocognitivo de ensino e aprendizagem de O'Loughling (1992), o qual expõe o poder social e seus privilégios nas aulas de ciências. A travessia cultural proposta por Aikenhead (2001) consiste no ensino de ciências no contexto dos indígenas, a partir da língua em que se utiliza a linguagem técnico-científica, o inglês e o dialeto local. No sertão pernambucano, quilombolas e indígenas não mais falam seus idiomas tradicionais que foram substituídos pelo português brasileiro; todavia, esta língua apresenta – devido ao processo sincrético – variações linguísticas importantes de uma região para outra, sobretudo em função da cultura e do grande território.

A educação científica sob a perspectiva cultural se baseia em várias hipóteses conforme apontado por Aikenhead (2001):

(1) a ciência ocidental é uma cultura de identidade própria formada por várias subculturas de sociedades euro-americanas; (2) as pessoas vivem e coexistem identificadas em várias subculturas caracterizadas pelas linguagens, etnia, gênero, classe social, ocupação, religião e região geográfica; (3) as pessoas se movem de uma subcultura para outra, num processo chamado de “passagem de fronteira cultural”; (4) as principais identidades culturais das pessoas podem estar em desacordo com a cultura da ciência ocidental em diferentes graus; (5) aulas de ciências são uma subcultura da cultura escolar; (6) muitos estudantes experimentam uma mudança cultural quando se movem do próprio modo de vida para o mundo da ciência escolar; (7) por isso a aprendizagem científica é uma travessia cultural; (8) estudantes tem mais sucesso se receberem auxílio negociando essa travessia; (9) essa ajuda pode vir do professor que identifica as fronteiras culturais a serem cruzadas, guiando os estudantes antes e depois dessas fronteiras, deixando-os fora dos conflitos culturais, motivando-os a aproveitarem o impacto que a ciência e tecnologia ocidentais têm no mundo de vida deles. (AIKENHEAD, 2001).

Diante do exposto até o momento, levanto os seguintes questionamentos: Como compreender as relações culturais fronteiriças sem a compreensão das culturas envolvidas? E como situar-se conceitualmente acerca da cultura que é definida de diversas maneiras à luz de distintos referenciais? Essa variedade conceitual sobre cultura foi discutida por Acioly-Régner (2010, p. 9), quando citou o trabalho de Dasen (2002, p.12), exemplificando que em 1952 já havia 164 definições diferentes catalogadas para o termo cultura apontando isso como obstáculo aos trabalhos que envolvem a temática cultural.

Para compreensão desta dificuldade conceitual, trazemos conceituações sobre cultura que, por sua vez, pode ser definida antropologicamente como as normas, valores, crenças, expectativas e ações convencionais de um grupo (PHELAN, DAVIDSON e CAO, 1991), mas que pode apresentar outras definições como os aspectos materiais, sociais, cognitivos e linguísticos da cultura (LEAVITT, 1995), ou, ainda, os aspectos ecológicos, sociais e cognitivos da cultura evidenciados por Stairs (1995).

Neste trabalho, a cultura será considerada em referência ao ambiente cultural escolar que é composto pelos contextos extraescolar e escolar que emergem juntos na sala de aula. Conhecê-los proporcionará uma aprendizagem significativa e utilitária ao estudante, principalmente por aproximar a ciência escolar com a cultura discente. Acioly-Régner (2018) definiu o contexto como um conjunto de condições que limitam a ação, resultado de uma situação. Para a autora, enquanto um contexto é uma condição antecedente, uma situação é um resultado. Assim, a situação pode ser entendida como variável dentro de um determinado contexto que a limita e é invariável. No contexto sertanejo, por exemplo, podemos ter uma diversidade de situações em escolas indígenas, quilombolas, rurais, particulares e públicas.

De certo, a travessia de fronteiras culturais necessita de contextualização que exige imersão cultural, por parte do professor, no mundo cotidiano dos alunos, buscando evitar um ensino colonizador sob um ponto de vista estrangeiro. Para Acioly-Régner (2010) a compreensão da construção do conhecimento, em diferentes contextos, passa pela consideração dos conceitos científicos e os conceitos cotidianos: os primeiros se formam a partir de uma ação intencional da escola que compõe o contexto escolar; quanto aos segundos, os conceitos cotidianos se formam espontaneamente e estão associados ao contexto extraescolar.

Sobre o papel da escola na consideração da diversidade cultural, podemos citar as implicações que tais relações podem significar ao desempenho escolar, normalmente de sucesso para determinados grupos culturais e de fracassos para outros. Essa relação de sucesso e de fracasso escolar foi observado por Silva *et al.* (2019) que verificam a tendência ao baixo desempenho médio na disciplina de Química, por parte dos alunos de escolas rurais, especialmente quando comparado à média dos alunos de escolas urbanas da cidade de Ouricuri, no Sertão do Araripe em Pernambuco.

Outro autor que abordou a temática foi Corbett (2015), ao estudar a educação rural na Austrália e compará-la com a de outros países, como Canadá e Estados Unidos. O autor verificou que, no geral, a juventude rural teve um desempenho inferior ao dos jovens urbanos e atribuiu esse resultado à estigmatização do meio rural como atrasado e não moderno (atributos inversos ao ambiente urbano). De tal maneira, esses estigmas fazem com que políticas públicas não sejam elaboradas – com a mesma importância àquelas conferidas às grandes cidades – no ambiente rural. Essas relações estão estritamente vinculadas às relações de poder reveladas nas interações interculturais, favorecendo a representação da estrutura social dentro da escola, resultando, assim, em privilégios e exclusões em que a cultura terá papel fundamental nessas diferenciações.

Sobre a representação da estrutura social no ambiente escolar, Carraher e Schliemann (1983, p.3), ao estudarem o fracasso escolar, particularmente na aprendizagem da Matemática, verificaram que ele é seletivo às camadas pobres da população. Por isso, essa problemática requer explicações de ordem social, econômica e cultural; analisando, também, o que acontece na escola, juntamente com a contribuição da criança, para o processo de conhecimento escolar e evitar, assim, um determinismo mecânico dirigido apenas às ordens econômica, social e cultural. Situando-nos nessa perspectiva, propomos o estudo holístico da questão multicultural no IF Sertão Pernambucano em Salgueiro-PE.

A escola, por ser mediadora da relação de desenvolvimento ontológico e desenvolvimento cultural, é também um dos fatores mais importantes na manutenção de uma estrutura social, conforme verificado por Carraher e Schilemann (1983):

As escolas brasileiras iniciam bem cedo o processo seletivo em função da camada social, pois já na primeira série primária são eliminados, por reprovação ou evasão, aproximadamente 38% dos alunos. Os altos índices de fracasso escolar nas camadas de baixa renda na primeira e segunda séries do primeiro grau no Brasil parecem garantir a reprodução do sistema de classes.” (CARRAHER; SCHILEMANN, 1983, p. 3).

Esse fracasso escolar revelado nas relações de poder entre as culturas é extrapolado à vida cotidiana em que o indivíduo atua sem, necessariamente, precisar do conhecimento científico, fazendo uso do conhecimento tradicional. Aikenhead (1996) reconheceu que há um fracasso na aplicação do conhecimento escolar na vida extraescolar do estudante; ele afirmou que o conteúdo científico tradicionalmente aprendido na escola raramente pode ser aplicado ao mundo cotidiano, impedindo o objetivo de construir uma força de trabalho qualificada para o desenvolvimento de uma nação, e isso se deve à natureza estrangeira do conteúdo científico.

Os baixos níveis de educação e consequentes altas taxas de vulnerabilidade social de minorias étnicas são resultados de processos históricos de colonização, inclusive educacional, que têm suprimido ou banido o sistema de conhecimento desses povos, especialmente as línguas e as culturas. Isso não foi apenas preocupação dos teóricos das Ciências Naturais, mas também de outros como os matemáticos, por exemplo.

Em 1977, para valorizar o ensino intercultural da matemática uma nova conceituação surgiu quando ela foi definida como a “arte ou técnica de explicar, de conhecer, nos diversos contextos culturais” (D’AMBRÓSIO, 1996). D’Ambrósio utilizou a terminologia “Etnomatemática”, apontando para a importância da sensibilização do professor para conhecer os contextos culturais dos estudantes em prol de uma educação intercultural. Nessa discussão, o autor nos oferece ótimo discurso sensibilizador à educação intercultural ao defender que “o aluno tem suas raízes culturais, parte de sua identidade e, no processo, essas são eliminadas. Isso é evidenciado, de maneira trágica, na educação indígena. O indígena passa pelo processo educacional e não é mais indígena..., mas tampouco branco” (D’AMBRÓSIO, 1996, p. 114).

Nessa linha argumentativa, Samuel Bello (2000) – pesquisador também situado à etnomatemática, ao descrever um trabalho desenvolvido junto à comunidade indígena *Guarani-Kaiowá*, no Mato Grosso do Sul – afirmou que foi nessa atividade que ele passou a enxergar a

Matemática em relação ao contexto sociocultural em que é produzida e isso contribuiu com a sua defesa de que o professor deve se preocupar em conhecer o contexto de vida dos alunos:

Somente a aparente valorização e o reconhecimento dos saberes desses grupos indígenas, como de tantos outros; requeria-se uma visão autocrítica menos superficial da sua realidade e das suas bases culturais. Havia que reconhecê-las como ferramenta para a vida. No meio de todas essas discussões, compreendi também que se precisava discutir e compreender melhor as formas e os modos de vida e/ou atitudes praticadas no interior do nosso modelo político-econômico vigente e como este exerce, de uma forma ou de outros processos de seleção e exclusão por meio de suas ‘verdades’ e de suas relações de poder. É assim que se perfila um enfoque histórico-sociológico à medida que considero os diferentes processos de produção, organização, institucionalização e difusão de conhecimentos³⁹ (BELLO, 2000).

4.8 A importância da educação contextualizada

Aikenhead (1996), ao estudar a travessia de fronteiras culturais dentro da subcultura científica no Ensino de Ciências, exemplificou a importância do construtivismo social ao citar diversos autores que teorizaram e defenderam um ensino sociocultural e, portanto, contextualizado: como O’Loughling (1992) que evidencia o poder, o discurso e a cultura em sala de aula; a Ecologia Sociocultural de Shapiro (1992) que versa sobre a interação dos ambientes pessoal, escolar e político que imprimem efeitos ambientais sobre o estudante.

Acioly-Régnier (2019) em uma abordagem da cognição, afetividade e interculturalidade considera os contextos extraescolares como fatores determinantes à construção de conceitos e desenvolvimento dos conhecimentos escolares unidos aos conhecimentos cotidianos dos estudantes. A construção de conceitos científicos, desenvolvida na ZPD, deve estar assentada sob os conceitos cotidianos dos estudantes e para isso, o professor deve preocupar-se em conhecer as culturas extraescolares dos estudantes para mediar o processo de ensino-aprendizagem.

No Sertão do Araripe pernambucano, Santos de Aquino *et al.* (2017) demonstraram que – através da aplicação metodológica do Modelo das Múltiplas Perspectivas Pernambuco (MoMuP-PE) (BRAYNER-LOPES, 2015) no ensino de Bioquímica, no sexto período do curso de Licenciatura Plena em Química do Instituto Federal do Sertão Pernambucano *campus* Ouricuri – a contextualização se faz presente a partir da mediação docente. Isto é, os próprios estudantes trazem os significados do seu dia a dia para a construção do conceito na bioquímica molecular dos carboidratos, ao apresentarem exemplos, em sala de aula, que retratam o

³⁹ Anais do primeiro congresso brasileiro de etnomatemática.

cotidiano deles no meio rural do sertão, a saber: o capim, a cana-de-açúcar, o milho e o processo fisiológico dos animais como o bode.

No caso de uma sala de aula diversificada culturalmente, como ocorre no IFSertãoPE *campus* Salgueiro, é salutar que se conheçam as características socioculturais dos alunos para que se possam ministrar aulas contextualizadas às diferentes realidades e investigar como se dá o processo de aprendizagem do ensino em cultura cruzada, visando favorecer a construção de conceitos científicos equitativamente entre os estudantes de qualquer cultura. Sobre essa importância, Vygotsky (1991, p. 29) afirmou que o estudo do desenvolvimento das crianças provenientes de ambientes sociais diferentes levará a resultados que permitirão formular leis com um âmbito de aplicação muito mais vasto.

CAPÍTULO IV

PROPOSTA METODOLÓGICA

O mérito do pensamento complexo consiste no fato de priorizar o enfoque transdisciplinar para abordar e propor estratégias, portanto, não é um pacote de intervenções, mas um conjunto de reflexões elaboradas a partir de múltiplas dimensões.”

Borsatto *et al.* (2006, p. 156)

5 FUNDAMENTAÇÃO METODOLÓGICA

Este tópico foi idealizado para fundamentar o aporte teórico-metodológico assumido nesta proposta de pesquisa. Dessa maneira, trazemos uma discussão sobre a metodologia de pesquisa mista; a Análise Estatística Implicativa (ASI); a investigação intercultural e o MoMuP-PE.

A pesquisa de metodologia mista, apesar de ser ainda pouco valorizada no Brasil, país que detém poucos trabalhos nesta linha, mostra-se importante para pesquisas preocupadas com a abrangência da interpretação dos resultados, sobretudo pela consideração mútua das metodologias qualitativa e quantitativa. A junção dessas metodologias, na pesquisa científica, tem o intuito de minimizar lacunas na obtenção dos resultados e, conseqüentemente, contribuir com a elucidação do problema de pesquisa mais próximo à realidade, que já é complexa por si só.

Já a Análise Estatística Implicativa (ASI) vem atender ao método quali-quantitativo como análise quantitativa. A ASI apresenta-se como importante ferramenta para a análise de dados através das relações entre as variáveis, contribuindo para uma interpretação robusta em associação com a análise qualitativa. Sua utilização nos permite atestar observações subjetivas, fundamentando nossos resultados e teorias. Pode contribuir com a interpretação de relações não percebidas qualitativamente ou, até mesmo, testando as hipóteses.

E por último, discutimos a investigação intercultural, que vem para contemplar a necessidade de conhecer as culturas dos alunos em prol de um plano de ensino de Bioquímica adequado às diferentes realidades e, também, ao arcabouço teórico pautado no ensino de ciências em cultura cruzada.

Inicialmente, projetamos a utilização do MoMuP-PE como metodologia de pesquisa em ensino de ciências, particularmente em Biologia, objetivando orientar o planejamento e a aplicação da intervenção didática em uma sala de aula multicultural. Mas, durante o percurso, a intervenção didática que seria presencial passou a ser remota, obrigando-nos a repensar a proposta. Pautado no paradigma da complexidade, o modelo permite, com flexibilidade, articular conteúdos e contextos de um determinado tema científico e analisá-los sob um olhar gradual da dimensão generalista e macroscópica para a microscópica, até a dimensão específica submicroscópica e vice-versa. Além desse movimento analítico contínuo e reversível entre

especificação e a generalização, diferentes minicase podem ilustrar um caso de determinada temática.

Exatamente a estrutura do MoMuP-PE que nos serviu de base para o planejamento da proposta didático-pedagógica virtual, desenvolvida durante o doutorado como oposição ao ensino remoto que não atende aos objetivos pedagógicos dirigidos ao contexto multicultural.

5.1 Método de análise mista

A realidade multifacetada em que estamos inseridos exige dos estudiosos a consideração das diversas variáveis que afetam o objeto de pesquisa para uma melhor análise e compreensão dos resultados. Por isso, propomos em nosso estudo a consideração metodológica de análises qualitativas e quantitativas:

A quantidade e a qualidade não estão totalmente dissociadas na pesquisa, na medida em que de um lado a quantidade é uma tradução, um significado que é atribuído à grandeza com que um fenômeno se apresenta, do outro lado ela deve ser interpretada qualitativamente, pois sem essa relação a algum referencial não tem significação em si (GATTI, 2002a, p. 32).

Souza e Kerbauy (2017) afirmam que a distinção de quantitativo e qualitativo nas pesquisas tem residido na dicotomia números-palavras (lógica binária cartesiana), limitando a ampla compreensão sobre a definição dos pressupostos epistemológicos, das estratégias e dos métodos. As mesmas autoras afirmam que a consideração e consequente valorização de um dos métodos sobre outro parece, no mínimo, reducionista; o que favorece a nossa proposta no sentido de buscarmos base no paradigma complexo, não apenas no planejamento didático-metodológico, mas também na análise mista dos dados.

Paranhos *et al.* (2016) destacam que cada opção metodológica tem vantagens e limitações e cita alguns exemplos, a saber:

Muitas vezes os desenhos experimentais não apresentam os mecanismos subjacentes que explicam como as variáveis independentes influenciam a variável dependente. Muitas vezes não é possível saber em que medida o caso escolhido representa um *outlier* ou uma observação típica de uma determinada distribuição. Em geral, pesquisas com N grande (*large N studies*) não apresentam informações suficientes para entender o contexto específico das unidades observadas, assim como é muito difícil garantir a replicabilidade em entrevistas e observação participante. É exatamente contra essas limitações que repousa o ganho analítico da abordagem multimétodo. (PARANHOS *et al.*, 2016, p. 406).

Souza e Kerbauy (2017) defendem o uso de método misto pelo fato de que a pesquisa com um ou outro estudo (quantitativo ou qualitativo), quando desenvolvida isoladamente, deixariam lacunas na interpretação dos dados e nas respostas às indagações da pesquisa.

Em paralelo, Santos *et al.* (2017) mostraram que a pesquisa de métodos mistos possibilita a realização de estudos com desenhos metodológicos diferentes, mas que produzem dados mutuamente complementares, favorecendo uma interpretação mais completa e abrangente do fenômeno investigado. Os mesmos autores tratam de organizar orientações para desenvolvimento de pesquisas em métodos mistos quando trazem abordagens sequenciais de conceitos a esta área de pesquisa, tratando dos aspectos principais, das estratégias a serem definidas e da notação específica para a pesquisa mista.

Assim, destacam quatro situações principais em que se indica o uso da pesquisa de métodos mistos:

A primeira é quando os conceitos são novos e há escassa literatura disponível sobre os mesmos. Nesse caso, há necessidade de exploração qualitativa antes de métodos quantitativos a serem utilizados. A segunda situação é quando os resultados de uma abordagem podem ser melhor interpretados com uma segunda fonte de dados. A terceira situação é quando, por si só, nem a abordagem qualitativa, nem a abordagem quantitativa é suficiente para a compreensão do problema a ser estudado. Por último, a quarta indicação é quando os resultados quantitativos são de difícil interpretação e dados qualitativos podem ajudar a compreendê-las. (SANTOS *et al.*, 2017, p. 2).

O Quadro 7, a seguir, resume as características e orientações sobre os métodos mistos: a consideração da distribuição de tempo; a atribuição de peso; a combinação e a teorização; todas importantes para a organização metodológica desta pesquisa.

Quadro 7 — Aspectos principais a serem considerados numa pesquisa de métodos mistos

ASPECTOS	DEFINIÇÃO
Distribuição do tempo	Deve-se avaliar se os dados qualitativos e quantitativos serão coletados em fases (sequencialmente) ou ao mesmo tempo (concomitantemente).
Atribuição de peso	Refere-se à definição da prioridade atribuída à pesquisa quantitativa ou qualitativa no estudo. Pode-se atribuir o mesmo peso aos dados provenientes às duas abordagens ou enfatizar uma ou outra.
Combinação	Compreende o modo como os dados são mixados, ou seja, significa estabelecer se os dados qualitativos e quantitativos serão realmente fundidos, ou serão combinados. Diz-se que os dados na pesquisa de métodos mistos estão combinados quando estão conectados, ou seja, quando há uma combinação da pesquisa quantitativa e qualitativa com a análise de dados da primeira fase do estudo e a coleta de dados da segunda fase. A incorporação ocorre quando se coletam dados secundários que têm o papel de dar apoio às informações de um banco de dados principal.
Teorização	É a perspectiva teórica que guia a execução do projeto de método misto.

Fonte: adaptado de Santos *et al.* (2017)

Santos *et al.* (2017) afirmam que, considerando esses aspectos principais para uma pesquisa de métodos mistos, pode-se definir uma das seis estratégias propostas de pesquisa descritas na literatura: exploratória sequencial, transformativa sequencial, triangulação concomitante, incorporada concomitante e transformativa concomitante (Quadro 8).

Quadro 8 — Principais estratégias de métodos mistos

ESTRATÉGIA	DEFINIÇÃO	NOTAÇÃO
Explanatória Sequencial	Dados quantitativos são coletados e analisados em uma primeira etapa da pesquisa, seguida de coleta e análise de dados qualitativos desenvolvida sobre os resultados quantitativos iniciais.	QUAN → qual
Exploratória Sequencial	Dados qualitativos são coletados e analisados em uma primeira etapa da pesquisa, seguida de coleta e análise de dados quantitativos desenvolvida sobre os resultados qualitativos iniciais.	QUAL → quan
Transformativa Sequencial	Projeto de duas fases com uma lente teórica se sobrepondo aos procedimentos sequenciais. Tem uma fase inicial (quantitativa ou qualitativa) seguida de uma segunda fase (quantitativa ou qualitativa), que se desenvolve sobre a fase anterior.	QUAN → qual QUAL → quan
Triangulação Concomitante	Dados quantitativos e qualitativos são coletados concomitantemente e depois comparados com o objetivo de determinar convergências, diferenças e combinações.	QUAN + QUAL
Incorporada Concomitante	Dados quantitativos e qualitativos são coletados concomitantemente. No entanto, há um método principal que guia o projeto e um banco de dados secundário.	qual(QUAN) → quan(QUAL)
Transformativa Concomitante	Adota perspectiva teórica específica, com dados quantitativos e qualitativos que são coletados concomitantemente. No entanto, pode-se ter um método incorporado no outro.	QUAN + QUAL → quan

Fonte: Santos *et al.* (2017)

Nota: QUAL, qualitativo como método principal; qual, qualitativo como método secundário; QUAN, quantitativo como método principal; quan, quantitativo como método secundário.

As notações descritas no Quadro 8, anteriormente apresentado, podem ser entendidas como um sistema de notação desenvolvido para facilitar a identificação da natureza da pesquisa mista, visto que possibilita identificar características básicas e, assim, definir a estratégia de pesquisa delineada. Além disso, Santos *et al.* (2017) assumem que serve para facilitar a comunicação entre pesquisadores de métodos mistos. O ma de notação de métodos mistos:

Quadro 9, a seguir, apresenta o sistema de notação de métodos mistos:

Quadro 9 — Sistema de notação de métodos mistos*

NOTAÇÃO	DEFINIÇÃO
QUAN	Estudo conduzido quantitativamente.
QUAL	Estudo conduzido qualitativamente.
Quan	Dados quantitativos secundários em relação a dados qualitativos.
Qual	Dados qualitativos secundários em relação a dados quantitativos.
Sinal de +	Coleta simultânea e concomitante de dados quantitativos e qualitativos.
Seta →	Forma sequencial da coleta de dados, ex.: QUAN → qual (coleta de dados principais quantitativos seguido por coleta de dados qualitativos secundários).
Parênteses ()	Método incorporado dentro de outro projeto maior, ex.: qual(QUAN)

Fonte: Santos *et al.* (2017)

Como a própria metodologia de pesquisa mista se apresenta como opção à compreensão da realidade de maneira holística, minimizando lacunas e subestimação de relações entre as diversas variáveis, identificamos nela a oportunidade de aproximarmos nossa proposta à perspectiva complexa. Nesse contexto, Souza e Kerbauy (2017) afirmam que discutir sobre pesquisa quantitativa e qualitativa compreende se deparar com perspectivas paradigmáticas caracterizadas historicamente. A pesquisa quanti-qualitativa/qualiquantitativa e/ou mista consiste em uma tendência que indica o surgimento de uma nova abordagem metodológica.

5.2 Análise Estatística Implicativa (ASI)

Neste texto, não será apresentada uma fundamentação teórica profunda da Análise Estatística Implicativa (ASI) quanto às bases matemáticas que constituem essa ferramenta. Desejamos realizar uma explanação que facilite a sua compreensão como método quantitativo aplicável e viável à área de Ensino das Ciências e Educação. Assim, posicionamos a nossa preocupação na abordagem de preceitos mínimos requeridos para a compreensão das funcionalidades desse método e do programa computacional que a operacionaliza, neste caso o CHIC – Classificação Hierárquica, Implicativa e Coesitiva e seus produtos gráficos, que trataremos mais adiante.

A ASI é definida por Gras e Régnier (2015) como um campo teórico centrado sobre o conceito de implicação estatística ou, mais precisamente, sobre o conceito de quase implicação para distingui-lo da implicação lógica e da matemática. O raciocínio que apoia a interpretação dos resultados da análise implicativa é essencialmente de natureza estatística e probabilística (GRAS e RÉGNIER, 2015); a força de uma associação entre duas variáveis é aferida pela

probabilidade $P(N_{ma} < n_{ma} \mid \text{independência})$ em que, no caso de independência, o número de ocorrência (N_{ma}) é mais fraco do que o número efetivamente observado (n_{ma}) (ORIS, RITSCHARD e PERROUX, 2013).

A ASI se desenvolveu a partir da necessidade de instrumentos estatísticos que respondessem às especificidades de áreas científicas que naturalmente encontravam dificuldades para usar e estabelecer metodologias quantitativas. Complementando tal afirmação, trazemos um pouco da história prática desse método estatístico:

O desenvolvimento teórico da ASI foi principalmente estimulado por uma dialética entre a prática e a teoria, dentro de uma tensão entre dois quadros: estatística aplicada a alguma coisa e estatística matemática. Dentro de diversos campos científicos, tais como: a didática da matemática, a psicologia, a sociologia, a bioinformática etc., dados observados foram submetidos a esse critério de análise. Essa aplicação mostrou a eficiência do método dentro de sua capacidade a fazer emergir propriedades, que outros métodos não permitiam, mas ela permitiu também mostrar seus limites que suscitaram novas problemáticas em torno do conceito-objeto da quase implicação. (GRAS e RÉGNIER, 2015, p. 25).

Essa análise, assim como qualquer outro procedimento estatístico, requer a utilização de um *software* que computacionalmente sistematize e processe os dados produzindo relatórios interpretativos. Para a ASI, utiliza-se o CHIC, cuja última versão para *Windows* é a 7.0 (2014). Segundo Di Paola e Spagnolo (2009), a sua multiplataforma gratuita é chamada R-CHIC. Conhecer a história do desenvolvimento da ASI requer o conhecimento do desenvolvimento do CHIC que, por seu turno, foi executado por uma equipe interdisciplinar de pesquisadores, como relatado por Gras e Régnier (2015):

A ampliação do desenvolvimento da ASI tem também encontrado apoio dentro da assistência informática que aporta um *software* dedicado, designado pelo acrônimo CHIC (Classificação Hierárquica, Implicativa e Coesitiva) cuja construção foi iniciada por Régis Gras em 1985, aperfeiçoado em seguida dentro das teses de Saddo Ag Almouloud (1992) e de Harrison Ratsimba-Rajolin (1992). Sua manutenção e atualização são garantidos por Raphaël Couturier (2008).” (GRAS e RÉGNIER, 2015, p. 25).

Desta forma, Couturier, Bodin e Gras (2004, p.1, APUD FREITAS *et al.*, 2019) citam que o *software* CHIC tem por principais funções: extrair de um conjunto de dados cruzando sujeitos e variáveis (ou atributos), regras de associação entre variáveis; fornecer um índice de qualidade de associação; representar uma estruturação das variáveis obtidas por meio destas regras. Os dados são transformados em termos indicadores e, no CHIC, foram inseridos como variáveis binárias que compreendem unicamente dois valores (0 e 1), representando, respectivamente, a ausência e a presença, o verdadeiro e o falso, o sim e o não, etc. (GRAS e

ALMOULOU, 2002; FREITAS *et al.* 2019). Os dados binários são dispostos em planilhas do *Microsoft Excel*, do tipo “.csv” ou “Separado por vírgula”, conforme a Figura 7. Di Paola e Spagnolo (2009) destacam que as funções usuais do CHIC são: árvore de similaridade, gráfico implicativo, árvore coesitiva e redução; e uma das funções complementares é a *entropia*, aplicada quando se está usando um grande número de dados.

Figura 7 — Exemplo de planilha em Excel, salvo como '.csv' para leitura no CHIC

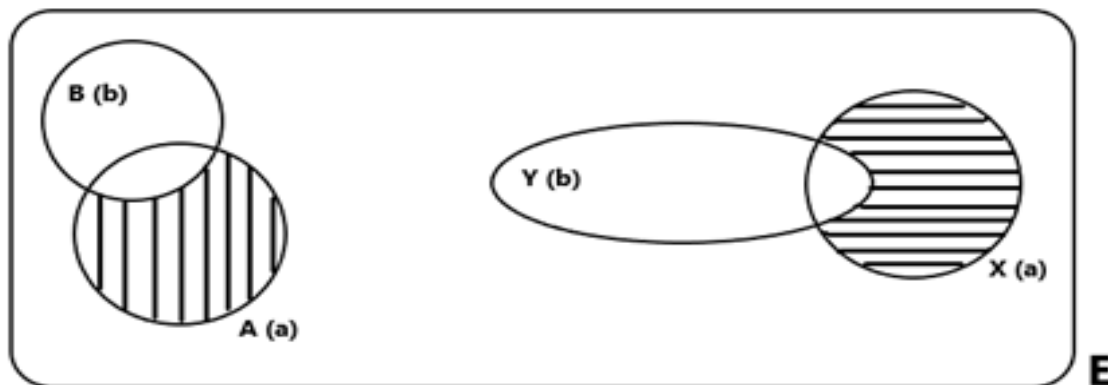
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1		V01_Fem	V01_Masc	V02_JOV	V02_MED	V02_VEL	V03_Nese	V03_Neca	V03_Neag	V03_Nean	V03_SE	V04_TEC	V04_PROF	V04_NAT	V04_HUM	V04_LINGI	V05_PEXP	V05_EXP	V05_MEXF	V06_NEG	V06_E
2	Suj1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
3	Suj2	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0
4	Suj3	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0
5	Suj4	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
6	Suj5	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1
7	Suj6	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
8	Suj7	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0
9	Suj8	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0
10	Suj9	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
11	Suj10	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0
12	Suj11	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0
13	Suj12	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
14	Suj13	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
15	Suj14	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1
16	Suj15	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0
17	Suj16	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
18	Suj17	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
19	Suj18	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0
20	Suj19	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0
21	Suj20	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0
22	Suj21	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0
23	Suj22	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0

Fonte: autoria própria, planilha *Microsoft Excel*® (2010)

Nota: na coluna A os sujeitos e na linha 1 as variáveis; as células oriundas do cruzamento entre a Coluna A e a Linha 1 são preenchidas binariamente com zero (0) ou um (1).

Para compreensão da lógica binária utilizada na ASI, citamos Gras e Larher (1994) que explicam didaticamente “onde as variáveis consideradas sejam binárias” (um indivíduo satisfaz ou não uma variável, Figura 8):

Figura 8 — Representação esquemática através do conjunto binário de variáveis de subpopulações do universo E



Fonte: Gras e Larher (1994, p. 45)

Assim sendo, se A e B são as subpopulações dos indivíduos que satisfizeram as variáveis a e b respectivamente, até que ponto podemos dizer: “se a então b”; uma vez que a implicação não deva ser conotada *a priori* de causalidade” (GRAS e LARHER, 1994, p. 44-45). Continuam os autores:

Se $A \subset B$ ⁴⁰, a proposição é verificada; mas, geralmente, os casos mais frequentes apresentam uma intersecção $A \cap B$ não vazia (...). O índice de implicação mede, de forma comparável à similaridade de I. C. Lerman, o grau de “estranheza” diante da pequenez de $A \cap B$, tendo em vista a independência *a priori* e os efeitos observados. Dessa forma diremos, por exemplo, que X e Y sendo duas partes aleatórias de E de mesmos cardinais respectivos que A e B e descrevendo de maneira independente a totalidade das partes de E. (GRAS e LARHER, 1994, p. 44-45).

Dessa maneira, “ ‘ $a \rightarrow b$ ’ é admissível no nível de confiança ou com a intensidade implicativa de 0,95% se e somente se:” “ $\text{Prob} [\text{card} (X \cap Y) < \text{card} (A \cap B)] < 0,05$ ” (GRAS e LARHER, 1994, p. 44-45)

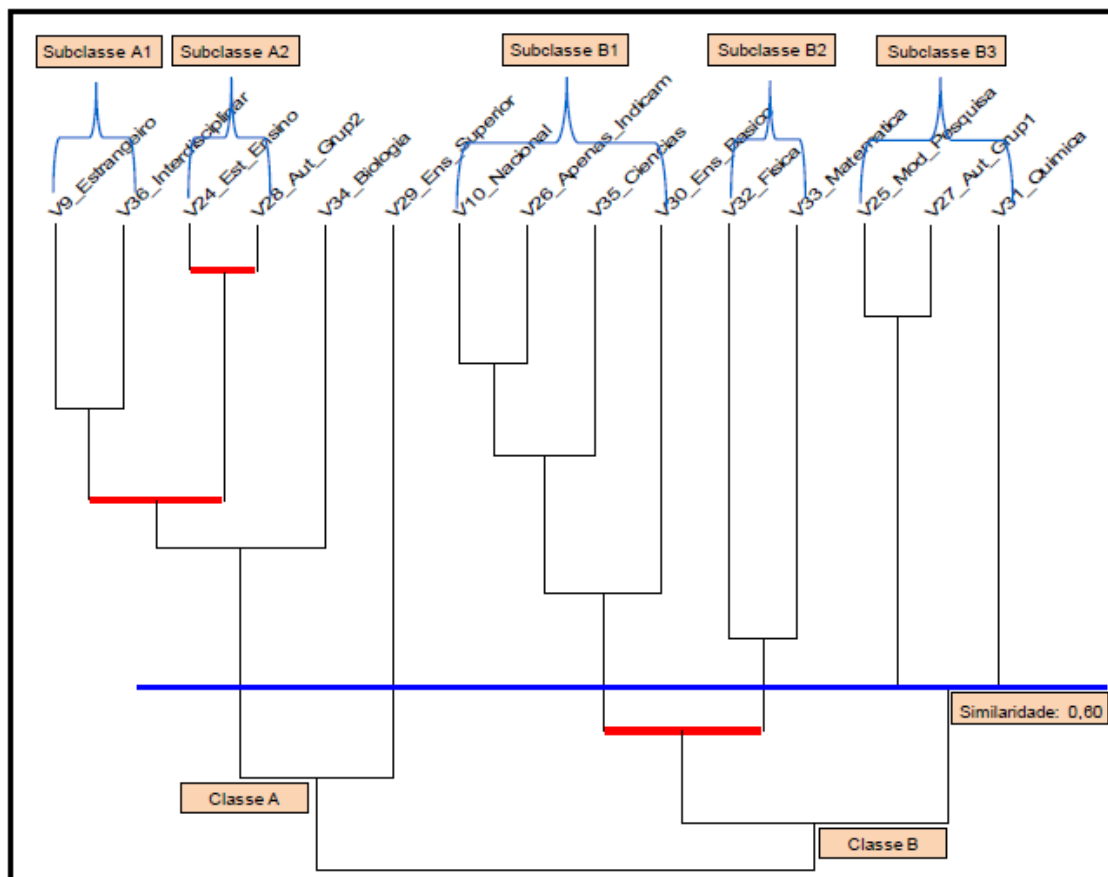
Dessa forma, pode-se definir a similaridade a partir do cruzamento do conjunto das variáveis com um conjunto de sujeitos, permitindo a visualização das semelhanças e das proximidades entre os grupos, apresentados de forma hierárquica através da árvore de similaridade (FREITAS *et al.* 2019). Segundo Gras e Almouloud (2002), esse tipo de análise permite o estudo e a interpretação em termos de tipologia e de semelhança (e não semelhança).

Para construir a árvore de similaridade (Figura 9), o programa reuniu em uma classe de primeiro nível: primeiramente, as duas variáveis que são mais similares de acordo com o índice de similaridade; depois, duas outras variáveis ou uma variável e a classe já formada de acordo

⁴⁰ $A \subset B$, o conjunto A está contido no conjunto B.

com o índice da classe; depois, outras variáveis e classes de variáveis (COUTURIER, BODIN, GRAS, 2004).

Figura 9 — Exemplo de árvore de similaridade com a identificação das classes e subclasses

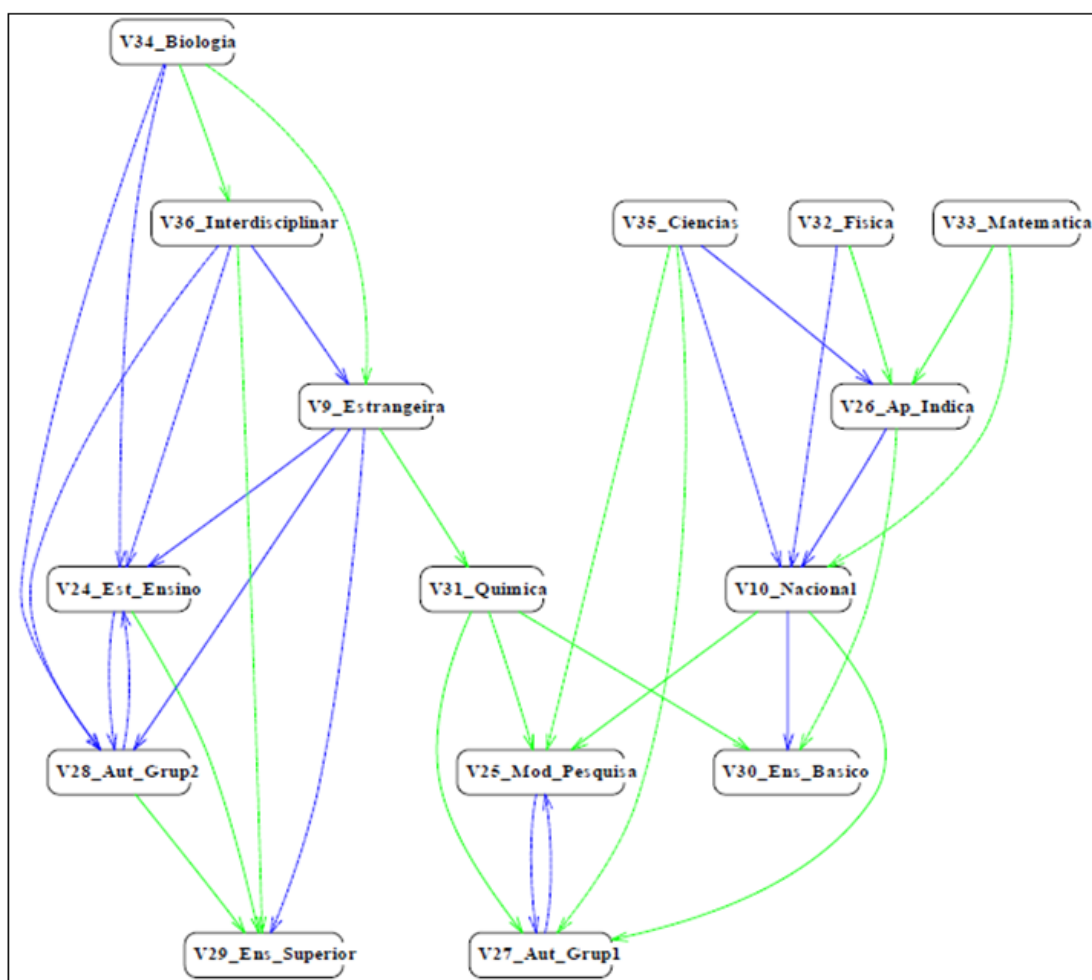


Fonte: Freitas *et al.* (2019)

Gras e Régner (2015) descrevem que a análise de uma planilha binária permite o processamento dos valores e das intensidades de implicações associadas a cada par de variáveis principais obtidas, a partir dos índices de coeficiente de implicação, gerando o gráfico implicativo, no qual cada seta determina o sentido da implicação (variável A \rightarrow variável B) e a cor do vetor estará relacionada a um determinado nível de intensidade (

Grafo Implicativo 1).

Grafo Implicativo 1 — Exemplo de grafo implicativo



Fonte: Freitas *et al.* (2019)

No gráfico implicativo, cada seta representa uma relação de implicação, na qual a cor indica uma intensidade de implicação que, quanto mais próxima de 1,00 (0,99), será mais forte ou maior será a tendência daquela relação de implicação entre variáveis. No exemplo, podemos ver que a variável 31 - Química implica nas variáveis 25, 27 e 30, e a variável 9 implica na variável 31 - Química. Essas relações são importantes para revelar ao pesquisador como se comportam umas variáveis em relação às outras: confirmando ou negando hipóteses, realizando novas inferências, ou complementando o estudo qualitativo.

A teoria estatística e a ASI estão em contínua expansão e desenvolvimento, como apontam Di Paola e Spagnolo (2009), pois são diversas as áreas científicas de aplicação da ASI. Podemos citar Pazmiño-Maji, García-Peñalvo e Conde-González (2017) que, ao estudarem e relacionarem as publicações sobre ASI com outros métodos estatísticos (*KDD – Knowledge Discovery in Databases* e *Data-Mining*), verificaram que a literatura sobre ASI é

majoritariamente produzida na França, correspondendo a 40% das publicações. Os estudos mais significativos foram nas áreas de Ciências da Computação (32%), Ciências Sociais (24%), Matemática (23,6%) e Decisões Científicas (6%), responsáveis por aproximadamente 80% das publicações sobre ASI.

Na temática que envolve a educação intercultural – tema central desta proposta de pesquisa – existem diversas utilizações da ASI como ferramenta de análise quantitativa em propostas de metodologias de pesquisa mista (qualiquantitativo). Por exemplo, podemos citar a pesquisa multicultural na sala de aula constituída por chineses e italianos, na qual a ASI contribuiu para integrar variáveis, em classes, avaliando a forma de pensar, o comportamento e as estratégias dos estudantes chineses e italianos no processo de aprendizagem da matemática relacionado às suas respectivas culturas (DI PAOLA e SPAGNOLO, 2009).

Ainda na mesma linha da interculturalidade, apontamos o trabalho de Pérez-Caraballo, Acioly-Régner e Régner (2012) que em estudo na área de Psicologia, com indivíduos de populações internacionais da fronteira Brasil e Uruguai, destacaram a ASI pela identificação da prevalência de identidades nacionais em detrimento das identidades de fronteira; Em outro estudo, Acioly-Régner e Régner (2005) citam a influência da ASI na percepção do conhecimento cultural extraescolar e escolar, ocorrendo ao mesmo tempo no processo de interação de diferentes sistemas simbólicos, revelando contrastes entre os conceitos cotidianos e científicos.

Na área de construção de conceitos e constituição paradigmática, também considerada por nossa proposta de pesquisa, podemos citar Fazio e Spagnolo (2008) que investigaram as linhas filósofo-metodológicas (construtivismo, aristotélico-galileu, platonista etc.) de estudantes de graduação do curso de Professores da Educação Secundária da Universidade de Palermo, Itália. Tais estudantes desejavam atuar no ensino da matemática e da física e, resultado, os teóricos perceberam que o construtivismo presente na universidade e no ensino secundário influencia no perfil de futuros professores.

Gras e Larher (1994) citam o estudo de Londeix, em que foi reconstruída, a partir de um teste, uma hierarquia de estágios segundo Piaget que mostra uma defasagem diferencial devido aos contextos dos exercícios do teste, verificando hipóteses psicológicas que influenciam a construção de conceitos.

Dando destaque a outra temática de nosso interesse, destacamos o estudo exploratório da formação humana nos trabalhos dos Colóquios Internacionais sobre ASI, realizado por

Cunha, Ferreira e Acioly-Régnier (2018) que apontaram as áreas de formação de professores, formação profissional e formação humana como as temáticas mais presentes nas pesquisas. Todos esses exemplos da aplicabilidade da análise estatística implicativa só reforçam a importância dessa metodologia para a pesquisa em Ensino de Ciências e Educação.

5.3 Investigação intercultural

A proposta de pesquisar o ensino em cultura-cruzada leva em consideração o contexto sociocultural e histórico da formação de determinada cultura. Não apenas por permitir que se chegue às respostas dos questionamentos que levantamos a partir da realidade consumada e vivida, cumprindo com os objetivos deste trabalho, mas também para revertermos uma condição educacional que privilegia o etnocentrismo e invisibiliza outras culturas na sala de aula. Tal asserção também é um compromisso assumido pelo professor ou pesquisador que é sensível a esta problemática em nosso país. Para Borges (2018), é chegada a hora de fortalecer a importante missão de pensar e propor uma teoria não mais centrada na modernidade europeia, mas sim na insurgência de tantos outros povos e contextos.

Borborema (2015) afirma que o fracasso escolar ocorre. Justamente, com o sujeito pobre, aquele que não atende às perspectivas da escola. Em nossa hipótese, o fracasso se relaciona com a construção de conceitos, com as questões étnico-culturais e suas relações na sala de aula, principalmente, quando tal ambiente é formado por etnias subjugadas desde a formação social inicial.

Toda a complexidade presente nas ciências humanas se faz presente, também, em sua unidade investigativa: o ser humano. Ao apontar rumo à educação multicultural, assumimos a responsabilidade de considerar toda complexidade possível que há no ser humano. Assim, usamos as palavras de Conceição e Molina-Neto (2017) quando afirmaram que:

O ser humano é produto de interações bio-antropo-socioculturais, faz uma relação que o conhecimento e a construção dos traços culturais emergem no momento que o torna ser humano. As interações, tabus, normas e prescrições incorporam em cada pessoa, como um *imprinting* cultural, marcas culturais que formam e transformam o sujeito na interrelação com o ambiente. (CONCEIÇÃO; MOLINA-NETO, 2017).

Para Borges (2018), a voz dos sujeitos é um importante instrumento por pressupor, antes de tudo, a voz dos sujeitos nas pesquisas, como sendo uma fonte de emergência de dados e também um pressuposto teórico necessário na produção do conhecimento.

Em seu estudo sobre a convivência na escola, Franco (2018) apontou que documentos oficiais dos departamentos e ministérios de educação de diversos países latino-americanos, como Chile, Peru, Argentina e México, o trabalho sobre a convivência na escola se tornou uma parte explícita de suas políticas educacionais, enfatizando a necessidade, nesses países, de uma convivência segura e positiva para neutralizar a violência na escola e **proporcionar um contexto apropriado para o desenvolvimento dos processos de aprendizagem**. A convivência escolar é formada pelas relações interpessoais na sala de aula que influenciam o desenvolvimento dos processos de aprendizagem.

Franco (2018) afirmou que a investigação da sala de aula ocorre sempre em um contexto permeado por uma multiplicidade de sentidos que fazem parte de um universo cultural que deve ser estudado pelo pesquisador. Para o autor, a escola torna-se lócus profícuo de análise e produção de sentidos sobre os mundos que nela habitam, gerando idiosincrasias necessárias no processo de produção de conhecimento.

Dessa maneira, entrevistas e histórias de vida são métodos importantes para o conhecimento e a análise sociocultural para pesquisas realizadas em salas de aula, como defendidas por Franco (2018) e Borges (2018). Para o nosso estudo, propomos a utilização da organização proposta por Kidman, Yen e Abrams (2013), a chamada tríade investigativa intercultural. Tal proposição será apresentada em um próximo tópico, Estrutura Metodológica, especificamente sobre a investigação intercultural.

5.4 O Modelo das Múltiplas Perspectivas-Pernambuco — MoMuP-PE como proposta didático-metodológica

O Modelo das Múltiplas Perspectivas (MOMUP), desenvolvido por Carvalho (2011), foi objeto da tese de Brayner-Lopes (2015). Entretanto, devido às peculiaridades da pesquisa no campo da Biologia – especificamente da Bioquímica que é caracterizada pelo domínio submicroscópico – o modelo passou por adaptações, sendo desenvolvido, assim, um novo método ainda mais flexível do que o anterior e mais próximo das condições paradigmáticas (sistêmica e complexa) necessárias ao estudo da Biologia. A autora (BRAYNER-LOPES, 2015) intitulou tal método de Modelo das Múltiplas Perspectivas-Pernambuco (MoMuP-PE)⁴¹.

⁴¹ Observou a necessidade de introduzir algumas modificações no MOMUP original, para atender ao enfoque paradigmático (que permeia a formação de docentes universitários numa perspectiva inovadora) e a articulação de conceitos da Biologia, considerando o entrelaçamento entre os paradigmas sistêmico e complexo. O conjunto de adaptações implementadas ao modelo original permite sua denominação como MOMUP-PE.

O Modelo das Múltiplas Perspectivas-Pernambuco (MoMuP-PE) apresentou uma nova organização de raciocínio e permitiu elaborações conceituais mais detalhadas, sendo possível estabelecer relações conceituais a todo momento, favorecendo articulações, inferências, aprofundamentos conceituais e, conseqüente, verticalização conceitual numa compreensão mais ampla do fenômeno em contextos particulares.

Dessa maneira, o modelo aqui apresentado trabalha com um único Caso, o qual pode ser decomposto em unidades menores, os Minicase, esses exploram aspectos particulares do Caso, ajudando a elucidá-lo. Durante o processo de internalização conceitual, observam-se aspectos processuais específicos reconhecidos por Brayner-Lopes (2015), tais como: (1) Desconstrução orientada e reflexiva que é o aprofundamento conceitual na perspectiva da Biologia *sistêmico-complexa*, através da construção individual de um Esquema Conceitual em *Parking Lot* (ECPL⁴²); (2) Reconstrução articulada e paradigmática, que é a reelaboração das articulações conceituais na construção de novo ECPL, coletivo e cooperativo.

O MoMuP-PE vem se consolidando nos estudos e nas investigações do Grupo de Pesquisa (CNPq) “Formação de Professores” da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências e Matemática (PPGEC/UFRPE). Tal equipe conta com pesquisas aplicadas no ensino superior da Licenciatura Plena em Ciências Biológicas da UFRPE (COUTO *et al.*, 2016) e na Licenciatura Plena em Química do IF SERTÃO-PE *campus* Ouricuri (AQUINO *et al.* 2016; AQUINO *et al.*, 2017). Recentemente, estudos teóricos que têm sido desenvolvidos no intuito de aproximarem o MoMuP-PE à Escola Soviética de Psicologia, particularmente à BOA (Base de Orientação da Ação) Específica de Galperin (SÁ, 2017; SÁ *et al.* 2018 e 2019; SÁ, JÓFILI e CARNEIRO-LEÃO, 2019).

O MoMuP-PE apresenta grande flexibilidade em trabalhar conceitos que caracterizamos como sistêmico-complexos (BRAYNER-LOPES *et al.* 2019), visto que é possível propiciar a articulação dos saberes experienciais do conteúdo e da prática docente, por meio da utilização do MoMuP-PE, possibilitando uma autonomia construtivista (BRAYNER-LOPES *et al.* 2018). Sá *et al.* (2018) revelaram que o MoMuP-PE é rico em momentos de mediação e interação e, a

⁴² O ECPL se constitui em um apoio de mobilização de conceitos para a construção de um esquema conceitual. Na prática o *parking lot* é um conjunto de símbolos conceituais textuais (palavras) ou imagéticos que é utilizado pelos estudantes sob a mediação do professor para a construção do esquema conceitual.

todo momento, o estudante é provocado, a repensar um novo contexto para o conceito estudado em suas atividades.

Sá *et al.* (2018) dizem que os elementos funcionais do MoMuP-PE permitem analisá-lo como sendo uma Base de Orientação da Atividade Específica para a aprendizagem de conceitos próprios da Biologia, considerando a sua natureza e perspectiva sistêmico-complexa. O MoMuP-PE considera as três dimensões da base psicológica para o processo de ensino defendido pela Teoria Histórico-Cultural: Estudo, Ações e Habilidades no processo de internalização (plano mental). As relações entre o MoMuP-PE e a BOA podem ser verificadas no Quadro 10.

Quadro 10 — Intersecções entre a BOA específica e o MoMuP-PE

ETAPAS/BOA	AÇÕES	MOMUP-PE
Motivacional	Planejamento e orientação oportunizando reflexão e questionamentos	Apresentação do caso e temas
Estabelecimento da Sequência de Atividade Orientadora da Ação – MoMuP-PE	Apresentação da proposta de atividade, contemplando orientação, execução e controle.	Caso (plurissignificado) – minicase – caso ressignificado (construído ao final da atividade).
Formação da Ação na forma material ou materializada	Realização da ação no plano externo, sob mediação do professor.	Desconstrução 1 e Reconstrução 1: Construção de esquemas, atividades acompanhadas e elementos estruturais e funcionais
Formação da ação no plano da linguagem externa	Os elementos da ação são representados de forma oral ou escrito. O aluno só tem acesso a sistemas simbólicos representando objetos. A ação se converte em uma ação teórica, com base em palavras e conceitos verbais.	Atividades materializadas como: esquemas em <i>parking lot</i> , seminários, sistematizações, modelizações etc.
Etapa Mental	Momento no qual a linguagem interna se transforma em função mental interna, proporcionando aos alunos novos meios para o desenvolvimento do pensamento. Constitui a interiorização da ação.	Caso ressignificado: formação de novos conhecimentos, habilidades e aquisição de novas qualidades nos conhecimentos estudados, o que indica a ampliação dos conceitos envolvendo o caso posto para estudo.

Fonte: Sá (2017)

Sá (2017) afirma que as atividades, na maioria das vezes ocorrendo em equipes, permitem uma ampliação da ZDP, observada nos momentos de (re)elaboração conceitual, representando os momentos da materialização, sobretudo, a partir das desconstruções e reconstruções durante os estudos propostos. O acompanhamento desse processo, pelo professor,

permite que este identifique lacunas conceituais e contribua com a utilização de estratégias que contemplem a travessia temática (através do uso de livros, vídeos etc.), auxiliando na travessia de fronteiras culturais.

A escolha da utilização do MoMuP-PE se valeu da viabilidade de aplicá-lo a um ensino contextualizado que atenda às diferentes realidades culturais dos estudantes e, principalmente, por estar pautado na perspectiva paradigmática sistêmico-complexa que influencia todo o nosso projeto. Embora – devido aos novos desafios impostos pela síndrome por Covid-19 – o modelo tenha sido limitado à orientação metodológica do desenvolvimento do dispositivo “Na Trilha do Leite”, a análise da aprendizagem será feita com base na Teoria dos Campos Conceituais (VERGNAUD, 1990) articulada ao multiletramento (ROJO, 2017).

6 ESTRUTURA METODOLÓGICA

6.1 Local de aplicação do projeto

O trabalho foi desenvolvido no Instituto Federal do Sertão Pernambucano *campus* Salgueiro, na cidade de Salgueiro-PE, não presencialmente, com professores e estudantes do curso profissionalizante de Ensino Médio Integrado ao Técnico em Agropecuária.

6.2 Apreciação ética da pesquisa

A pesquisa foi iniciada após a aprovação ética da pesquisa com seres humanos. A análise foi realizada pelo sistema CEP/CONEP⁴³, sendo registrada sobre a inscrição CAAE: 32536620.2.0000.9547 (Anexo A).

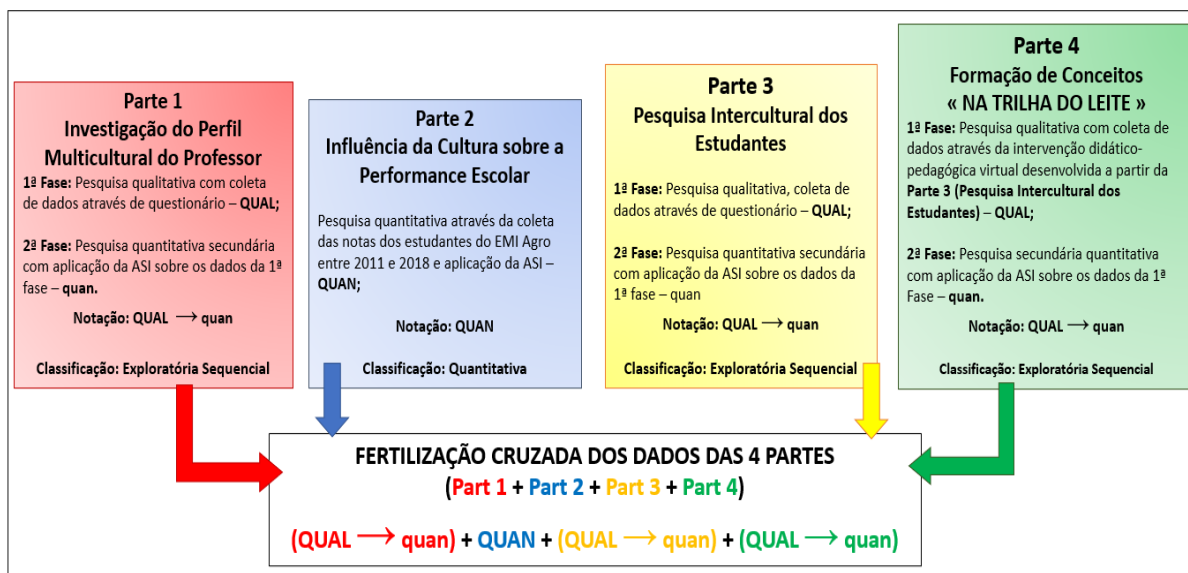
6.3 Desenho metodológico de pesquisa mista

Conforme a fundamentação teórica da pesquisa mista, cabe-nos apresentar, no Esquema 8, o *design* misto da nossa proposta de pesquisa, de acordo com Santos *et al.* (2017). Destaca-se, no esquema, a organização da pesquisa das partes e a complementação do todo através da fertilização-cruzada (CARRAHER, 1989; SAWCHUK, 2008).

Para compreensão do Esquema 8, cabe percebermos que a pesquisa em tela está estruturada em quatro partes (Parte 1: investigação do perfil multicultural docente; Parte 2: a influência da cultura no rendimento escolar; Parte 3: pesquisa intercultural dos estudantes; a Parte 4: construção de conceitos). Cada uma dessas partes apresenta uma estrutura metodológica específica que contribuindo com interpretação dos dados em prol da solução do problema central da pesquisa. Esse processo é uma tentativa de nos aproximarmos da realidade, especialmente, pela união das partes para a compreensão do todo, conforme o pensamento complexo de Edgard Morin (2001).

⁴³ O sistema CEP/CONEP é vinculado ao CNS (Conselho Nacional de Saúde) e é o responsável pela avaliação ética de projetos de pesquisa desenvolvidos no Brasil. Composto por uma comissão nacional (CONEP - Comissão Nacional de Ética em Pesquisa) e uma comissão local, vinculada a uma unidade de pesquisa, como as universidades federais (CEP – Comissão de Ética em Pesquisa da UFRPE). O sistema funciona através da Plataforma Brasil, base digital para depósito das propostas, pelos pesquisadores, e de acesso para avaliação ética documental (projeto e demais documentos) por parte dos pareceristas.

Esquema 8 — Desenho de pesquisa de metodologia mista



Fonte: autoria própria

A Parte 1, que trata da investigação do perfil multicultural dos professores do curso de Ensino Médio Integrado ao Técnico em Agropecuária, foi realizada em duas fases: a primeira, através da coleta de dados qualitativos por uso de questionários semiestruturados, por isso a fase se classifica como qualitativa de nível primário conferindo a notação “QUAL”. Na segunda fase, os dados qualitativos serão quantificados e analisados conforme a ASI, servindo como base secundária à interpretação dos dados qualitativos sustentando-a. Dessa forma, os dados dessa segunda fase recebem a notação “quan”. E a estrutura de pesquisa da Parte 1, pela combinação das duas fases, recebe a notação: “QUAL → quan”; visto que a seta indica a sequência da obtenção dos dados, partindo da coleta de dados qualitativos primordiais seguidos pela obtenção de dados quantitativos secundários para apoio dos dados qualitativos primários. A pesquisa da Parte 1 recebe, então, a classificação de pesquisa mista Exploratória Sequencial.

A Parte 2, que objetivou investigar a influência da cultura no rendimento escolar, é uma etapa quantitativa, visto que serviu como apoio às compreensões do Todo.

A Parte 3 é destinada à investigação intercultural com quatorze estudantes que são os mesmos que participaram da parte 4 (que trata de investigar a construção de conceitos). A Parte 3 também é exploratória sequencial (Qual → quan) e seus resultados foram utilizados para planejamento e análise da Parte 4.

A Parte 4 destinada para a investigação sobre a construção de conceitos em Bioquímica e se divide em duas fases. A primeira se deve à pesquisa qualitativa pela incorporação dos dados

da Parte 3 (investigação intercultural) para o planejamento do dispositivo de educação digital. É classificada como Exploratória Sequencial (QUAL → quan).

Realizada a pesquisa dessas quatro partes, seguimos para a análise do Todo a partir da fertilização-cruzada. O Esquema 8 sequencialmente descrito, nos serviu de base para demonstrar a solidez da estrutura metodológica mista, pois, como afirmam Paranhos et al. (2016), um dos principais desafios é garantir a unidade do desenho de pesquisa, isso porque é comum que o trabalho acabe se fragmentando em desenhos de pesquisa paralelos.

6.4 Conhecendo a metodologia das partes

Dando ênfase a nossa preocupação em desenvolvermos uma pesquisa pautada no Paradigma Complexo, desenvolvemos um desenho metodológico que busca atender aos anseios da investigação educacional, ou seja, preocupada com a compreensão de um todo possível. Dessa forma, apresentamos quatro partes, compostas por eixos temático-metodológicos (Esquema 9) que proporcionaram uma compreensão holística da construção de conceitos:

Esquema 9 — Eixos temáticos e foco de pesquisa conforme o paradigma da complexidade



Fonte: autoria própria

Nota: o centro *hachurado* indica a compreensão integrada das quatro partes.

Para interpretar tais eixos temático-metodológicos, consideramos a complementariedade entre os métodos qualitativos e quantitativos de análise de dados. Essa

relação também contribuiu para o assentamento acerca da complexidade paradigmática científica, especialmente, por favorecer a interpretação de maneira heterogênea.

6.5 Parte 1: perfil multicultural dos professores

A pesquisa de identificação do perfil multicultural foi aplicada aos trinta professores que atuam no curso de Ensino Médio Integrado ao Técnico em Agropecuária do IF Sertão-PE, *campus* Salgueiro. Essa conexão se deu por meio de um questionário semiestruturado digital através do *Google Forms*® (Apêndice B), disponibilizado por e-mail institucional e por um aplicativo de comunicação em *smartphones*. O questionário (Quadro 11) foi estruturado para investigar três aspectos gerais atrelados às questões multiculturais de acordo com a concepção de multiculturalismo de Candau e Moreira (2008): Características e formação do professor; Prática docente; Concepções e conhecimentos teóricos multiculturais e influências sob a prática didático-pedagógica.

Quadro 11 — Estrutura do questionário de investigação do perfil multicultural docente do Instituto Federal do Sertão Pernambucano, *campus* Salgueiro.

CLASSIFICAÇÃO	DESDOBRAMENTOS
Características e Formação	Características gerais como idade, gênero, origem (naturalidade), tempo de serviço e tempo de atuação como professor, raça/etnia; Variáveis da formação na graduação e na pós-graduação, se é licenciado ou não, se está cursando alguma licenciatura ou curso de pós-graduação.
Prática Docente	Como se reconhecem enquanto docentes apontando características gerais da própria prática (estilos didáticos que se identificam ou aplicam, tipo de comportamento dos alunos que gostam, etc.); Notam-se culturas distintas em Pernambuco e na sala de aula; E quais as culturas que enxergam em si.
Concepções e Conhecimentos Teóricos Educacionais e Multiculturais	Conhecimentos teóricos sobre Educação Multicultural; Paradigmas científicos e metodológicos; Teorias educacionais que os professores conhecem e/ou aplicam.

Fonte: autoria própria

Os dados foram organizados em planilhas do *Microsoft Excel*® (2010) para a análise percentual descritiva e para o atendimento às peculiaridades exigidas pelo *software* (CHIC® 7.0, 2014) destinado à análise estatística implicativa. Para a ASI, foi considerado o nível mínimo de implicação de 0,70 e o cálculo estatístico, considerando “nós significativos”; a

implicação segundo a teoria clássica e a Lei Binomial. Analiticamente, optamos pela obtenção de grafos implicativos do tipo cone, no qual as relações implicativas são focalizadas em variáveis específicas, conforme a importância para compreensão dos resultados. Por fim, destacamos que a identidade dos respondentes foi preservada conforme os princípios éticos.

6.6 Parte 2: pressupostos da influência cultural no rendimento escolar

Esta etapa visa identificar possíveis influências do fator cultural no rendimento escolar dos estudantes nas diversas disciplinas ou grupos disciplinares (Ciências Naturais, Ciências Humanas, Linguagem, Técnicas, Propedêuticas, dentre outras), correlacionando tais resultados com as demais etapas de pesquisa referentes ao perfil multicultural dos professores, à investigação intercultural e à construção de conceitos em Bioquímica.

Para esse estudo, serão coletados dados dos alunos do curso de Ensino Médio Integrado ao Técnico em Agropecuária (EMI Agropecuária) de 2011 até 2018, totalizando 232 estudantes que perfizeram 517 perfis estudantis⁴⁴ a partir do 1º até o 4º Ano do EMI Agropecuária. Os estudantes não são identificados em atendimento às questões da ética na pesquisa. São consideradas as informações referentes ao sexo, ao grupo social ao qual pertencem (indígenas, quilombolas, sertanejos tradicionais e urbanos) e às médias obtidas em todos os componentes curriculares que serão estudados individualmente ou em grupos disciplinares, a partir de dois grupos de disciplinas básicas: Propedêuticas e Técnicas conforme descritas no Quadro 12.

Quadro 12 — Organização das disciplinas em grupos e subgrupos

(continua)

GRUPOS	SUBGRUPOS	DISCIPLINAS
Propedêutica (13 disciplinas)	Ciências humanas (4 disciplinas)	História, Geografia, Filosofia e Sociologia
	Ciências Naturais (3 disciplinas)	Biologia, Física e Química
	Linguagens e matemática (4 disciplinas)	Português, Espanhol, Inglês e Matemática
	Educação Física e Artes (2 disciplinas)	Educação Física e Artes
Técnica (24 disciplinas)	Zootecnia (7 disciplinas)	Introdução à Zootecnia, Apicultura, Produção de Não-Ruminantes, Produção de Ruminantes,

⁴⁴ Para o período de 2011 a 2018 o Ensino Médio Integrado ao Técnico em Agropecuária apresentou o total de 232 estudantes, que apresentam mais de um perfil estudantil. O perfil estudantil é equivalente à cada série do EMI Agropecuária. Dessa forma, um mesmo estudante apresenta um perfil em cada uma das quatro séries do curso compreendido do 1º ao 4º Ano totalizando 517 perfis.

		Forragicultura, Higiene e Sanidade Animal, Alimentos e Alimentação.
	Agronomia (8 disciplinas)	Introdução à Agricultura, Fitossanidade, Grandes Culturas, Horticultura, Solos e Fertilidade, Irrigação e Drenagem, Desenvolvimento Vegetal, Conservação do Solo.
	Tecnologia Agrícola (4 disciplinas)	Mecanização Agrícola, Desenho e Topografia, Tecnologia de Produtos de Agropecuária e Construções e Instalações Rurais.
	Gestão agrícola (5 disciplinas)	Gestão Ambiental, Administração e Negócios Agropecuários, Associativismo e Cooperativismo, Informática Aplicada à Agropecuária e Segurança do Trabalho.

Fonte: autoria própria

Para a análise dos dados de desempenho, utilizamos a ASI, na qual as médias⁴⁵ em cada disciplina foram categorizadas em uma escala conceitual D (notas entre 0 e 2,9), C (notas entre 3,0 até 5,9), B (6,0 até 7,9) e A (8,0 até 10 pontos). Consideramos o nível de implicação mínimo de 75%, podendo ser analisado através do gráfico implicativo ou da árvore implicativa. Para tanto, foi utilizado o *software* Classificação Hierárquica Implicativa e Coesitiva – CHIC® versão 7.0 (2014).

6.7 Parte 3: investigação intercultural

Quatorze estudantes do 4º Ano do EMI Agropecuária Participaram deste recorte investigativo, sendo uma quilombola, quatro indígenas (dois *Truká* e dois *Atikum*), cinco sertanejos e quatro urbanos. São os mesmos estudantes que participaram da intervenção didática da quarta e última parte desta pesquisa e tiveram as identidades resguardadas sob sigilo ético.

Foi utilizada a proposta metodológica da tríade informativa para pesquisas no âmbito do ensino intercultural, apontada por Kidman, Yen e Abrams (2013), que considera três classificações básicas para coleta de dados:

- histórias de vida (para obtenção de informações sobre suas famílias, suas atividades não escolares, celebrações, feriados, comidas que gostavam de comer e dos lugares e territórios que gostavam de ter ou estar);
- atitudes relacionadas à Ciência Escolar (suas experiências e percepções da ciência na sala de aula em particular e amplamente, de cientistas, sobre o conhecimento científico e da Ciência);

⁴⁵ No Brasil o sistema de avaliação mais comum é o de base 10/10, utilizado no IFSertãoPE.

- envolvimento cultural ou indigenismo (informações sobre suas participações em experiências e nas relações entre comunidades indígenas e grupos majoritários).

As entrevistas foram guiadas pelo questionário semiestruturado pautado na Tríade Informativa Intercultural (Apêndice C) e realizadas por videoconferência, gravadas através do *Google Meet*® e, posteriormente, transcritas⁴⁶ por meio do *software* MaxQDA® 2020.

Para a efetivação das análises, foi realizada uma subcategorização sobre tópicos analíticos importantes: (1.1) ciência escolar - natureza humana, realidade social, estudo; (1.2) ensino remoto - planejamento das aulas, atividades digitais e intensidade, uso da *webcam*, escola virtual, processo de ensino-aprendizagem, intercorrências na videoconferência, adaptação, infraestrutura; (2) Cultura - diferenças, lugares especiais, gostos e hábitos, comidas, conhecimento tradicional, história familiar e comunitária, lazer e esportes, religiosidade e vivência cultural; (3) Família - tamanho do núcleo, convívio com crianças e idosos, informações sobre os pais; (4) Trabalho - tipo, importância e relação trabalho-estudo.

Além da análise qualitativa pautada na Tríade Investigativa intercultural (KIDMAN, YEN e ABRAMS, 2013), utilizamos a ASI como método secundário (de suporte analítico). Consideramos o índice implicativo mínimo de 0,60 devido à pequena quantidade de sujeitos desta etapa (quatorze estudantes).

6.8 Parte 4: construção de conceitos em bioquímica

Em função da sindemia de Covid-19, esta parte foi fortemente afetada, uma vez que a execução presencial precisou ser repensada para modalidade remota que a escola adotou. Após a avaliação crítica do modelo remoto e a escolha pelo desenvolvimento de outra proposta de ensino, essa etapa passou a ser composta por duas outras: o desenvolvimento de um dispositivo metodológico-digital que contemplasse a multiculturalidade dos estudantes; e a aplicação deste dispositivo em uma intervenção didático-pedagógica. Assim como previsto inicialmente, o dispositivo foi planejado de acordo com os dados sobre o público discente coletados na etapa (3), Investigação Intercultural.

⁴⁶ Optamos por não incluir as transcrições nos Apêndices desta tese para proteção dos dados científicos não utilizados nesta tese.

6.8.1 *Desenvolvimento de dispositivo didático-pedagógico digital para o ensino de bioquímica*

Após a análise dos dados da investigação intercultural dos estudantes, buscamos identificar temas transversais às diferentes culturas cotidianas envolvidas. Verificamos temas comuns aos estudantes vinculados às práticas de lazer, como o forró e a vaquejada; de trabalho no campo envolvendo a produção de caprinos e ovinos; no ambiente sertanejo através da admiração pela caatinga e pelos hábitos alimentares. Nesta última temática, destacamos o consumo de frutas típicas da região (como o umbu) e do leite que era citado direta e indiretamente pela sua utilização em alimentos, tal como o queijo de coalho⁴⁷, a coalhada⁴⁸, o baião-de-dois⁴⁹ e a umbuzada⁵⁰.

Entre as temáticas comuns aos estudantes, analisamos aquelas que tinham uma relação mais acentuada com a bioquímica; por isso, enxergamos na temática alimentar uma proximidade com os conceitos científicos relacionados à bioquímica molecular, especificamente os carboidratos. Assim sendo, o leite foi selecionado como tema transversal para o ensino de bioquímica no contexto multicultural sertanejo.

Definido o tema transversal entre as culturas cotidianas e a cultura escolar (bioquímica), partimos para a etapa de elaboração de uma proposta didática digital. Tal proposta deveria contemplar os seguintes tópicos: a valorização da interculturalidade e da interdisciplinaridade, pautando o paradigma da complexidade nesse processo; a flexibilidade cognitiva que o MoMuP-PE apresentava; a importância da teoria de travessia de fronteiras culturais.

Sem experiência nem orientação pautada na gamificação, utilizamos a lógica de jogo de tabuleiro em trilha para servir de base a um programa de ensino e aprendizagem: “Na Trilha do Leite”. O desenho do tabuleiro foi feito em lápis de cor aquarelável com a representação de parte do mapa-múndi, no qual uma trilha com 13 casas – que inicia na Europa (Península Ibérica) – projeta-se sobre o oceano Atlântico, curva-se em direção à África projetando-se sobre

⁴⁷ O primeiro queijo tipicamente brasileiro, desenvolvido ao acaso em bolsas de mantimentos feitas de couro de estômagos de bezerras, chamadas de matulão, utilizadas pelos vaqueiros viajantes da região semiárida do Nordeste brasileiro em meados do século XVII.

⁴⁸ Alimento lácteo obtido pela fermentação natural ou induzida do leite, muito comum de ser utilizada pelos nordestinos.

⁴⁹ Comida típica sertaneja feita a partir da combinação de feijão-verde, arroz, nata do leite cru (creme do leite cru obtido após aquecimento) e queijo de coalho.

⁵⁰ Bebida doce preparada com umbu (fruta típica da caatinga – bioma do clima semiárido típico da região nordeste) e leite.

a região norte e oeste do continente africano até retornar ao oceano Atlântico atravessando-o para se conectar com a região Nordeste do Brasil.

Os elementos figurativos do mapa retratam elementos geoclimáticos dos continentes e representações de animais mamíferos importantes para a produção de leite ao longo da história da humanidade e que também foram importantes à constituição de culturas distintas no mundo: vacas, cabras, ovelhas, búfalas, jumentas, camelas, lhamas e alpacas. Os mamíferos domésticos representados no tabuleiro receberam elementos culturais que destacam a adaptação dessas espécies ao território brasileiro, como o jumento indígena, a vaca cangaceira, o bode sertanejo e o búfalo marajoara⁵¹.

Após a criação do tabuleiro – que une geografia, biologia e história através dos desenhos – seguimos para o planejamento das atividades digitais. Durante o processo, utilizamos a lógica de aula síncrona do ensino remoto, através da utilização do *Google Meet*® como plataforma de videoconferência, e de atividades assíncronas totalmente digitais e interativas, através do aplicativo *Miro*® que serviu como sistema de base estrutural e mecânica para a operação do tabuleiro. O tabuleiro da trilha do leite é apresentado na Figura 10, a seguir.

⁵¹ Marajoara faz referência à etnia indígena marajoara natural da região amazônica, no Norte do Brasil, na ilha de Marajó no estado do Pará. Lá existe a maior população de búfalos no país. Os búfalos, bem como bovinos, caprinos, ovinos, equinos, asininos e suínos são animais domésticos (exceto bubalinos, que são espécie em processo de domesticação) exóticos ao Brasil, trazidos pelos colonos europeus.

Figura 10 — Desenho do tabuleiro "Na Trilha do Leite"

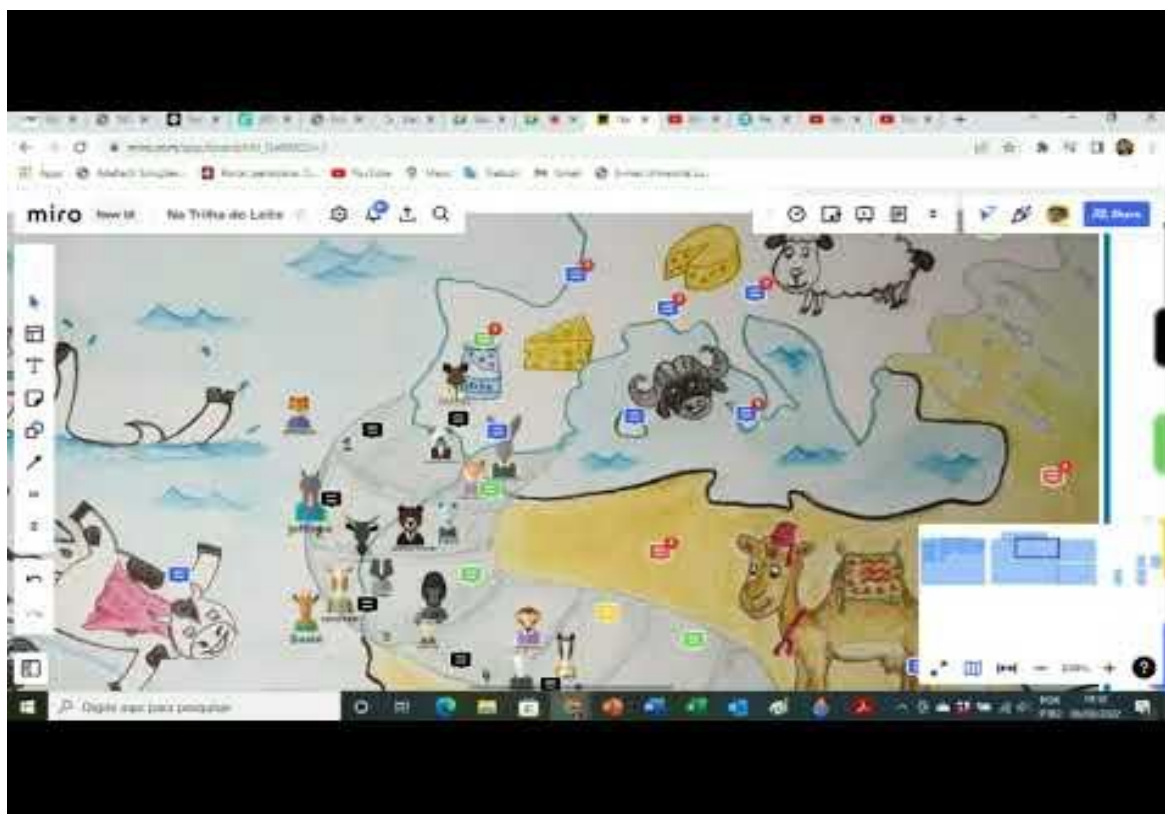


Fonte: arte em lápis de cor aquarelável de autoria própria

Nota: o leite é representado pela fluidez do seu derramamento no continente europeu através da cor branca e limites fluidos com pingos. A trilha apresenta 13 Casas que liga a Europa ao Brasil passando sobre o continente africano até chegar derramando leite na região Nordeste brasileira. Os mamíferos são distribuídos de acordo com a distribuição geográfica, exceto figuras místicas híbridas. O leite é representado pelos mamíferos, por balde, garrafas e potes, queijos e pelo líquido derramado.

Através do *Miro*®, foi possível distribuir balões coloridos no mapa e na trilha, os balões têm orientações diferentes conforme a cor, como, por exemplo: balões destinados às orientações gerais, à disponibilização de exercícios, à autoavaliação e à avaliação da proposta, aos conteúdos interdisciplinares concatenados com a temática e à bioquímica, disponibilizados por meio de *hiperlinks*. No Vídeo 1, abaixo, é possível verificar o funcionamento do dispositivo didático-pedagógico virtual “Na Trilha do Leite”.

Vídeo 1 — Demonstração do dispositivo didático-pedagógico virtual "Na Trilha do Leite"



Fonte: autoria própria (Gravado através do *Google Meet*®, editado através do *Wondershare Filmora*® e disponibilizado no *YouTube*® como vídeo não listado). Link de acesso: <https://youtu.be/foSYM6fAJyo>

Para a mecânica do dispositivo que foi planejado para atividades assíncronas, foram utilizados outros aplicativos de suporte para atender às demandas específicas da proposição didático-pedagógica, como evidenciado na Figura 11.

Figura 11 — Aplicativos utilizados no dispositivo didático pedagógico "Trilha do Leite"



Fonte: autoria própria


Os dispositivos de atividades e autoavaliação são compostos pelo *Kahoot®*, *Padlet®*, *Canva®* e *Google Forms®* para atender às diferentes maneiras de desenvolver as atividades, considerando multiletramento (textos, áudios, desenhos, esquemas e marcações digitais através do clique). O *Kahoot®* permite utilizar questionários interativos com uso de imagens, textos e áudios em perguntas subjetivas e objetivas, com tempo máximo para responder em dinâmica competitiva. Com o *Padlet®* é possível criar quadros digitais de exposição das atividades, permitindo a interação entre os estudantes, inclusive, permite o depósito das produções através de arquivos de imagens, áudios, textos e vídeos. O *Canva®* foi utilizado como recurso para criação de esquemas conceituais para responder às perguntas.

O *Google Arts®* e o *YouTube®* foram utilizados para suporte na mediação do conteúdo através de *hiperlinks*, com o objetivo de promover a visualização de exposições de artes (quadros, fotografias e textos), também de vídeos que tratam sobre leite em uma perspectiva interdisciplinar e intercultural.

O *Animaker®*, dispositivo on-line para criação de animações, e o *Wondershare Filmora®* aplicativo de edição de vídeos. O *Animaker®* foi utilizado como suporte para a criação de quatro animações curtas utilizadas para a proposição de problemáticas próximas à realidade dos estudantes, isto é, todas contextualizadas com as culturas cotidianas da região de Salgueiro. As animações foram produzidas a partir de um roteiro idealizado através de uma narrativa preocupada em unir temas culturais dos estudantes (cultura extraescolar) com o tema da bioquímica do leite (cultura escolar), como é possível observar no Quadro 13, a seguir:

Quadro 13 — Descrição das animações contextualizadas de problematização

(continua)

ANIMAÇÃO	DESCRIÇÃO	PROBLEMÁTICAS
 <p data-bbox="272 1812 603 1877">MINICASO 1: Aleitamento interespecífico</p> <p data-bbox="256 1912 617 1944">https://youtu.be/3NdJSqhxfew</p>	<p data-bbox="660 1547 1015 2004">História de uma mãe sertaneja que não produz leite e, por isso, fornece leite de vaca para o bebê que apresenta diarreia, barriga inchada, inquietude e choro. A narrativa é realizada com a disposição de imagens sincronizadas com a fala, quadros e tabelas apresentam a composição bioquímica do leite de vacas de raças diferentes e entre o leite da mulher e da vaca.</p>	<ol data-bbox="1043 1547 1406 1957" style="list-style-type: none"> 1) O que tem o bebê? Qual é a causa dos sintomas? 2) Como pode ser tratado? 3) É possível alimentá-lo com leite ou outros alimentos feitos com leite como as papinhas? 4) Se for possível alimentá-lo com leite, como isso seria feito? Qual o tipo de leite se utilizaria?

		<p>5) É possível alimentar o bebê com leite de outras espécies (vaca, cabra etc.)?</p> <p>6) Esse problema depende da cultura e história dos povos?</p>
 <p>MINICASO 2: Intolerância à lactose e etnia</p> <p>https://youtu.be/puO6uYD_c-k</p>	<p>A história começa após a colega urbana assistir a um toré na aldeia indígena <i>Atikum</i> a convite do amigo indígena. Na conversa, a intolerância à lactose é tratada pelo amigo indígena com a disposição de imagens e animações integradas aos momentos da fala. Os quadros apresentam o percentual de lactose de diferentes tipos de leite e de diferentes produtos lácteos, bem como a prevalência dos genes de tolerância à lactose por etnias/nacionalidades.</p>	<p>1) Por que existem diferenças na frequência da ocorrência de intolerância entre os povos?</p> <p>2) De que maneira a história e a cultura dos povos influenciam na relação de intolerância à lactose?</p> <p>3) Por que o indígena Terena apresenta intolerância ainda quando criança, e o europeu só apresenta na fase adulta?</p> <p>4) O que explica a intolerância à lactose no Brasil e no sertão nordestino?</p> <p>5) Existem relações hereditárias (genéticas), com a condição de ser ou não intolerante?</p>
 <p>MINICASO 3: Lactase para a intolerância à lactose</p> <p>https://youtu.be/sjWJgMYzSAk</p>	<p>A história se passa no relato de uma estudante quilombola que fala sobre as festividades no Quilombo de Conceição das Crioulas, da alegria de rever os familiares reunidos na casa da avó e relata problemas de intolerância à lactose na família, impedindo parentes de tomarem umbuzada ou comerem bolo de leite. Todavia, uma tia explica para um primo que ela pode tomar leite por usar a lactase, mas o primo diz que já tomou e a lactase não funcionou com ele.</p>	<p>1) O que de fato é a lactose e o que é a lactase?</p> <p>2) Quais são as funções dessas moléculas e como elas agem bioquimicamente?</p> <p>3) A intolerância à lactose se dá porque deixamos de produzir a enzima lactase totalmente ou podemos produzi-la em menor quantidade?</p> <p>4) O que é a lactase isolada?</p> <p>5) Há diferença entre a lactase isolada e aquela que o nosso corpo produz naturalmente?</p> <p>6) Como e a partir de que ela é produzida?</p> <p>7) Por que a lactase suplementar agiu bem com a minha tia e não agiu bem com o meu primo?</p> <p>8) Será que isso tem a ver com as questões socioculturais?</p> <p>9) Por qual motivo o diabético não pode tomar a lactase?</p>
	<p>A estudante urbana explica a sobre a origem do queijo de coalho e como o processo de fabricação do queijo influencia o teor de lactose. Abordando o consumo do queijo de coalho cru e maturado,</p>	<p>1) O que causa a intolerância à lactose?</p> <p>2) O que acontece com as moléculas bioquímicas durante a maturação do queijo coalho?</p>

<p>MINICASO 4: Queijo de coalho e a lactose</p> <p>https://youtu.be/-fv7wpU5Dpw</p>	<p>problematiza-se a intolerância à lactose. Utiliza-se quadros de teor de lactose no leite, soro do leite e no queijo de coalho cru e maturado, além de esquemas processuais do fabrico do queijo.</p>	<p>3) Quais são os processos de coagulação do leite?</p> <p>4) O que caracteriza o queijo de coalho?</p> <p>5) Por que o queijo cru contribui com o mal-estar em pessoas intolerantes à lactose e o queijo curado não faz mal?</p> <p>6) Os processos históricos e culturais influenciam na qualidade do queijo de coalho e no seu consumo? Como?</p>
--	---	---

Fonte: autoria própria

O Wondershare Filmora® foi usado para a criação de um videobook⁵², intitulado “Na Trilha do Leite”, composto por quatro episódios com narrativas que visam explicar e conhecer o leite a partir dos seguintes tópicos: (1) da planta (produção de biomoléculas através da fotossíntese⁵³); (2) da ingestão do pasto pela vaca e o processo de fermentação ruminal até a ação estomacal⁵⁴; (3) da digestão dos nutrientes (biomoléculas) e absorção no intestino delgado da vaca⁵⁵; (4) transporte das biomoléculas pelo sistema circulatório e distribuição para a glândula mamária onde acontece a produção de leite⁵⁶.

Inicialmente, para a concepção do videobook, criamos um roteiro mostrando a bioquímica da síntese do leite. Após a criação do roteiro, realizamos pesquisas por vídeos e animações disponíveis no *YouTube*® que tivessem relação direta com o roteiro. Selecionamos os vídeos, verificamos as indicações da Licença Creative Commons®⁵⁷ e utilizamos aqueles que permitiram o uso integral (de maneira livre) ou o uso restrito para atividades educacionais. Em seguida, categorizamos as partes dos vídeos que interessavam à constituição da narrativa: a identificação do tempo inicial e final que foi cortado e isolado através do *Wondershare Filmora*®; depois, as partes foram unidas de acordo com a sequência narrativa. Ao final da

⁵² Videobook é definido como um pequeno vídeo seriado que conta uma história. Em nosso *videobook* educacional contamos a história da síntese do leite na glândula mamária em quatro episódios.

⁵³ Videobook Na Trilha do Leite – 1ª Pista – fotossíntese. <https://youtu.be/cx31Y47Efxw>

⁵⁴ Videobook Na Trilha do Leite – 2ª Pista – fermentação. <https://youtu.be/tlgb5Efzj4M>

⁵⁵ Videobook Na Trilha do Leite – 3ª Pista – digestão à absorção. <https://youtu.be/KHLNebWpnII>

⁵⁶ Videobook Na Trilha do Leite – 4ª Pista – do pasto ao leite. <https://youtu.be/ATCOEn8T1ks>

⁵⁷ Creative Commons é uma organização não governamental sem fins lucrativos criada em 2001 e sediada em Mountain View, na Califórnia, EUA. É voltada à expansão do uso de obras criativas disponíveis na Internet tendo como princípio o direito de autor flexível e razoável através da concessão de licenças não totalmente restritivas intituladas de *License Creative Commons*. <<https://creativecommons.org/>>

construção de cada episódio. A narração foi feita através do aplicativo de gravação de áudio *Voice Recorder*® e, por fim, inserimos os arquivos de áudio de acordo com a sequência narrativa e da sincronização com o vídeo.

Todos os episódios do *videobook* começam com uma abertura contendo o título e as informações referentes ao objetivo⁵⁸ da pesquisa. Ao final do vídeo, aparecem os créditos, nos quais citamos os aplicativos utilizados para a criação do vídeo, as animações e outros filmes que usamos para construir a narrativa filmográfica, constando autoria e o *link* do vídeo.

O *videobook* e as animações contextualizadas, bem como os *hiperlinks* de sites e os dispositivos educacionais *on-line* utilizados no dispositivo “Na Trilha do Leite” atendem ao MoMuP-PE como travessias temáticas. O material possibilita, aos estudantes, novas relações com o caso e os minicasos propostos, com o multiletramento e com a teoria de campos conceituais. Isso acontece porque o *videobook* é constituído por símbolos, significados e significantes que estabelecem sistemas de linguagens diferentes (textuais e não textuais, imagéticas bidimensionais ou tridimensionais, animações gráficas computacionais, esquemas, fluxos, filmes, imagens, figuras, GIFs, desenhos, filmes de microscopia, áudio em língua portuguesa).

Foram utilizadas figuras de animais mamíferos (rato, gato, cão, raposa, guaxinim, onça, bode, carneiro, vaca, búfalo, gorila, macaco, girafa, cavalo, jumento etc.) como opções de *avatar* para que os estudantes escolhessem um, colocassem seus nomes e o utilizassem para se posicionar durante a dinâmica na Trilha do Leite durante os momentos assíncronos.

A base para criação do dispositivo “Na Trilha do Leite” foi o Modelo das Múltiplas Perspectivas-Pernambuco (MoMuP-PE) que é uma Base de Orientação da Atividade (BOA), isto é, um apoio específico para a construção de conceitos em domínios complexos e pouco estruturados, como é o caso da Bioquímica, conforme pontuam Sá *et al.* (2018). O planejamento seguiu as orientações descritas no Quadro 14, a seguir, conforme Brayner-Lopes (2015):

⁵⁸ Ou seja, uma pesquisa científica educacional de doutorado em Ensino de Ciências (UFRPE) e *Science de l'Éducation et de la Formation (Université Lumière Lyon 2)* com as informações do processo de aprovação da pesquisa na comissão de ética em pesquisa brasileira.

Quadro 14 — Descrição de aspectos do MoMuP-PE

CATEGORIAS	DESCRIÇÃO	APLICAÇÃO
Caso	Constitui uma unidade complexa representada por acontecimentos concretos do mundo real, pode ser contextualizado por filme, capítulo de um livro, tirinhas, vídeos, imagens, etc.	O leite faz mal?
Minicaso	São concatenações completas e interdependentes do caso que auxiliam no reconhecimento e aprofundamento de aspectos de sua análise.	Quatro minicasos apresentados em animações contextualizadas, interculturais e interdisciplinares.
Tema	Representa um conjunto de conceitos relacionados para interpretar o caso.	Na trilha do leite
Comentário temático	Organização paradigmática de conteúdos (afirmação, negação ou interrogação), que visam explicitar o tema e que podem se materializar em textos verbais e não-verbais.	Vídeos do <i>YouTube</i> ®, exposições do <i>Google Arts</i> , matérias jornalísticas escritas e em vídeos, <i>sites</i> educativos interdisciplinares, <i>videobook</i> interdisciplinar, aulas síncronas sobre interdisciplinares e interculturais.
Travessia temática	Conexões individuais baseadas em saberes que orientam/embasam a perspectiva de relações e a organização paradigmática de conteúdos.	Possibilitada através da diversidade de comentários temáticos que permitem a flexibilidade cognitiva e a travessia de fronteiras culturais.

Fonte: adaptado de Brayner-Lopes (2015)

O MoMuP-PE está pautado na desconstrução de um caso, em partes menores (minicasos), explorando aspectos individualizados de cada um sem, no entanto, perder a ligação entre eles e o caso (conteúdo abrangente) e, por isso, atende às questões interdisciplinares e paradigmáticas na perspectiva sistêmico-complexa.

6.8.2 Intervenção didático-pedagógica digital

A intervenção didático-pedagógica digital se refere à aplicação da aula aos estudantes do IFSertãoPE, conforme o planejamento e o programa de curso. Foram, ao todo, oito encontros descritos sequencialmente no Esquema 10, a seguir:

Esquema 10 — Cronograma do curso na Trilha do Leite

Fonte: autoria própria

As aulas síncronas foram gravadas e analisadas juntamente com as produções estudantis no dispositivo “Na Trilha do Leite”. As análises foram feitas através da teoria dos campos conceituais (VERGNAUD, 1990), do processo cognitivo intercultural de Acioly-Régnier (2015) e da análise dos conceitos bioquímicos, conforme Couto *et al.* (2017), como ilustrado no Quadro 15, a seguir:

Quadro 15 — Categorias de análise da construção de conceitos científicos

(Continua)

Nº.	CATEGORIAS	OBJETIVOS
1	Coerência conceitual	Analisar a correta aplicação conceitual conforme as referências do conteúdo específico (Bioquímica).
2	Teoria dos Campos Conceituais e Interculturalidade	Identificar as travessias ou não-travessias de fronteiras culturais percebendo a generalização conceitual em que se observou a aplicação do conteúdo científico com elementos do cotidiano do aluno e analisar conforme os níveis de travessia cultural de acordo com as possíveis resistências culturais que tenham contribuído com o posicionamento entre as culturas.
3	Equívocos conceituais	Identificar os equívocos conceituais, quando conceitos científicos forem mal compreendidos e conseqüentemente mal aplicados. Relacionar tais equívocos com outras categorias da análise da construção de conceitos e com outras variáveis estudadas.
4	Lacunas conceituais	Identificar lacunas conceituais, quando conceitos científicos forem compreendidos ou aplicados parcialmente. Relacioná-

		las com outras categorias da análise da construção de conceitos e com outras variáveis estudadas.
5	Limitações paradigmáticas	Identificar e analisar a influência dos paradigmas científicos (tradicional e complexo) na construção de conceitos especificamente na análise das categorias: relações interdisciplinares, coerência conceitual, os equívocos e lacunas conceituais e os níveis das relações multiculturais estabelecidas.

Fonte: autoria própria

Além da análise qualitativa, foi utilizada a ASI com nível de implicação mínimo de 0,60, com seleção de cálculos conforme a opção “nós significativos”, implicação segundo a teoria clássica e a Lei Binomial. Os grafos implicativos foram gerados através do modo cone, para verificar as relações de variáveis compreendidas como importantes para a compreensão do objeto de estudo.

6.9 Fertilização-cruzada dos dados

A fertilização-cruzada é uma abordagem de pesquisa multiteórica e multimetodológica que contribuem com a compreensão generalizada dos resultados e, conseqüentemente, da compreensão de um ou mais problemas de pesquisa (CARRAHER, 1989; SAWCHUK 2008).

Carraher (1989), ao estudar a aprendizagem matemática de crianças, destacou, através de suas pesquisas e de referenciais teóricos, que existe uma limitação metodológica dos estudos pela natureza sociocultural dos estudantes. Para exemplificar, a autora trata do letramento matemático de crianças norte-americanas e de crianças brasileiras através de estudos distintos em que observou as limitações dos métodos, caso fossem aplicados aos contextos de maneira invertida. E, por isso, a autora defende a fertilização-cruzada para compreensão de paradigmas distintos.

Já Sawchuk (2008) atribui a fertilização-cruzada como o pensamento holístico que atribuímos, aqui, à complexidade, visto que o autor defende a relevância do desenvolvimento de um pensamento multiteórico e multimetodológico por parte do pesquisador. A fertilização-cruzada atravessa a nossa pesquisa em diferentes perspectivas, não apenas através da consideração dos resultados de suas partes isoladas em uma compreensão analítica geral, mas também na própria constituição das suas partes.

Após a consolidação das quatro partes da pesquisa, elas serão analisadas pelo meio da integração dos seus dados com objetivo de uma análise holística e adequação à proposta de

pesquisa mista e ao pensamento complexo. Em resumo, para atendimento dos objetivos, propomos a relação teórico-metodológica disposta no Quadro 16:

Quadro 16 — Relação dos objetivos com a metodologia e as metas de pesquisa

(continua)

OBJETIVO ESPECÍFICO	APORTES TEÓRICO-METODOLÓGICOS	METAS DE PESQUISA
Investigar as culturas envolvidas no contexto escolar e extraescolar em Salgueiro-PE, Brasil e em Lyon, França.	<ul style="list-style-type: none"> • Multiculturalismo (CANDAU, 2008; ACIOLY-RÉGNIER, 2015); • Tríade informativa para pesquisa intercultural (KIDMAN, YEN, ABRAMS, 2013); 	Determinar o perfil multicultural dos professores; Realizar uma investigação intercultural dos estudantes; Conhecer o histórico multicultural dos estudantes através da performance escolar.
Criar um dispositivo didático-pedagógico e digital (Na Trilha do Leite) e analisar o processo de ensino e aprendizagem centrado no uso do dispositivo “Na Trilha do Leite” na perspectiva multicultural e complexa.	<ul style="list-style-type: none"> • Teoria da Travessia de Fronteiras Culturais (AIKENHEAD, 1996, 1997, 2001); • MoMuP-PE (BRAYNER-LOPES <i>et al.</i>, 2015; SÁ <i>et al.</i>, 2019); • Multiletramento (ROJO, 2017) ; • Teoria dos campos conceituais (VERGNAUD, 1990) ; • Modelo tripolar (RABARDEL, 1995) ; • Multiculturalismo (CANDAU, 2008) ; • Paradigma Complexo (MORIN, 1991, 2000 e 2008) ; 	Analisar as categorias de construção de conceitos científicos restritos ao dispositivo como instrumento de mediação didático-pedagógica.
Compreender a sala multicultural conforme seus atores (professor e estudantes), seus contextos extraescolares e seus processos relacionais na formação de conceitos científicos.	<ul style="list-style-type: none"> • Análise conceitual em Bioquímica (CARNEIRO-LEÃO, 2009; COUTO <i>et al.</i>, 2017); • Teoria dos campos conceituais (VERGNAUD, 1990; ACIOLY-RÉGNIER, 2015); • Teoria da Travessia de Fronteiras Culturais (AIKENHEAD, 1996, 1997, 2001); • MoMuP-PE (BRAYNER-LOPES <i>et al.</i>, 2015; SÁ <i>et al.</i>, 2019); • Paradigma Complexo (MORIN, 1991, 2000 e 2008) ; 	Análise da construção de conceitos em Bioquímica.

Fonte: autoria própria

Nota: em todas os objetivos foram utilizados o método misto (SANTOS *et al.* 2017) e a ASI (ANDRADE e RÉGNIER, 2020).

CAPÍTULO V

RESULTADOS E DISCUSSÕES

“É preciso efetivamente recompor o todo para conhecer as partes.”

Edgar Morin (2000)

7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Divididos em quatro partes e reunidos em uma interpretação do todo apresentamos os nossos resultados e discussões. A Parte 1 sobre o perfil multicultural dos professores, tem a importância de nos mostrar como o perfil multicultural docente pode interferir na construção de conceitos científicos a partir da relação intercultural com os estudantes. A Parte 2 trata da influência da cultura na performance escolar dos estudantes e contribui com uma percepção multicultural específica na escola ao longo dos anos. A Parte 3, investigação intercultural, apresenta as peculiaridades culturais em uma turma multicultural, permitindo reconhecer as diferenças etnoculturais e o planejamento de aulas que atendam às especificidades culturais presentes na sala de aula. A Parte 4 reserva-se ao planejamento de um método de educação digital intercultural e como as construções conceituais acontecem em bioquímica. O Todo trata de uma interpretação holística sobre entre as partes.

7.1 Parte 1: o perfil multicultural dos professores

Esta análise demonstrativa e discursiva acompanha as sessões do questionário investigativo, tratando inicialmente das características gerais dos professores, como faixa etária, gênero, origem e tempo de experiência; da formação acadêmica dos docentes, identificação da formação inicial, se é licenciado ou bacharel, se tem mestrado ou doutorado ou se está cursando uma licenciatura ou pós-graduação; influências multiculturais na prática docente, práticas que retratam a multiculturalidade sejam elas intencionais ou não; e, por último, a identificação do nível de conhecimento que os professores têm sobre a multiculturalidade, o que sabem sobre o campo teórico que consideramos correlatos às práticas culturais indiretas como a Teoria Histórico Cultural e o que sabem sobre os paradigmas científicos, teorias e práticas construtivistas, etc.

Tais considerações acerca do multiculturalismo são feitas considerando a formação do professor de maneira ampla e dinâmica conforme os teóricos Shulman e Tardif, visto que o conhecimento docente não é estático e nem limitado. Assim sendo, o professor pode mudar sua postura mediada pela gestão cognitiva de uma gama de atributos e conceitos: o pedagógico, o científico e o emocional que são requeridos em qualquer relação interpessoal, como se dá na complexa relação professor-aluno.

Sobre a preocupação acerca da pesquisa pedagógica, Tardif (2014) diz o seguinte:

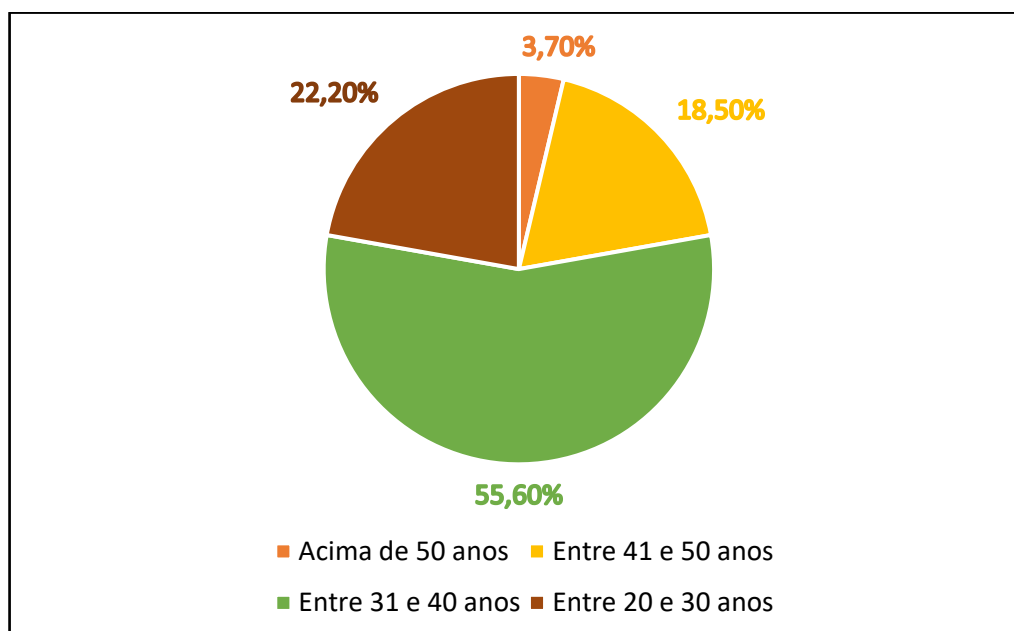
“O perigo que ameaça a pesquisa pedagógica e, de maneira mais ampla, toda a pesquisa na área da educação, é o da abstração: essas pesquisas se baseiam com demasiada frequência em abstrações, sem levar em consideração coisas tão simples, mas tão fundamentais, quanto o tempo de trabalho, o número de alunos, matéria a ser dada e sua natureza, os recursos disponíveis, os condicionantes presentes, as relações com os pares e com os professores especialistas, os saberes dos agentes, o controle da administração escolar, etc.” (TARDIF, 2014, p. 115).

Dessa forma, posicionamos a multiculturalidade na formação docente, considerando uma grande variedade de fatores que podem indicá-la e/ou influenciá-la na prática da docência. De tal maneira, somos capazes de compreender o multiculturalismo na pedagogia do ambiente escolar articulando-a com outros componentes do processo de trabalho docente (TARDIF, 2014). Julgamos, portanto, que conhecer o perfil multicultural docente contribui para a compreensão da formação de conceitos científicos, visto que o professor é o responsável por mediar a travessia de fronteiras culturais entre a cultura do estudante e a cultura científica. Perceber o perfil docente nos trará condições de não apenas justificar uma pesquisa científica em si, mas de irmos além, de contribuirmos com a estrutura multicultural da realidade escolar em sua complexidade à luz da construção de conceitos em bioquímica.

7.1.1 Características gerais dos professores

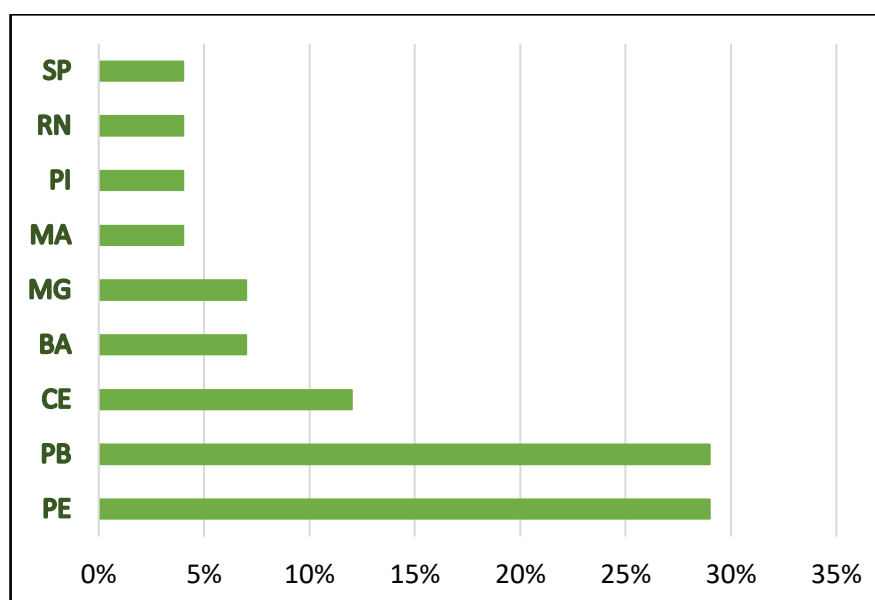
O curso de Ensino de Médio Integrado ao Técnico em Agropecuária conta com um total de 30 docentes distribuídos em uma diversidade de áreas científicas entre as disciplinas técnicas e propedêuticas. Desse universo amostral docente, contamos com a participação responsiva de 29 professores o que equivale a 96,6%.

Assim, podemos traçar um perfil básico desses professores quanto ao gênero 66,7% homens e 33,3% mulheres, destacamos a consideração de uma terceira opção de identificação de gênero “Outro” para que o respondente indicasse o gênero, mas não houve respostas. Sobre a autoidentificação racial 11,1% se declararam negros e os brancos e pardos representaram 44,4% cada um. Quanto à faixa etária, a maioria deles situa-se entre 31 e 40 anos de idade (Gráfico 1). Os professores com faixa etária acima dos 41 anos são exclusivamente de formação técnica e que apresentam uma experiência anterior fora do ensino em sua maioria, exceto os profissionais zootecnistas.

Gráfico 1 — Faixa etária dos professores do IFSertãoPE, *campus* Salgueiro

Fonte: autoria própria

Por ser uma instituição de ensino federal, o corpo docente passa por uma seleção nacional, via concurso público, e isso contribui para a presença de professores oriundos de várias regiões do país, diversificando a formação cultural desse segmento da comunidade escolar. Desta forma, identificamos que 88,9% dos docentes são nordestinos, a maioria oriunda dos estados de Pernambuco e Paraíba. 11,11% são da região sudeste, representados especificamente pelos estados de Minas Gerais e São Paulo (Gráfico 2).

Gráfico 2 — Representatividade percentual de professores por estado

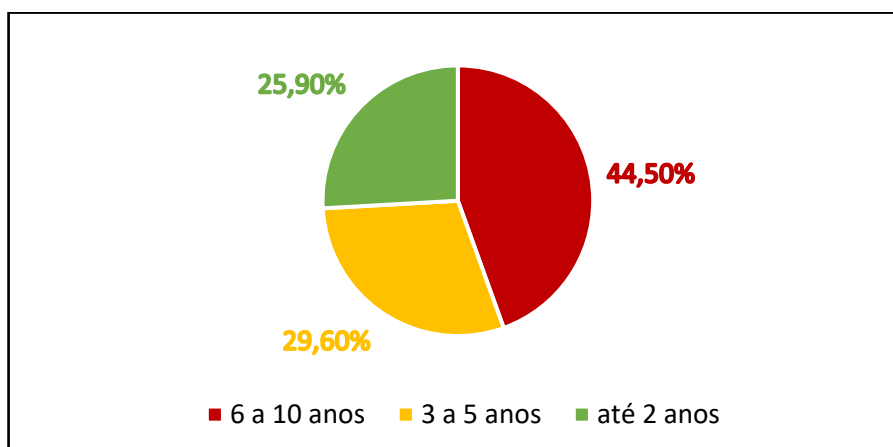
Fonte: autoria própria

Quanto à naturalidade, 20,7% dos docentes são oriundos das capitais, com destaque para Recife, pelo número de naturalidade, mas outras capitais como João Pessoa, Fortaleza e Belo Horizonte foram registradas. A maior parcela deles (79,3%) é natural de cidades médias e pequenas do interior do Brasil: Picos-PI, Imperatriz-MA, Jacobina-BA, Sobral, Iguatu e Morada Nova, no Ceará; Campina Grande, Cubatí, Uiraúna, Alagoa Grande, Solânea e Monteiro, na Paraíba; Petrolina, Garanhuns, Ipubi e Afogados da Ingazeira, em Pernambuco; Carnaúba dos Dantas-RN; Uberlândia-MG e São Bernardo do Campo-SP.

Sobre a formação acadêmica, 40,7% dos professores são da área técnica em agropecuária, formada pelas profissões das Ciências Agrárias (Zootecnia, Agronomia, Tecnologia em Irrigação e Drenagem), de Tecnologia dos Alimentos e Administração. Já a área propedêutica, que envolve as disciplinas de ciências da natureza (Física, Química, Biologia), linguagem (Português, Espanhol, Inglês e Matemática) e humanidades (Sociologia, Filosofia, História, Geografia, Educação Física e Artes) voltadas para o Ensino Médio corresponde a 59,3% dos professores.

Ao considerar que 77,8% dos docentes estão classificados numa faixa etária entre 20 e 40 anos e que os docentes da área técnica têm curta experiência no ensino, verificamos que todos os professores apresentam no máximo 10 anos de experiência como professor no IF Sertão Pernambucano. Aqueles com até 2 anos de atuação correspondem a 25,9%; entre 3 e 5 anos de serviço 29,6%; e 44,4% aqueles com 6 a 10 anos de docência na instituição (Gráfico 3).

Gráfico 3 — Tempo de serviço como professor do IFSertãoPE



Fonte: autoria própria

Ao considerarmos a experiência progressiva ao IF Sertão-PE, constatamos que 66,7% dos professores já exerciam a docência, contra 33,3% que só iniciaram a carreira docente a partir do ingresso na instituição, destacando-se dois perfis: os professores da área propedêutica iniciaram mais cedo a carreira docente, enquanto aqueles de formação bacharel técnica debutaram como professores no IFSertãoPE.

Apresentado esse primeiro panorama, ensejamos a reflexão a partir da seguinte questão: o que a experiência docente pode nos dizer sobre a multiculturalidade⁵⁹ na formação e constituição do professor? Ora, a multiculturalidade não será apenas uma concepção teórica do professor, mas também enquanto prática humana reveladora da cultura, visto que emergirá em sua prática pedagógica. Em muitos casos, a concepção de multiculturalidade ainda não foi concebida pelo professor, mas ela é considerada por influência da sua formação humana, a partir do seio familiar, fazendo-o aplicar métodos multiculturais mesmo sem saber, quando considera as questões sociais e culturais dos alunos como um quesito relacionado à humanidade.

Essa prática humana integrada à multiculturalidade também é desenvolvida durante a atividade docente, fazendo com que a experiência em sala de aula permita ao professor enxergar as nuances socioculturais e, com isso, utilizar o conhecimento oriundo de tais observações e sensibilidades para potencializar a relação com o aluno e, conseqüentemente, potencializar o processo de ensino-aprendizagem. Sobre isso, Tardif (2014) afirma que, pela natureza ativa dos alunos, eles podem oferecer resistências às iniciativas do professor, o que exige ao docente fazer com que as ações dos alunos se harmonizem com as suas, ao invés de se oporem a elas.

7.1.2 Formação acadêmica dos professores

Apesar de os professores da área propedêutica serem maioria, quando analisamos o tipo de formação superior, percebemos que o curso de Licenciatura corresponde a 37% da formação docente, contra apenas 11,1% com formação em cursos tecnológicos e 51,9% composto por bacharéis. Esses dados indicam que existem professores da área propedêutica não-licenciados.

Dentre os professores bacharéis, 22,2% deles fizeram cursos de licenciatura para obtenção da formação profissional docente e atendimento da LDB⁶⁰ e 11,1% desses professores

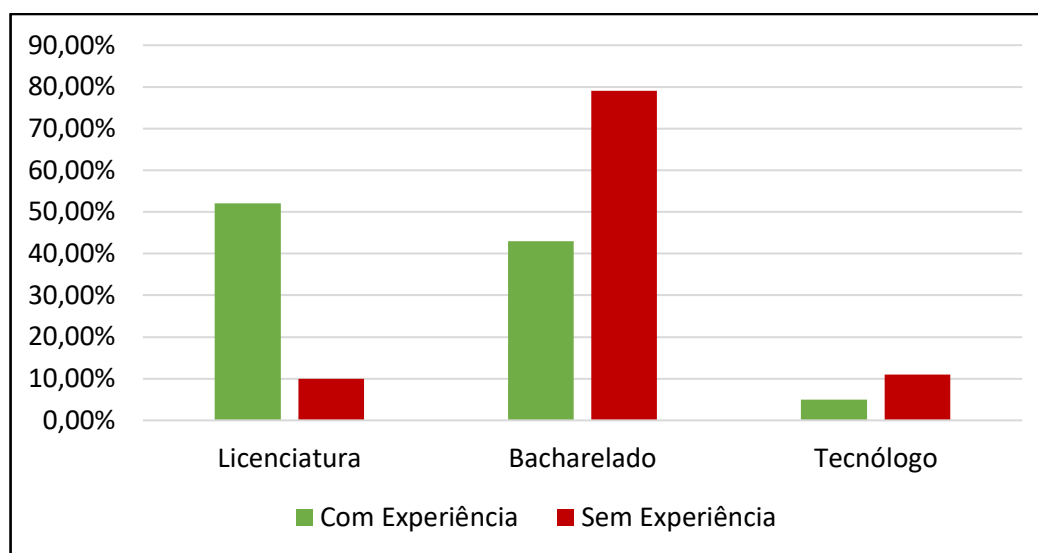
⁵⁹ Consideramos aqui o sistema multicultural de Candau e Moreira (2008).

⁶⁰ Lei de Diretrizes e Bases da Educação ou Lei n.º. 9.394 de 20 de dezembro de 1996.

bacharéis, no momento da pesquisa, estão cursando licenciaturas, restando 66,7% dos professores puramente bacharéis.

Ao analisarmos a relação entre a experiência como docente e a natureza formativa (licenciatura, bacharelado e tecnólogo), percebemos que a maioria dos professores mais experientes é licenciado, assim como a maioria dos bacharéis é inexperiente na docência (Gráfico 4). Há de se atentar ao fato de que 75% dos bacharéis com maior experiência docente são formados em Zootecnia.

Gráfico 4 — Relação entre natureza formativa e a experiência docente



Fonte: autoria própria

Empiricamente, é de se esperar que professores licenciados tenham, de fato, maior experiência do que os que não são. A natureza da Licenciatura contribui para esse fator, visto que prepara o aluno à prática da docência, considerando o conhecimento relativo aos instrumentos institucionais escolares, a observação da escola enquanto comunidade científica na qual se comunga saberes diversificados e a sala de aula em que ele pode observar e identificar as teorias e metodologias educacionais. Essas características permitem que as dificuldades – e outras variáveis não reveladas teoricamente – sejam percebidas no cotidiano escolar e sejam consideradas durante a formação inicial docente.

É importante destacar que o aluno da licenciatura não é apenas um mero observador e identificador teórico, pois ele deve pôr em prática um dos exercícios mais importantes para um professor: a reflexão. Isso possibilitará abstrair teorias e metodologias adquiridas na formação inicial docente e relacioná-las com as práticas escolares.

Alinhado a esse pensamento, Tardif (2014) – ao definir o ensino como um processo constante de escolhas durante a interação com os alunos – assume que tais escolhas dependem da experiência dos professores, de seus conhecimentos, convicções e crenças, de seu compromisso com o que fazem de suas representações a respeito dos alunos e, evidentemente, dos próprios alunos. Esses conhecimentos, essa experiência e as abstrações relacionais exercidas na interação com os alunos são trabalhados nos cursos de licenciaturas, desde as teorias pedagógicas gerais até as formações práticas conferidas pelas disciplinas de estágio curricular obrigatório. Fato que reforça o resultado de verificarmos que os professores licenciados têm maior experiência do que os bacharéis e, teoricamente, isso refletirá no processo de ensino-aprendizagem desses dois tipos de docentes, podendo provocar efeitos no desempenho escolar.

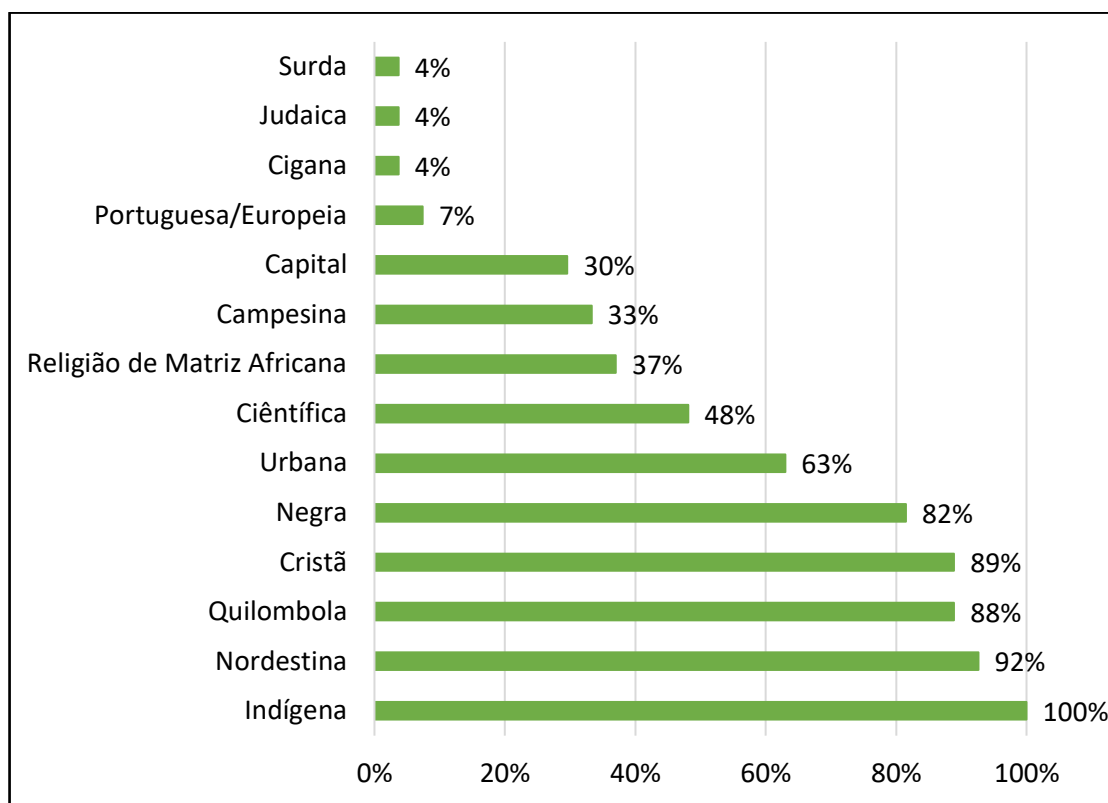
Como a relação do professor com seu objeto de trabalho é fundamentalmente constituída de relações sociais pode-se afirmar que o desenvolvimento do conhecimento pedagógico do professor se faz com a aquisição de experiência didático-pedagógica, ou seja, a práxis docente que é aprimorada em sala de aula.

Ao investigar os níveis de especialização dos docentes, verificamos que 92,6% possuem o mestrado, contra 7,4% que não o possuem. Significa dizer que apenas 7,4% dos professores têm apenas a graduação, sendo um dado qualitativo importante na consideração da formação dos professores. Quanto ao doutorado, 33,3% são doutores e 22,2% o estão cursando. Ao todo, 44,4% não tem doutorado, dos quais duas formações chamam atenção por representarem 58,3% dos docentes sem doutorado: a Matemática e a Zootecnia.

7.1.3 Perfil multicultural na prática docente

Todos os professores do *campus* Salgueiro disseram que identificam alunos de culturas distintas nas salas de aula do curso de EMI Agropecuária. Apenas 7,4% deles não consideram a Ciência uma cultura e, quando questionados sobre as culturas que percebem nos alunos em sala de aula, todos eles citaram a cultura indígena dentre outras demonstradas no Gráfico 5, a seguir:

Gráfico 5 — Percentual de percepção das culturas dos estudantes pelos professores



Fonte: autoria própria, construído com Microsoft Excel® (2010)

Com essa diversidade cultural observada pelos professores, 85,2% deles afirmaram que se preocupam em conhecer a cultura dos alunos e consideram as formas de aprendizado, pois, 88,9% atestaram que, numa sala de aula multicultural, os alunos não vão aprender da mesma forma; contra 11,1% que acreditam que os alunos aprendem da mesma forma, mesmo tendo culturas distintas. Para 22,2% dos professores, a aula ministrada por eles atende a todos os alunos da mesma maneira, visto que se “um aluno aprende os outros devem aprender”, contra 77,8% dos professores que não concordam com essa máxima e acreditam que cada aluno tem uma maneira distinta de raciocinar e aprender.

Vale ressaltar aqui uma diferença em 10% de professores que se contradizem ao opinarem sobre as formas de aprendizado. Perceba que 11,1% acreditam que os estudantes aprendem da mesma forma mesmo tendo culturas distintas, mas 22,2% concordaram que suas aulas atendem a todos os estudantes, de modo que o aprendizado deve ser homogêneo a partir da aula ministrada sem, no entanto, considerar as individualidades de aprendizado. Isso pode significar que para essa parcela que se contradiz, teoricamente, eles são cientes e sensíveis às diferenças cognitivas implicadas pela cultura, mas que, na prática, exigem o mesmo desempenho escolar de maneira homogênea. Isso também pode ser efeito da crença de

igualdade de condições frente à má interpretação da meritocracia no Brasil, onde – de maneira equivocada – se crê que a oportunidade é a mesma para todos sem considerar, justamente, as individualidades que resultam das relações socioculturais e econômicas, principalmente.

Os professores que acreditam que a mesma aula atende a todos os alunos disseram que isso se deve às práticas de contextualização à região e às culturas desses estudantes. Já aqueles que acreditam que os alunos aprendem distintivamente postulam que isso se deve às diferentes formas cognitivas e habilidades; enquanto outros enxergam a justificativa para isso nas diferentes ciências escolares que proporcionam o desenvolvimento de habilidades ou aptidões diferentes nos alunos.

Mais da metade dos professores afirmam que preparam aulas voltadas para as peculiaridades culturais dos alunos (55,6%), enquanto 44,4% não preparam aulas com foco na contextualização das diferentes culturas dos discentes. Sobre a possibilidade de conflitos entre os saberes científicos e culturais dos alunos, 96,3% dos docentes concordam que possam ocorrer em sala de aula.

Dos professores que responderam não buscar conhecer a cultura dos alunos, 67,0% afirmaram que nunca pensaram a respeito, demonstrando falta de conhecimento sobre o assunto. O percentual daqueles que informaram não possuir tempo disponível para pensar sobre o assunto e preparar estratégias de ensino multiculturais foi de 33,0%, porém estes informaram que se preocupam em conhecer as culturas dos estudantes.

Há uma crença por parte dos docentes (33,0%) de que determinadas disciplinas permitem um ensino intercultural e outras não. Isso, é realmente um desafio para a pesquisa em ensino de ciências ou em ciências da educação, visto que é um limitante ao atendimento da legislação que exige o ensino das culturas afro-brasileira e indígena na educação básica. O ensino multicultural fica restrito às disciplinas das áreas de humanas (Português, História, Geografia, Sociologia e filosofia), como verificamos no PPC do EMI Agropecuária onde as preocupações sobre a temática multicultural ficam restritas à essas disciplinas. Mas, na verdade, o ensino multicultural pode ser aplicado a qualquer outra disciplina como Matemática ou as disciplinas das Ciências da Natureza (Biologia, Física e Química).

Quando questionados se os professores têm curiosidade em conhecer a história dos alunos, 92,6% deles responderam que sim, dos quais 44% alegaram a valorização e uso da Teoria Histórico-Cultural (THC); 56% desse total almejam conhecer a história dos estudantes para desenvolver ações motivacionais. Da parcela docente que informou não ter curiosidade em

conhecer a história dos alunos (7,4%), que culpavam a falta de tempo como fator impeditivo, visto que comprometeria o cumprimento da ementa.

Quando perguntados se os professores aplicam alguma teoria educacional ou pedagógica em suas aulas, 55,6% informaram não saber ao certo se de fato aplicam ou usam alguma. Para 29,6% o uso de teorias educacionais é conscientemente percebido, tendo sido indicada por eles a modelagem matemática, a teoria Freiriana, teorias construtivistas e sociointeracionistas (Piaget e Vygotsky), outros disseram balancear práticas tradicionais com o construtivismo e agentividade social. Para a parcela restante, que correspondente a 14,8%, informou que não põe em prática nenhuma teoria educacional.

Ao serem questionados sobre a THC, 48,1% informaram que a conheciam, contra 51,9% que não a conhecem. Esse dado pode ser justificado pelo percentual de professores licenciados e os bacharéis licenciados, visto que a THC pertence ao domínio das licenciaturas, ou aos cursos bacharéis vinculados à área da educação, a exemplo da pedagogia e da psicologia.

Ao se autodescreverem enquanto docentes, 92,6% declararam gostar de salas de aulas participativas; 88,9% se preocupam com o ensino e com a qualidade da aprendizagem; 85,2% dos docentes se preocupam com a aula dialogada; 74,1% se declaram flexíveis e negociadores; 63% são multidisciplinares ou interdisciplinares; 55,6% são professores práticos; 51,9% são teóricos; 44,4% se preocupam com a apresentação e exposição do conteúdo; 40,7% são motivadores; 25,9% aplicam Tecnologias da Informação e Comunicação em sala de aula (TICs); 18,5% se enxergam tradicionais; 18,5% se consideram inovadores em sala de aula; 7,4% são rígidos ou severos em sala e, por fim, 3,7% gostam de sala de aula silenciosa.

A autodescrição dos professores pode explicar determinadas práticas pedagógicas também descritas por eles, já que o docente acaba fazendo de sua práxis uma extensão do que ele é e do que pensa, assim como afirma Tardif (2014):

“[...] as relações exigem que os professores se envolvam pessoalmente nas interações, pois eles lidam com pessoas que podem desviar e anular, de diferentes maneiras, o processo de trabalho e das quais eles devem obter o assentimento ou consentimento, e mesmo a participação. Nesse sentido, a personalidade do professor é um componente essencial de seu trabalho.” (TARDIF, 2014, p. 141).

Isso posto, Tardif (2014) cita um exemplo, dado por Legault e Royer (1998), de que determinadas práticas disciplinares como a expulsão dos alunos, por exemplo, não eram usadas uniformemente nas escolas, mas eram praticadas por uma minoria de professores que resolviam desta maneira problemas de grupo. Logo em seguida, Tardif (2014) argumenta que esses

fenômenos – e muitos outros de mesmo tipo – revelam que a personalidade dos professores impregna a prática pedagógica: não existe uma maneira objetiva ou geral de ensinar; todo professor transpõe para a sua prática aquilo que é como pessoa.

7.1.4 Identificação dos saberes sobre cultura e multiculturalismo

Todos os professores apontaram diversas formas de se perceber a cultura, não se limitando a um ou poucos aspectos de percepção. Todos acreditam que em Pernambuco existe grande diversidade cultural, indicando percepções das diferentes culturas. Todos indicaram perceber a cultura indígena em Pernambuco, sendo a única em que 100% dos docentes a apontaram categoricamente.

Ao abordar as considerações sobre as próprias culturas, 70,4% dos professores se identificaram urbanos; 55,6% percebem-se constituídos pela cultura científica ou escolar; 51,9% são cristãos; 44,4% são sertanejos; 25,9% apresentam cultura urbana das capitais; 14,8% são camponeses; aqueles que se identificam pertencentes à cultura negra corresponderam ao mesmo percentual daqueles que se identificaram com a cultura europeia: 11,1%; 3,7% se autodeclararam de cultura híbrida.

Quando questionados sobre o interesse em conhecer as diferentes culturas discentes, 85,2% responderam que se preocupam e buscam conhecê-las. A grande maioria dos professores está ciente e considera a individualidade cognitiva (88,9%), enquanto 22,2% concordam com a máxima: “se um aluno aprende os outros devem aprender”. Apesar desses resultados em relação a consideração das culturas dos alunos para o planejamento didático, 67,7% afirmaram que nunca pensaram a respeito da consideração da cultura para ministrar aula, o que evidencia uma contradição com aqueles 85,2% dos professores que afirmaram ter interesse em conhecer as culturas dos discentes ou que existe uma separação entre conhecer a cultura do estudante e usá-la na mediação didático-pedagógica requerendo investigação sobre os motivos e influências desse resultado (se paradigmáticos, praxiológicos, laborais etc.).

Quando questionados sobre o conhecimento multicultural, 92,6% dos professores afirmaram que não tiveram formação sobre isso, já 7,4% responderam que conheceram a temática na disciplina de Prática de Didática na licenciatura. Sobre a consideração de um ensino multicultural e contextualizado 55,6% dos professores afirmaram que objetivam aplicá-las em aula. Contra 44,4% que não consideram as questões socioculturais. Daqueles que não consideram as questões socioculturais para o planejamento didático, um terço deles informou

que a carga de trabalho e as exigências para cumprir as ementas os impedem desse planejamento.

Sobre conflitos entre os saberes culturais e científicos dos alunos, 96,3% dos docentes acreditam haver esta possibilidade, porém 27% deles identificam isso como parte de problemas culturais. Para a consideração das questões socioculturais, o conhecimento da Teoria Histórico-Cultural (THC), certamente, resultaria em um grande impacto na percepção e na consideração das questões multiculturais; contudo, pouco mais da metade (56%) afirmou conhecer a THC, e 44% dos professores afirmaram que nunca ouviram falar na THC.

A grande maioria dos professores (96,3%) enxerga a escola como um ambiente multicultural. Todos consideram a linguagem como parte constituinte da cultura, onde a linguagem dos alunos é considerada por 74% dos professores com um vetor que facilita o processo de ensino-aprendizagem; 51,9% acreditam que a linguagem do aluno deverá ser desenvolvida na escola e que o aluno não detém a linguagem escolar ou científica. 81,5% dos profissionais acreditam que o professor e o aluno são corresponsáveis pelo processo de ensino-aprendizagem, devendo os dois compartilharem suas linguagens na comunicação escolar. Este resultado representa uma lacuna do conhecimento formativo do professor que seria o estudo da linguagem e da comunicação em que se inclui a semiótica.

Sobre a multiculturalidade no Brasil, 48,1% afirmaram que as escolas brasileiras apresentam diversidade cultural, mas a diversidade não é considerada pelo professor ou escola; 37,0% concordam que as escolas brasileiras são multiculturais porque ensinam contextualizando com a realidade do aluno; 22,2% acreditam que as escolas brasileiras são multiculturais porque permitem o acesso a pessoas de qualquer cultura; 11,1% acreditam que as escolas no Brasil não têm diversidade cultural, mesmo todos os docentes terem informado que percebiam culturas distintas na sala de aula, o que denota uma contradição.

Sobre os conhecimentos acerca dos paradigmas científicos, a maioria dos professores afirmou conhecer o paradigma tradicional (59,3%); 44,4% nunca ouviram falar sobre os paradigmas científicos, 22,2% informaram ter tomado conhecimento sobre o paradigma sistêmico, 18,5% sobre o emergente e apenas 7,4% conhecem o paradigma complexo. Sobre a identificação dos professores com os paradigmas, 55,6% não souberam informar e 37% se identificam com o paradigma tradicional. Quanto a este ponto, identificamos uma lacuna de investigação: o que os professores entendem como paradigma e como paradigma da ciência?

Tais investigações elucidariam melhor uma análise sobre o conhecimento dos paradigmas científicos e didático-metodológicos.

Analisando os resultados referentes ao conhecimento docente sobre o multiculturalismo, é possível perceber que o conhecimento se dá de forma superficial, devido às lacunas de compreensão, as contradições e às concepções equivocadas sobre o tema. Essas identificações podem ser verificadas no Quadro 17, a seguir:

Quadro 17 — Análise do conhecimento sobre Multiculturalidade apresentado pelos professores do IFSertãoPE, *campus* Salgueiro

(continua)

LACUNAS	CONTRADIÇÕES	EQUÍVOCOS
<p>Todos os docentes percebem a presença do indígena, mas não percebem em sua totalidade a presença de sertanejos, quilombolas e tampouco a cultura escolar. Para 25,9% os quilombolas não são identificados em sala de aula, e 7,4% não identificaram a presença da cultura sertaneja, mesmo com a presença marcante dessas culturas em sala de aula e 55,5% não percebem a cultura científica ou escolar.</p>	<p>A parcela de 67,7% afirmou que nunca pensaram a respeito de considerar a cultura para ministrar aula o que evidencia uma contradição com 85,2% dos professores que afirmaram ter interesse em conhecer as culturas dos estudantes.</p>	<p>Os docentes que concordam que as escolas brasileiras são multiculturais porque existe ensino contextualizado com a realidade do aluno correspondeu a 37,0%.</p>
<p>Apenas 44,5% dos professores se percebem constituídos pela cultura científica ou escolar quando todos deveriam se enxergar enculturados cientificamente devido à atuação acadêmica em determinada área das Ciências em que é formado e atua.</p>	<p>Grande parcela dos docentes (96,3%) crê na possibilidade de haver conflitos entre os saberes culturais e científicos dos alunos, porém apenas 27,0% destes identifica isso como parte de problemas interculturais.</p>	<p>Para quase um quarto dos professores (22,2%) as escolas brasileiras são multiculturais porque permitem o acesso a pessoas de qualquer cultura.</p>
<p>As diferentes concepções sobre a linguagem e comunicação em sala de aula representam uma importante lacuna de um conhecimento básico que deveria ser tratado na formação inicial do professor, visto que dentre outros resultados percentuais interessantes a este ponto que apresentam distorções, chamamos a atenção para 7,4% dos professores que não consideram a linguagem e comunicação para o exercício da docência, um fato grave.</p>	<p>Apesar de 100% dos professores terem afirmado identificarem diferentes culturas na sala de aula, 11,1% acreditam que não há diversidade cultural nas escolas do Brasil.</p>	<p>Para 11,1% deles as escolas no Brasil não têm diversidade cultural.</p>
<p>Apesar de terem a oportunidade de marcarem todas as culturas que se identificavam, apenas 3,4% dos professores marcaram a sua identificação com uma cultura híbrida,</p>	<p>Para 11,1% dos professores os estudantes aprendem da mesma forma mesmo tendo culturas distintas, mas 22,2% concordaram que suas aulas atendem a todos os</p>	

constituída pela miscigenação de diferentes culturas.	estudantes de modo que o aprendizado deve ser homogêneo a partir da aula ministrada sem considerar as individualidades de aprendizado.	
Perceber as diferentes culturas ou se interessar por elas não significa aplicar esse conhecimento diretamente em sala de aula. Assim, a chamada “cultura científica” não implica no <i>Savoir et Faire</i> .		

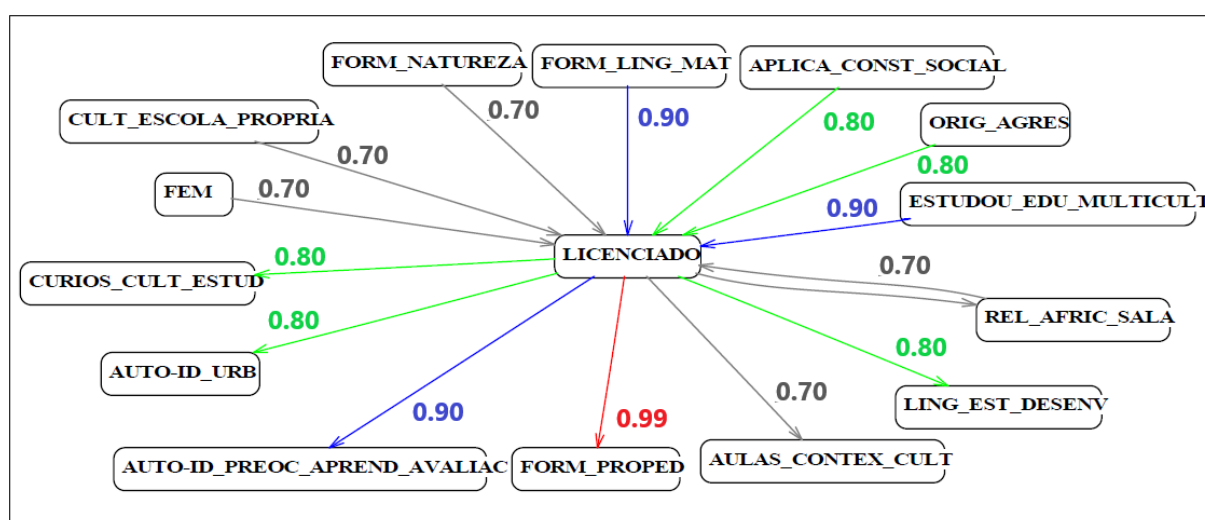
Fonte: autoria própria

7.1.5 Aplicação da ASI sobre os dados do perfil multicultural docente

A ASI permite analisar as relações implicativas das variáveis mais importantes para a compreensão do perfil dos professores. Assim, procuramos compreender estas relações através de gráficos implicativos em modo cone para variáveis relacionadas com a formação de professores licenciados (Licenciado)⁶¹ ou não (Bacharel), professores da área propedêutica (Form_Proped) ou da área técnica (Form_Tec), e professores que se identificam com o paradigma cartesiano (Auto-Id_Paradig_Trad).

A primeira análise pode ser feita com a ajuda do Grafo Implicativo 2, onde se pode ver que os professores de ciências naturais (Form_Natureza) e das áreas de línguas e matemática (Form_Ling_Mat) implicam em professores licenciados.

Grafo Implicativo 2 — Características dos professores licenciados



Fonte: gráfico implicativo gerado pelo *software* CHIC 7.0 (2014)

Nota: vetor cinza – índice de implicação 0,70; verde – 0,80; azul – 0,90; vermelho – 0,99.

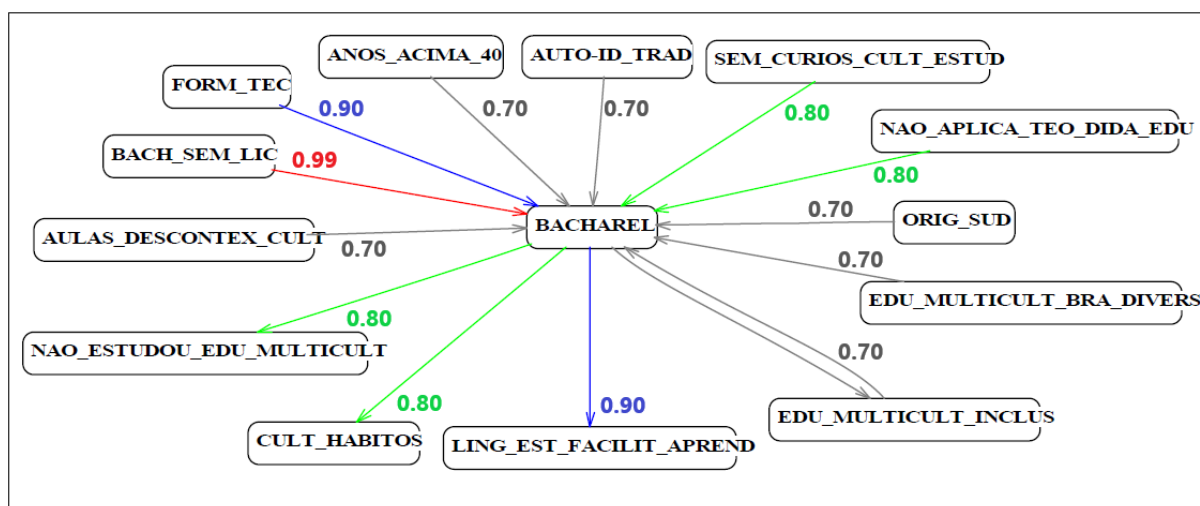
⁶¹ As variáveis presentes nos grafos implicativos serão referenciadas no texto entre parênteses.

Do ponto de vista da pedagogia multicultural, os professores que aplicam a teoria construtivista (Aplica_Const_Social), que estudaram educação multicultural (Estudou_Edu_Multicult), que estão preocupados em lidar com a cultura afro-brasileira na sala de aula (Rel_Afric_Sala) e que procuram ter em conta as culturas presentes na escola (Cult_Escola-Propria) tendem a ser professores licenciados (Licenciado).

Estes professores (Licenciado) tendem a preocuparem-se em conhecer a cultura dos alunos (Curios_Cult_Estud), dedicam-se a questões relacionadas aos processos de aprendizagem e de avaliação escolar (Auto-ID_Preoc_Aprend_Avaliac), constituem o corpo docente da área propedêutica (Form_Proped), ministram aulas contextualizadas (Aulas_Context_Cult) e consideram o desenvolvimento da linguagem escolar a partir da língua dos alunos (Ling_Est_Desenv).

As características dos professores licenciados (Bacharel) podem ser vistas no Grafo Implicativo 3. Começamos por salientar que os professores da área técnica (Form_Tec), tendem a não ser licenciados (Bach_Sem_Lic), têm mais de 40 anos (Anos_Ac acima_40) e são do Sudeste do Brasil (Orig_Sud) e implicam em professores bacharéis (Bacharel).

Grafo Implicativo 3 — Características dos professores bacharéis



Fonte: gráfico implicativo gerado pelo *software* CHIC 7.0 (2014)

Nota: vetor cinza: índice de implicação 0,70; verde: 0,80; azul: 0,90; vermelho: 0,99.

Quanto às características pedagógicas e multiculturais, os professores que se identificam com o paradigma cartesiano (Auto_ID_Trad), que não contextualizam as suas aulas (Aulas_Descontex_Cult), não têm interesse em conhecer a cultura dos estudantes (Sem_Curios_Cult_Estud), pensam que a educação brasileira é multicultural devido à presença

de diversas culturas na escola (Edu_Multicult_Bra_Divers) e não aplicam teorias didático-pedagógicas (Nao_Aplica_Teo_Dida_Edu) tendem a ser professores com bacharelado ou sem licenciatura (Bacharel).

Os professores bacharéis (Bacharel) tendem a acreditar que a educação multicultural se limita a aceitar estudantes de qualquer cultura na escola (Edu_Multicult_inclus), a perceber a cultura como expressão dos hábitos das pessoas (Cult_Habitos), são professores que não estudaram educação multicultural no ensino superior (Nao_Estuda_Edu_Multicult).

A relação do professor bacharel com a crença de uma multiculturalidade garantida pelo acesso do estudante à escola configura um comportamento colonizador que reforça as classificações intermédias de multiculturalismo de Candau e Moreira (2008), ou seja, uma homogeneidade e prevalência da desarmoniosa relação de poder social que inferioriza as culturas minoritárias que são expostas a uma falsa meritocracia. Este entendimento deve-se ao fato da supremacia cultural existente entre a cultura urbana e outras culturas, tais como a cultura rural. Sobre esta relação de poder da cultura urbana, mencionamos Souza, Souza e Orrico (2019): a ideologia urbana orienta um processo de homogeneização, negação, subjugação e mesmo apagamento da cultura rural⁶².

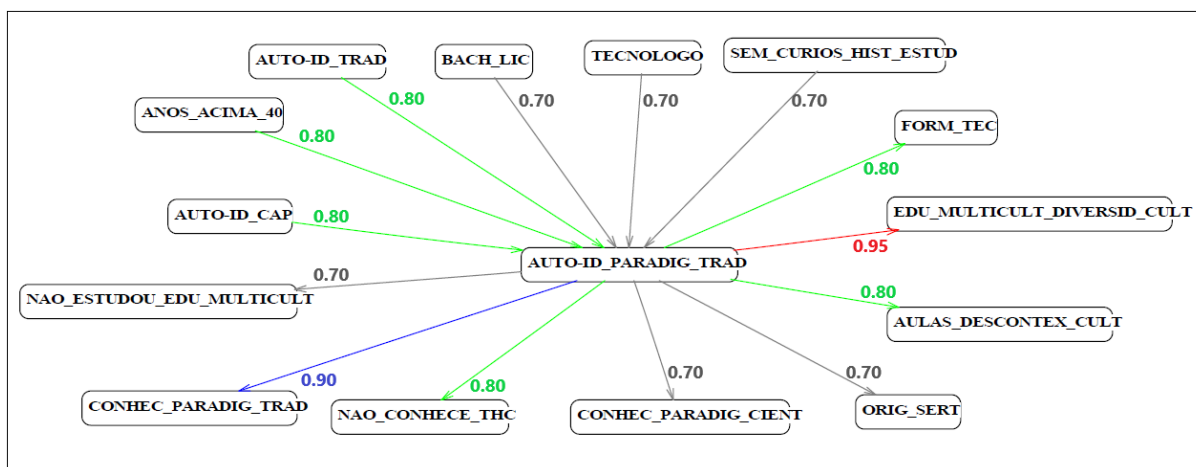
No que diz respeito à influência do paradigma cartesiano na prática e no conhecimento dos professores, podemos analisá-lo através do Grafo Implicativo 4. Os professores que se identificam com este paradigma têm como características formativas o fato de serem da área técnica (Form_Tec), de serem professores com segunda formação superior em Licenciatura (Bach_Lic) ou com formação em curso tecnólogo (Tecnologo), são professores de origem cultural Sertaneja (Orig_Sert) e que têm mais de 40 anos (Anos_Acima_40).

O paradigma cartesiano influencia a forma como os professores pensam e agem, inclusive na perspectiva multicultural. A identificação com o paradigma cartesiano (Auto_ID_Paradig_Trad) implica em aulas descontextualizadas sem a preocupação em mediar a cultura escolar a partir da cultura do aluno (Aulas_Descontex_Cult) ou mesmo a falta de interesse em conhecer a cultura dos alunos (Sem_Curios_Hist_Estud). Os professores que se identificam com o paradigma cartesiano (Auto_ID_Paradig_Trad) tendem a não terem tido formação sobre educação multicultural (Nao_Estudou_Edu_Multicult), tendem também a não

⁶² Nos referimos à cultura rural aquela do pequeno agricultor brasileiro, visto que o agronegócio é determinante às concepções de domínio da cultura urbana e colonizadora.

saberem sobre a teoria histórico-cultural (Nao_Conhece_THC). Esses conhecimentos são propiciados formação inicial dos professores brasileiros, a Licenciatura.

Grafo Implicativo 4 — Características dos professores que se identificam com o paradigma cartesiano



Fonte: gráfico implicativo gerado pelo *software* CHIC 7.0 (2014)

Nota: vetor cinza: índice de implicação 0,70; verde: 0,80; azul: 0,90; vermelho: 0,95.

Os dados mostram que os professores licenciados da área propedêutica são sensíveis e preparados para reconhecer o multiculturalismo na sala de aula e para fornecer práticas interculturais aos estudantes. A formação de professores brasileiros dá apenas uma contribuição mínima para práticas baseadas em teorias pedagógicas e educacionais que contribuem para a interculturalidade.

Por outro lado, os professores da área técnica, que não possuem um grau de Licenciatura, apresentam características tradicionais, baseadas no paradigma cartesiano, e existem relações de implicação entre esta formação com pensamentos e atitudes pedagógicas de ordem colonialista, baseada na normalização cultural e meritocrática.

Essas relações reforçam a compreensão subjetiva da importância da formação inicial docente para uma educação de qualidade, com professores mais bem preparados quanto ao conhecimento específico da profissão. Nesse quesito, citamos Tardif (2000) que afirma que os profissionais devem se apoiar em conhecimentos especializados e formalizados. Na maioria das vezes, isso se dá por intermédio das disciplinas científicas em sentido amplo, incluindo, evidentemente, as ciências naturais e aplicadas, mas também as ciências sociais e humanas, assim como as ciências da educação.

Ainda sobre essas implicações atreladas à formação docente – entendidas por nós como importantes para uma educação multicultural – Shulman (1987) defende que os professores devem ser formados com base em três eixos de conhecimento: o conteúdo pedagógico, o conteúdo curricular e o conteúdo específico a ser ensinado. Acerca desse conjunto de conhecimentos exigidos ao professor, o autor nomeou de Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (*Pedagogical Content Knowledge – PCK*), o qual Fernandez (2015) define como o conjunto de conhecimentos que distingue um professor de uma dada disciplina, daquele que é especialista dessa mesma disciplina. É exatamente nessa diferença ressaltada por Fernandez que encontramos parte da resposta para os resultados encontrados nesta etapa da pesquisa.

7.1.6 Perfil multicultural Diferencialista

As verificações realizadas nesta investigação nos permitem classificar o perfil multicultural dos professores atuantes no EMI Agropecuária do IF Sertão PE, como Diferencialista ou Monoculturalismo Plural, conforme Candau e Moreira (2008). Essa definição compreende um nível intermediário de multiculturalismo, em que se enfatizam as diferentes identidades culturais e a necessidade de espaços próprios para que todos possam expressar com liberdade a própria cultura. Nesse caso, em sua maioria, os professores concebem a igualdade entre as raças, possíveis situações de deficiência de qualquer ordem, aceitam normas e valores igualitariamente entre os homens conforme o discurso meritocrático (equivocado à realidade brasileira) e, assim, ressaltam as diferenças culturais e as naturalizam, afirmando suas diferenças, mas desconsideram a produção histórica e social das identidades.

Contudo, a identificação desse perfil multicultural docente, como Monocultural ou Diferencialista, aponta uma concepção positiva que é o potencial que os professores têm de identificar culturas distintas, evitando assim invisibilizações. Sobre isso, Candau (2014) nos diz que: “É importante que as práticas educativas partam do reconhecimento das diferenças presentes na escola e na sala de aula, o que exige romper com processos de homogeneização, que invisibilizam e ocultam as diferenças, reforçando o caráter multicultural das culturas escolares.” (CANDAUI, 2014, p. 32).

Porém, em se tratando do foco principal de nossa proposta, o que essa investigação sobre o perfil multicultural docente tem a ver com a construção de conceitos científicos em uma sala aula multicultural? Com tais resultados, seguimos evidências da influência do perfil do professor em sua relação multicultural com os discentes, o que implicará, hipoteticamente, na

construção de conceitos científicos. Essa influência indiciária poderá ser verificada na próxima parte da pesquisa, quando consideraremos a influência da cultura do estudante no seu rendimento escolar, visto que o desempenho escolar dos estudantes é reflexo da atuação docente.

Ressalvamos a prudência de reconhecer que as notas requerem um estudo específico e aprofundado quanto às formas de avaliação e a sua relação com as habilidades cognitivas dos estudantes na materialização das respostas (escrita, fala, desenhos etc.), com as condições socioeconômicas dos estudantes e, dentre outros aspectos, com questões histórico-culturais que certamente influenciarão no rendimento. O desempenho estudantil é defendido – por nós – como importante dado de investigação educacional que, por sua vez, deve ser analisado e estudado em associação a outras variáveis tais como propomos.

7.2 Parte 2: a influência cultural no rendimento escolar

Nesta parte, em que abordamos a influência da cultura no rendimento escolar, analisamos 517 perfis estudantis por série e por ano, no período de 2011 até o ano de 2018. Com isso, foi possível observar que estudantes urbanos compuseram 305 perfis (58,9%), já os perfis de estudantes sertanejos corresponderam a 161 perfis (31,1%), seguidos por 46 perfis indígenas (8,9%) e apenas cinco perfis quilombolas (1,1%). Esses dados podem demonstrar que o pequeno número de estudantes indígenas e quilombolas contribui para que estes sejam invisibilizados na escola, mesmo havendo um quilombo e uma aldeia *Atikum* no território salgueirense.

Antes de iniciarmos a apresentação dos dados, é importante nos posicionarmos para definirmos que o desempenho escolar, por meio de notas ou conceitos, é compreendido como o resultado de um processo didático-pedagógico importante e diverso na educação escolar: a **análise da aprendizagem**. Neste ponto, especificamente, consideramos que elementos de análise de desempenho escolar (notas ou conceitos) são oriundos do processo avaliativo positivista e determinista classificado como **verificação** da aprendizagem conceitualmente distinto da **avaliação** da aprendizagem:

A escola opera com verificação e não com avaliação da aprendizagem, pois: a avaliação, diferentemente da verificação, envolve um ato que ultrapassa a obtenção de configuração do objeto, exigindo decisão do que fazer ante ou com ele. A verificação é uma ação que “congela” o objeto; a avaliação, por sua vez, direciona o objeto numa trilha dinâmica da ação. (LUCKESI, 1998, p. 76).

Porém, o desempenho escolar oferta informações importantes por constituir, como afirmou Gatti (2002b), uma cultura preponderante no cotidiano escolar. Por isso, esse desempenho é considerado como resultado do processo de análise da aprendizagem em nossa pesquisa. O desempenho escolar por culturas – que é apresentado e discutido – é interpretado não apenas como do ponto de vista educacional, mas também político e social. Isso indica que, em um país historicamente colonial como é o Brasil, discussões decoloniais devem ser obrigatoriamente presentes.

Essa etapa de pesquisa foi divulgada em um artigo completo no 11º Colóquio Internacional sobre Análise Estatística Implicativa (ASI 11) que aconteceu na cidade de Belfort, na França, de 3 a 6 de novembro de 2021. O trabalho intitulado “Análise Estatística Implicativa e Análise de Variância: estudo estatístico e comparativo sobre o desempenho escolar em sala de aula multicultural” (SANTOS DE AQUINO *et al.* 2021) buscou estudar a aplicação de método misto quantitativo sobre os mesmos dados de performance escolar do Ensino Médio Integrado ao Técnico em Agropecuária. Nesse entendimento, consideraremos aqui apenas os dados referentes à ASI.

Verificamos que as menores médias do rendimento escolar pertencem aos estudantes quilombolas, apresentando média referente ao conceito “D”; seguido pelos indígenas com o conceito “C”; depois os estudantes urbanos que apresentam rendimento escolar de conceito “B”; e, por fim, os estudantes sertanejos com o conceito “A”. No Quadro 18 apresentamos os dados de desempenho estudantil por cultura/etnia.

Quadro 18 — Tendências de rendimento escolar por cultura

CULTURA	CONCEITO (EQUIVALÊNCIA)
Sertaneja	A (8,0 a 10,0)
Urbana	B (6,0 a 7,9)
Indígena	C (3,0 a 5,9)
Quilombola	D (0,0 a 2,9)

Fonte: Santos de Aquino et al. (2021)

Vale salientar que as informações do quadro anterior representam tendências de rendimento, visto que são resultados obtidos através da ASI que, por sua vez, apresenta base de cálculo probabilística. A sua interpretação indica que os estudantes sertanejos tendem a tirar notas altas, conceito “A”, enquanto os quilombolas tendem a obter rendimento escolar baixo, conceito “D”. Então, por qual motivo devemos salientar a interpretação desse quadro com base

na ASI? Porque a ASI é um método estatístico mais recente, se comparado aos métodos mais tradicionais – como a Análise de Variância (Anova) – que normalmente são utilizados para demonstrar estudos quantitativos desse tipo e possuem natureza determinista baseada na média (diferente da ASI que considera o número de eventos, nesse caso o número de desempenhos de conceito A). Como determinado em nosso estudo, a ASI apresenta um maior potencial para interpretações em estudos em ciências humanas, tal qual as áreas de Educação e Ensino, pois possibilita a interpretação do objeto de estudo atrelado às diversas variáveis do campo social, de difícil controle pelo pesquisador, apresentando, assim, resultados não deterministas. No Quadro 19, podemos verificar as características entre a ASI e a Anova como método estatístico tradicional.

Quadro 19 — Características dos métodos estatísticos Anova e ASI quanto ao estudo do desempenho escolar em contexto multicultural

CARACTERÍSTICAS	ANÁLISE DE VARIÂNCIA - ANOVA	ANÁLISE ESTATÍSTICA IMPLICATIVA – ASI
Natureza dos dados	Quantitativo Absolutista	Quantitativo Probabilístico
Interpretação do resultado	Determinista	Possibilista
Confiabilidade	Significância (P-valor)	Tendência (índice implicativo)
Referência espacial	Posição	Percurso
Natureza descritiva	Estática (retrato)	Cinética (filmográfico)

Fonte: Santos de Aquino *et al.* (2021)

As relações entre as culturas estudantis e o rendimento escolar por grupos disciplinares podem ser verificados no Grafo Implicativo 5, que apresenta três grafos independentes:

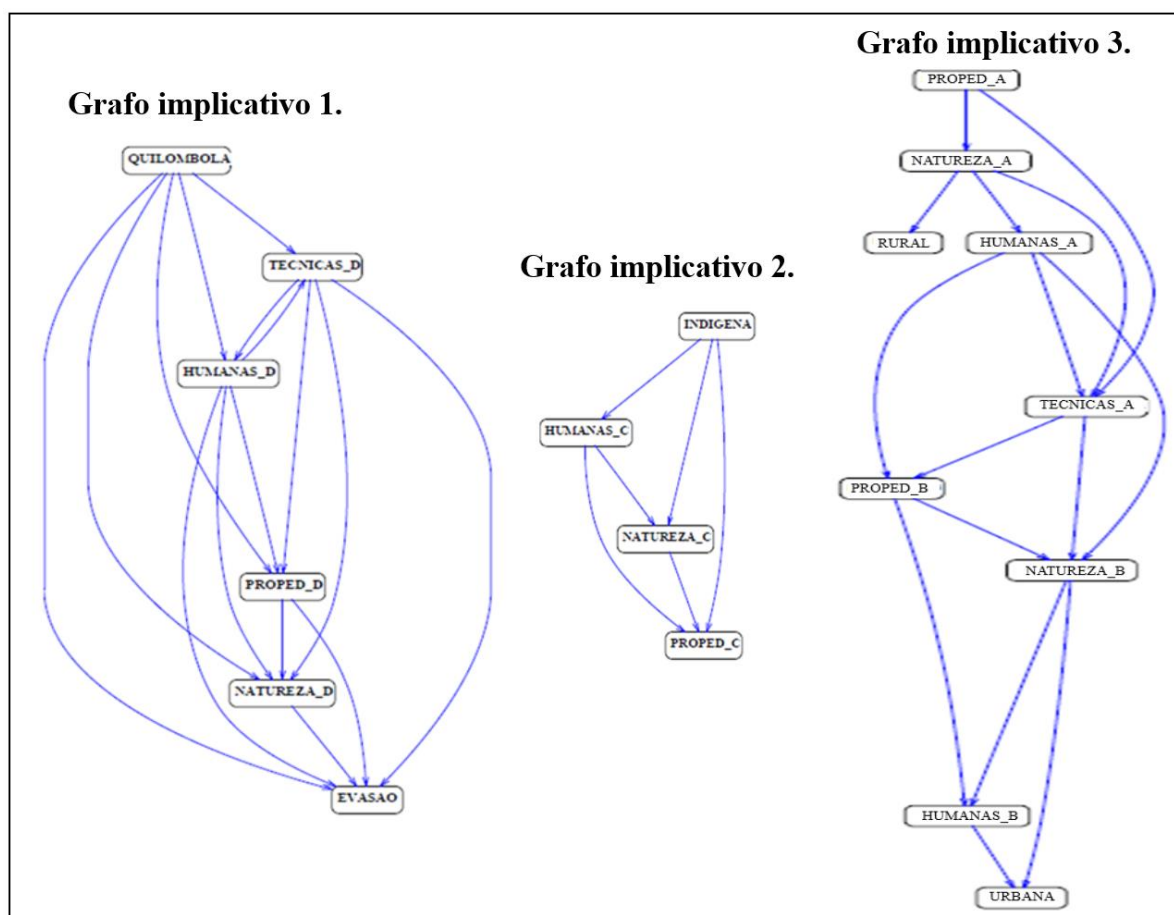
O grafo (1) apresenta as relações do perfil cultural quilombola com o rendimento escolar mais baixo, retratado pelo conceito “D” nas disciplinas das áreas técnica e propedêutica, especialmente das ciências humanas e da natureza. Inclusive, ser um estudante quilombola implica em evasão escolar. Os dados de evasão foram obtidos pela ausência dos perfis estudantis do primeiro ano do EMI Agropecuária aos anos subsequentes, indicando, ainda, que os quilombolas evadem no primeiro ano do curso.

O grafo (2) apresenta o rendimento escolar de conceito “C” dos indígenas. Com implicações voltadas às disciplinas da área propedêutica como os subgrupos disciplinares das ciências humanas e da natureza.

O grafo implicativo (3) nos mostra que o rendimento de conceito “A”, das disciplinas das ciências naturais e, indiretamente, a obtenção do conceito “A” nas disciplinas propedêuticas implicam em estudantes da área rural, que são os sertanejos. O conceito “C” nas disciplinas das

ciências naturais e humanas aponta para estudantes urbanos, o que – para nós – apresenta-se como uma surpresa, visto que, normalmente, os estudantes urbanos têm melhores condições socioeconômicas e moram mais perto da escola, o que nos fazia acreditar que estariam implicados com o melhor desempenho. Desse modo, podemos inferir que – com base nesses dados – a etnia e a cultura dos estudantes influenciam ou estão refletidas no desempenho escolar desigual. Inclusive segrega-se, ainda mais, pelo desempenho escolar, no qual o mais baixo (os estudantes quilombolas) está relacionado com o processo de evasão escolar.

Grafo Implicativo 5 — Relações entre cultura e rendimento escolar



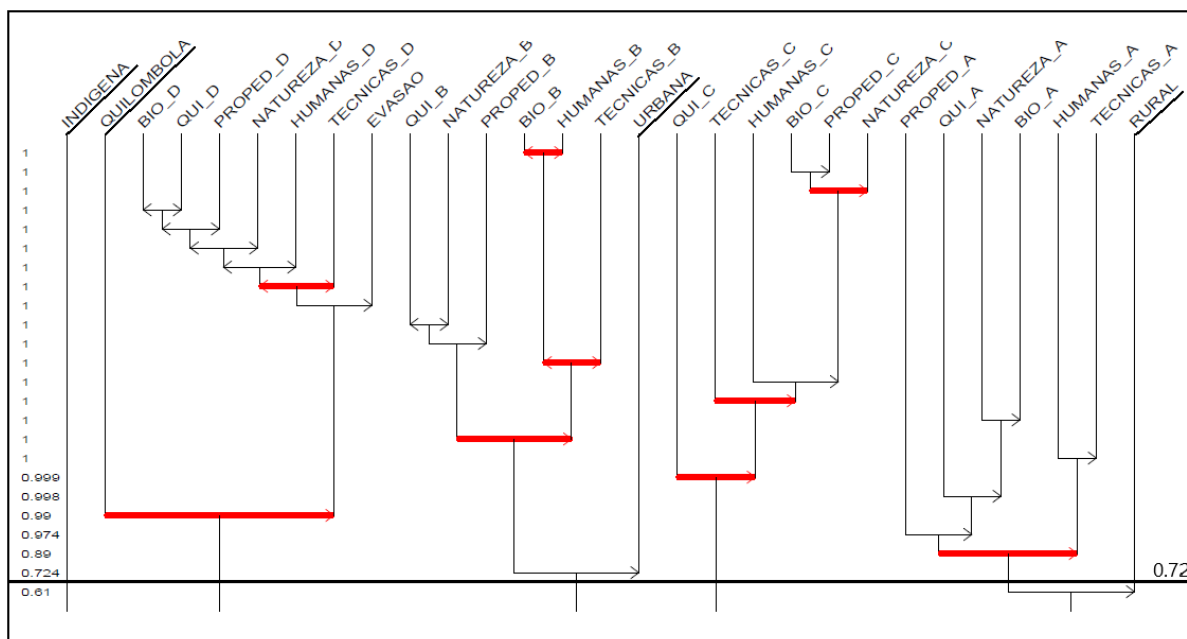
Fonte: Santos de Aquino *et al.* (2021)

Nota: os vetores azuis indicam índice de implicação de 0,70; o grafo 1 apresenta as relações de performance com os estudantes quilombolas, o grafo 2 refere-se as relações de desempenho escolar dos estudantes indígenas; e o grafo 3 apresenta as relações de desempenho escolar com as culturas sertaneja e urbana.

A Árvore Coesitiva 1 nos apresenta uma relação sistemática entre as classes de variáveis relacionadas por implicações. Assim, é possível compreender as características das comunidades estudantis por grupos étnico-culturais. Priorizamos, na árvore coesitiva, os nós

das classes de variáveis acima do índice de coesão de 0,72 referenciado pela linha horizontal que corta a árvore em sua porção inferior.

Árvore Coesitiva 1 — Relações entre cultura e o desempenho escolar



Fonte: Santos de Aquino *et al.* (2021)

A árvore coesitiva nos mostra quatro classes, dentre as quais destacamos (da esquerda para a direita): a classe do desempenho escolar “D” que apresenta forte implicação dos estudantes quilombolas (QUILOMBOLA) ao nível de coesão de 0,99; a segunda classe que apresenta coesão do desempenho escolar de conceito “B” sobre estudantes urbanos; a terceira classe relacionam os conceitos “C” entre si, sem haver coesão com variáveis étnico-culturais acima do índice de coesão de 0,72; a quarta classe mostra as relações de coesão dos conceitos “A” que implicam em estudantes sertanejos (RURAL) com índice de coesão de 0,61.

Chamamos a atenção ao fato de que o desempenho nas disciplinas técnicas para os conceitos “A”, “B” e “D” são influenciados pelos desempenhos nas disciplinas da área propedêutica, em que as classes apresentam índice de coesão acima de 0,72 com prevalência de índices acima de 0,90.

Para o desempenho escolar de conceito “C”, observamos uma relação inversa, na qual o desempenho escolar em disciplinas técnicas influencia o desempenho escolar no grupo de disciplinas propedêuticas. A árvore coesitiva reforça a heterogeneidade entre as variáveis já apresentadas pelos grafos implicativos, com destaque aos resultados dos estudantes

quilombolas, quando associados ao baixo rendimento que afetará o processo de escolarização, especialmente sob um olhar pautado na inclusão e na integração intercultural.

Estudar o desempenho escolar apresenta uma fragilidade apontada por estudiosos que a criticam, especialmente enquanto resultado de uma avaliação positivista, objetiva, com um determinismo que “engessa” a compreensão do processo de aprendizagem e que favorece a manutenção do estrato social dominante (LUCKESI, 1998; PERRENOUD, 1999; GATTI, 2002b; BURIASCO, FERREIRA, CIANI, 2009; GUBA, LINCOLN, 2011; CALDERON, FRANÇA, 2018; VAZ, NASSER, 2019). Reconhecemos tais limitações em nosso estudo, mas consideramos que os dados de desempenho em uma escola multicultural, como a de Salgueiro, reforça essa compreensão ao se somar à crítica social da avaliação escolar e educacional como mantenedoras da estrutura social brasileira que, por sua vez, é racista.

Em contrapartida, é através da performance que os estudantes iniciam o processo de adaptação do sistema mercadológico liberal, visto que, a partir do rendimento escolar, eles concorrem a bolsas de estudo e a participação em projetos de pesquisa e extensão dentro da escola. Muitos estudantes, quando concluem o ensino médio, prestam o Enem (Exame Nacional do Ensino Médio) para ingresso em cursos do ensino superior, em universidades públicas e privadas. As escolas também são avaliadas a partir das notas dos seus estudantes e, por isso, são ranqueadas como sinal de qualidade educacional (ROSA e VALENTE, 2019).

Mais do que a constatação da avaliação quantitativa das escolas e, conseqüente, do “ranqueamento” que é compreendido como qualidade, devemos perceber que a estrutura educacional está posta dessa maneira. Oliveira e Clementino (2020) destacaram que a legislação educacional também demonstra grande aceitação para as avaliações em larga escala, como demonstrado na lei 13.005/2014, na meta 7, que estabelece como critério de aferição as proficiências do IDEB e, mais especificamente, na estratégia 7.11 que se referencia no Pisa como proficiência almejada enquanto critério de qualidade.

Compreender o histórico do rendimento escolar a partir da cultura contribui para a construção de um pensamento crítico sobre o sistema educacional escolar, principalmente em um país diverso culturalmente, como é o caso do Brasil, em que se busca uma padronização sociocultural centrada no eurocentrismo ou na valorização da miscigenação como ferramenta de invisibilização das etnias e culturas minoritárias.

A denúncia da diferença do rendimento acadêmico atrelado às condições sociais, culturais e étnicas vem sendo estudada há bastante tempo. Carraher (1983), ao estudar o

rendimento de estudantes da educação básica brasileira na cidade do Recife, verificou que o fracasso escolar é seletivo às camadas mais pobres da população. Carvalho (2005) – ao estudar o rendimento escolar sob as influências raciais, considerando o branco e o negro e a situação socioeconômica – percebeu que crianças oriundas de famílias com até cinco salários-mínimos compunham 53% dos estudantes que recebiam reforço escolar pelo mau desempenho e que, dentre os que precisavam do reforço, os estudantes negros eram a maioria. Investigando o rendimento escolar na disciplina de Química durante o ensino médio em escolas da cidade de Ouricuri, no Sertão pernambucano, Silva *et al.* (2016) também verificaram diferenças entre estudantes de escolas urbanas e de escolas rurais, estes últimos com menor rendimento.

As diferenças de rendimento por culturas apresentam uma replicação da estrutura social na escola. Esses resultados são uma constatação e não devem ser compreendidos como elementos de julgamentos e estereótipos, visto que Carvalho (2005) já apontou esse problema atrelado ao desempenho escolar, a partir do julgamento de estudantes pelos professores.

Coutinho, Oliveira e Arruda (2021) afirmaram que o fator que impede o sucesso escolar e a mobilidade social é o caráter estrutural do racismo que atravessa as instituições, principalmente a escola. E o sistema de verificação da aprendizagem da escola brasileira institui uma política educacional que perpetua a colonialidade do saber, do ser e do poder. Para entender as dimensões coloniais, citamos o GESCO – *Grupo de Estudios Sobre Colonialidad* (2012).

Castro-Gómez define a colonialidade do poder como uma dimensão política e econômica das heranças coloniais, a colonialidade do saber aquela que faz referência à dimensão epistêmica e a colonialidade do ser que se refere à dimensão ontológica, onde para ele a colonialidade do saber e a colonialidade do ser não são mais do que derivações de uma última instância do caráter político-econômico que seria a colonialidade do poder (GESCO, 2012, p. 219).

Dessa maneira, podemos perceber que os resultados de desempenho escolar por culturas no IFSertãoPE *campus* Salgueiro – desde 2011, ano em que iniciaram as ofertas do EMI Agropecuária à sociedade, até o ano de 2018 – reforçam a estratificação sociocultural na região. Coutinho, Oliveira e Arruda (2021), em estudo sobre o desempenho escolar na população negra brasileira, teceram críticas por identificarem que ela colabora com a manutenção da estrutura colonial:

Reconhecemos o peso da educação formal na manutenção dos padrões discriminatórios em uma sociedade colonizada. Assim, nosso esforço cotidiano enquanto educadores a serviço de uma perspectiva educacional crítica e emancipatória deve ser de descolonizar a escola, de reconhecer os alunos como sujeitos concretos que trazem consigo conhecimentos diversos,

e não como sujeitos abstratos que disponham de características idealizadas dentro de uma perspectiva colonial. (COUTINHO, OLIVEIRA e ARRUDA, 2021. p. 17).

Sabemos que a cultura da avaliação escolar é uma prática tradicional e que serve para a seleção das elites e que essa seleção não é apenas característica do IFSertãoPE de Salgueiro, mas é sistemática, pois favorece as elites, seja através da comparação entre instituições em uma mesma cidade, estado, regiões, entre instituições de esferas diferentes (municipal, estadual e federal), de natureza pública ou privada. Os resultados positivos dessas avaliações servem de propaganda para fins mercadológicos, incentivos financeiros, indicadores de qualidades, parcerias, entre outros. Globalmente, tais avaliações também favorecem o poder educacional e político de instituições e de países, principalmente os do Norte.

Embora tenhamos uma crítica ao sistema avaliativo que favorece as novas formas coloniais, é importante constatar que, em uma comunidade multicultural como no Sertão pernambucano, o sistema avaliativo é um indicativo de sistema de ensino que não se preocupa com a equidade educacional, não reconhece as diferenças e as normalizam em um padrão atrelado a uma falsa meritocracia. Sobre isso Gatti (2002b) já externava críticas importantes:

Geralmente quando se fala em Avaliação Educacional, o que vem à mente é a concepção de rendimento escolar, ou de desempenho, confundida com a ideia de medida pontual. Não sem razão, visto que esta é a modalidade de avaliação mais presente no cotidiano das pessoas. Como nossas escolas emergiram sob a égide da preparação de elites, a avaliação seletiva no cotidiano escolar firmou-se, por centenas de anos, como cultura preponderante. (GATTI, 2002b, p. 17).

O nosso intuito não é analisar o processo avaliativo, até porque isso fugiria dos limites desta pesquisa, mas correlacionar os desempenhos escolares que são, na prática, como afirmou Gatti (2002b), uma ferramenta de medida pontual que é, por sua vez, generalizada para além dos estudantes, mas sim para qualificação escolar e nacional. Além disso, o principal objetivo é de conhecer o histórico do desempenho escolar de cada cultura presente na escola. Aceitemos ou não, é uma ferramenta de exclusão sociocultural dentro da escola e que está intimamente relacionada com a aprendizagem embora tenhamos críticas aos métodos avaliativos que não foram considerados nesta pesquisa. Dito isso, esta etapa da pesquisa confere uma compreensão do processo de construção de conceitos e põe a escola no centro da discussão para se repensar a melhoria dos índices escolares dos estudantes de maneira igualitária.

Na próxima parte, que trata da investigação intercultural, obteremos elementos que contribuirão com a análise do histórico acadêmico multicultural do IFSertãoPE, bem como,

auxiliaram a pensar em uma proposta de ensino de ciências interdisciplinar, intercultural e decolonial.

7.3 Parte 3: investigação intercultural

Como um palestrante que se ocupa de conhecer o público interessado em ouvi-lo, para dirigir a palestra a uma aproximação com as diferentes realidades de mundo ali presentes, todo professor deveria (ou, ao menos, as escolas deveriam) se preocupar em conhecer as realidades dos seus estudantes. A ausência de conhecimento do público escolar e muito menos a articulação das “palestras”, que compõem o mundo da ciência com os mundos extraescolares, contribui com o reducionismo.

A padronização da cultura brasileira na perspectiva eurocêntrica (moderna, branca, cristã, patriarcal e heteronormativa) sempre foi um projeto desde o período colonial. As nossas escolas, infelizmente, ainda praticam a padronização do nosso público estudantil tão diverso e contribuem com a perpetuação das estruturas coloniais que nos pautam. As escolas disfarçam a padronização estudantil através da “meritocracia”, isto é, da imposição não percebida de uma forma de pensar (a colonial), da não consideração de culturas e saberes outros que são invisibilizados. Em outras palavras, a escola disfarça o separatismo social através do acesso “entendido” como inclusão, mas exclui em seu seio.

Nesta sessão, apresentaremos os resultados da investigação intercultural de uma sala de aula composta por estudantes sertanejos, urbanos, quilombolas e indígenas. O objetivo dessa etapa da pesquisa é conhecer as características das culturas extraescolares e considerá-las no processo de ensino e aprendizagem como parte integrante da cultura escolar, especificada na bioquímica. A articulação entre os diferentes saberes, cotidianos e científicos, favorecerá a construção de pontes e a consequente travessia de fronteiras culturais. Desse modo, os resultados serão apresentados e discutidos em duas categorizações: a cultura extraescolar e a cultura escolar na perspectiva de 14 estudantes do EMI Agropecuária: um quilombola, quatro indígenas (dois *Atikum* e dois *Truká*), cinco sertanejos e quatro urbanos.

7.3.1 *Cultura extraescolar*

Para esclarecermos adequadamente a cultura extraescolar – ou culturas extraescolares, por se tratar de um contexto multicultural bem definido (como se existisse um contexto

monocultural⁶³) – começamos por considerar Aikenhead (1996), Acioly-Régnier (2010, 2018, 2019) e Matos, Caraballo e Acioly-Régnier (2019). Embora esses autores tratem do assunto através de perspectivas diferentes, todos convergem na consideração da cultura extraescolar no processo de ensino e aprendizagem escolar, de modo que a aprendizagem dos conhecimentos escolares, através dos conceitos científicos, se desenvolve pautada nos conhecimentos cotidianos Acioly-Régnier (2010). Assim, para Aikenhead (1996) é necessário considerar as nuances culturais entre os dois mundos apresentados aos estudantes: o mundo da escola e o mundo cotidiano.

Além de situar o conceito de cultura extraescolar, precisamos apontar para critérios importantes neste estudo, apontando como fazemos as considerações peculiares de cada cultura extraescolar implicada. As culturas existem singulares, tal qual elas são, graças aos critérios de identidade e à diferença que as definem e que consideramos, ao analisá-las, com base em Silva (2014) e Woodward (2014).

Conhecer as características culturais dos estudantes é compreender, sobretudo, que as expressões culturais ocorrem com base no princípio de identidade e diferença. Tomaz Tadeu Silva (2014) define a identidade como aquilo que se é e que, nessa perspectiva, ela se autorreferencia; sendo assim, autocontida e autossuficiente, já a diferença em oposição à identidade retrata aquilo que o outro é. No Quadro 20, apresentamos aspectos da identidade e da diferença apresentadas por Woodward (2014):

Quadro 20 — Aspectos referentes à identidade e diferença

(continua)

ASPECTOS	DESCRIÇÃO
Conceitualização	Para compreendermos como a identidade funciona, precisamos contextualizá-la e dividi-la em suas diferentes dimensões.
Reivindicações essencialistas	Quem pertence e quem não pertence a um determinado grupo identitário.
Reinvindicações baseadas na natureza	Em algumas versões da identidade étnica, na “raça” e nas relações de parentesco ou na história e no passado.

⁶³ A educação multicultural é muito importante para a oferta educacional inclusiva, democrática e decolonial, principalmente porque, normalmente, compreendemos esta modalidade como aplicação exclusiva à educação escolar destinada aos povos indígenas, quilombolas e tradicionais, em uma visão brasileira da área, ou uma educação destinada à educação de povos imigrantes e, por isso, tida também como multicultural. Porém, Aikenhead (1996) fala das subculturas, ou diferenças culturais particulares que existem dentro de uma cultura etnicamente consolidada. Essas nuances culturais (ou subculturais – o termo subcultura em Aikenhead) não representam juízo de valor entre culturas, mas que à atribui uma complexidade ocultada pela crença da cultura padronizada que representa a cultura dominante.

Identidade relacional	A diferença é estabelecida por uma marcação simbólica relativamente a outras identidades.
Condições sociais e materiais	Se um grupo é simbolicamente marcado como inimigo ou como tabu, isso terá efeitos reais porque o grupo será socialmente excluído e terá desvantagens materiais.
O social e o simbólico	Referem-se a dois processos diferentes, mas cada um deles é necessário para a construção e para a manutenção das identidades. A marcação simbólica é o meio pelo qual damos sentido às práticas e às relações sociais, definindo, por exemplo, quem é excluído e quem é incluído.
Conceitualização da identidade	Envolve o exame dos sistemas classificatórios que mostram como as relações sociais são organizadas e divididas.
Identidades não são unificadas	Pode haver contradições em seu interior que tem que ser negociadas
O nível psíquico também explica a identidade	Trata-se de uma dimensão que, juntamente com a simbólica e a social, é necessária para uma completa conceitualização da identidade.

Fonte: adaptado de Woodward (2014, p. 13-15)

Pautados nos princípios de identidade e diferença de Silva (2014) e Woodward (2014), é possível perceber características distintas entre as culturas presentes na sala de aula multicultural do IF Sertão PE, *campus* Salgueiro. Mas, para a representação da identidade e de diferença cultural, pretendemos considerar a autoidentificação dos estudantes que explicam para o outro (quem não pertence às suas culturas) alguns dos sistemas identitários que prevalecem na hora de se autoafirmar. No Quadro 21 apresentamos algumas falas de estudantes que refletem a identidade e a diferença através da própria perspectiva de pertencimento cultural.

Quadro 21 — Identidades e diferenças a partir da perspectiva do próprio estudante

(continua)

ESTUDANTE	CULTURA/ETNIA	FALA
RU2	Urbano	É paçoca que eles chamam. Eu achava que paçoca era aqueles negócios de amendoim... e aqui é um negócio misturado de arroz, carne... um negócio assim. (Posição na transcrição: 30)
RS2	Sertaneja	O que tem de diferente é o costume. O vaqueiro mesmo, né? Ele teve que aprender a lutar com o gado para poder sobreviver. Costume, forma de se vestir. E tipo, indígena vive numa aldeia, né? Tudo unido e tal. Mas o sertanejo não. São unidos, mas vivem mais separados. Tem essa diferença. O indígena mora na sua própria terra, né? Na sua aldeia, já o vaqueiro não, mora na terra do patrão, por exemplo. (Pos. 160)
RIA1	Indígena <i>Atikum</i>	Alguns indígenas usam <i>cocá</i> de pena e de palha, mas <i>Atikum</i> não! Só usa de penas mesmo. Quem usa de palha é <i>Truká</i> . Para diferenciar um indígena <i>Atikum</i> de qualquer

		outro o <i>cocá</i> será feito só com penas de gavião, de coruja, de papagaio ou de ema. Esses quatro animais. (Pos. 150).
RIT1	Indígena <i>Truká</i>	A nossa diferença (entre <i>Trukás</i> e <i>Atikum</i>) vem nos toantes que a gente canta no ritual, é... a questão de organização também. Porque lá eu não sei o número de caciques, lá são bastantes dos <i>Atikum</i> . E também a questão dos rituais, a batida do pé é diferente, eles puxam batendo em um pé e a gente vai nos dois e em duas filas e eles só e uma. Quanto à crença seria a mesma coisa, seria os encantados, só que cada povo tem a sua maneira de chamar os encantados. O povo <i>Tuxá</i> , ele tem uma ligação forte com o povo <i>Truká</i> , porque além de ser um povo ribeirinho, também do Rio São Francisco, foi um povo que também foi trazido aqui para Assunção, na época da colonização, para serem catequizados aqui. E também os nossos antepassados vêm da mesma matriz que é a nação <i>Kariri</i> e a nação <i>Truká</i> . Já os <i>Atikum</i> eu não sei dizer. (Pos. 124).
RQ	Quilombola	A minha família, ela é... por parte de mãe, né? Ela é bem experiente nessa parte da cultura quilombola. A gente faz artesanato, defende a cultura, defende as raízes mesmo. A família da minha mãe é muito isso. (Pos. 40) Assim, lá a gente tem Trancelim que é uma dança cultural do pessoal quilombola de lá. (Pos. 53)

Fonte: autoria própria

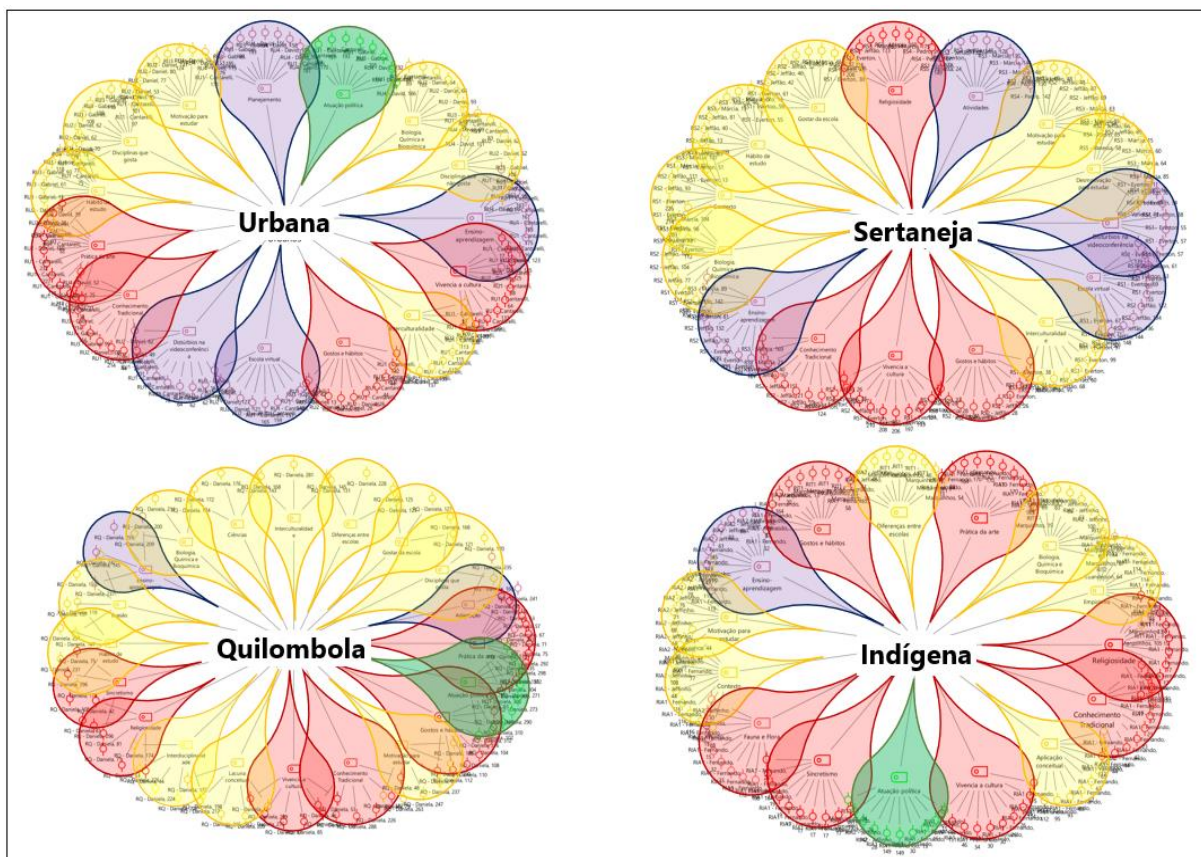
Nota: as falas apresentam a posição (Pos.) do trecho na transcrição seguida da numeração informa a localização do trecho utilizado. As transcrições encontram-se no apêndice.

É possível perceber que os aspectos elencados por Woodward (2014) se revelam nas falas dos estudantes em nuances distintas, em cada um dos discursos. As culturas são descritas por eles através da conceitualização desenvolvida a partir de um sistema simbólico que atende à aceitação em cada cultura (pertence ou não pertence), isso é visível quando eles traçam as diferenças da sua cultura para as outras culturas. Elementos simbólicos são essencialmente reivindicados: por exemplo, a identificação do *cocá Atikum* para o *Truká*, as penas de determinadas espécies de aves são essenciais para a identificação cultural *Atikum*. Ou ainda, a identidade relacional e as reivindicações baseadas na natureza, quando o *Atikum* atribui compartilhamento de semelhanças com os *Tuxás* por terem a mesma linha hereditária, histórica e cultural, a partir dos indígenas *Kariri* e, por fim, o conceito de cultura ribeirinha no mesmo rio. O social e o simbólico estão presentes, especialmente quando falam dos seus rituais e danças e do valor da família, do parentesco e da união social.

O questionário pautado na Tríade Informativa Intercultural de Kidman, Yen e Abrams (2013) permitiu identificações de características da cultura extraescolar, bem como dos seus

conhecimentos cotidianos sobre os ambientes naturais e antrópicos onde vivem, a alimentação como elemento cultural, o trabalho e o convívio familiar. As representações das culturas extraescolares e escolar presentes no discurso dos estudantes são apresentadas na Figura 12:

Figura 12 — Representação das culturas escolar e extraescolar de estudantes quilombola, sertanejos, indígenas e urbanos



Fonte: Gráficos do tipo “Modelo com caso único” fornecidos pelo software quali quantitativo *MaxQDA*® (2020) e adaptado com o *Paint 3D*® para destaque das cores temáticas

Nota: a cor amarela representa a cultura escolar presencial; cor azul representa a cultura escolar vinculada ao ensino remoto; cor verde representa a identificação de envolvimento político; e a cor vermelha representa a cultura extraescolar em questão.

Os gráficos de caso único nos permitem identificar que o discurso dos estudantes sobre a cultura escolar está mais baseado no contexto da educação presencial pré-sindêmica, pelo domínio de temáticas de cor amarela em relação às temáticas vinculadas ao ensino remoto, representadas pela cor azul. Inclusive, estudantes indígenas e quilombolas aparecem pouco em temáticas sobre o ensino remoto, sobretudo em relação aos urbanos e sertanejos, declaradamente mais adaptados ao ensino remoto, como demonstrado nos excertos do Quadro 22, a seguir:

Quadro 22 — Adaptação estudantil ao ensino remoto

(continua)

INDIVÍDUO	CULTURA	CITAÇÕES	OBSERVAÇÃO
RU1	Urbano	Eu acho que já me adaptei na minha [risos], na minha opinião, eu acho que de uma certa forma eu me adaptei, com todas as dificuldades. (Pos. 125)	Adaptado
RU2	Urbano	Eu acho que me adaptei já. (Pos. 117)	Adaptado
RU3	Urbano	Não, não me adaptei não. (Pos. 171)	Não adaptado
RU4	Urbano	Que eu me adaptei. A gente já vinha usando o <i>Google Classroom</i> ®. A gente já tinha o conhecimento por conta dos sábados letivos. Aí veio o <i>Google Meet</i> ®, que não é uma plataforma tão difícil de ser usada e ao longo desses meses que a gente foi usando, eu me adaptei. (Pos. 150)	Adaptado
RS1	Sertanejo	Eu acho que ainda estou me adaptando. (Pos. 141)	Em adaptação
RS2	Sertanejo	Ainda estou me adaptando. Tenho muita dificuldade. (Pos. 124)	Em adaptação
RS3	Sertanejo	Eu já era adaptada, vou falar assim. Já usava algumas vezes, então para mim foi de boa. (Pos. 122)	Adaptado
RS4	Sertanejo	É... a plataforma é boa, mas eu não me adaptei ainda. (Pos. 122)	Não adaptado
RS5	Sertanejo	Eu me adaptei. Teve um curso oferecido pela escola ensinando, aí foi mais fácil. Ensinando sobre as plataformas. Foi antes de começar o ensino remoto. Teve um curso lá ensinando. (Pos. 118) Um ponto negativo é que vai ter muita reprovação. Porque muitas pessoas não conseguiram conciliar, esse novo método de ensino. (Pos. 130) Sobre notas baixas e desistências: Foi devido a adaptação. (Pos. 140)	Adaptado
RIA1	Indígena <i>Atikum</i>	Eu ainda estou me adaptando, porque é tudo novo, tudo diferente e coisas novas as vezes surpreendem a gente. E é muito difícil sair da nossa zona de conforto muitas vezes... porque assim, quando se está na escola e está você o professor, os colegas, está todo mundo. Em casa não, passa um, passa outro e falam com você. Não tem privacidade. (Pos. 121) Eu não me adaptei ainda, ainda estou me adaptando [risos] (Pos. 125) a questão é adaptação. (Pos. 131)	Em adaptação
RIA2	Indígena <i>Atikum</i>	Já agora, no começo do ano eu comecei fazendo, depois perdi o interesse e vim	Adaptado

		correr atrás do prejuízo já agora quando tava acabando. Chegando no final. (Pos. 42) Eu já me adaptei. (Pos. 113)	
RIT1	Indígena <i>Truká</i>	Eu ainda irei me adaptar. Ainda não tive aula remota e tal. (Pos. 112)	Em adaptação
RIT2	Indígena <i>Truká</i>	Assim, hoje eu estou me adaptando. Mas dizer que não me adaptei ou me adaptei muito não. Eu to me adaptando, é uma coisa nova, nunca passei por isso. (Pos. 113)	Em adaptação
RQ	Quilombola	Mas aí a pessoa vai se adaptando... tipo, pra projetar tela eu não sabia, agora já sei... aí só essas coisas simples mesmo de tecnologia que dificultou um pouco. Mas dá pra resolver. (Pos. 233) Sim. Estou me adaptando. (Pos. 235) Não gosto... não, como falei, acho que é mais por mim que perco o foco quando passa assim umas duas horas de aula... tipo, assistindo duas horas de aula de cálculo depois disso as coisas não entram mais na minha cabeça... não sei por que, porque só no ensino remoto, no ensino presencial eu não tinha isso. Eu assistia às aulas tranquila. Mas no ensino remoto acho que é mais cansativo, mais cansativo do que no presencial. (Pos. 241)	Em adaptação

Fonte: autoria própria

Nota: as falas apresentam a posição (Pos.) do trecho na transcrição seguida da numeração informa a localização do trecho utilizado. As transcrições encontram-se no apêndice.

Outro ponto importante que a figura nos mostra é a maior quantidade de temáticas vinculadas à cultura extraescolar (conhecimentos tradicionais, conhecimento sobre o ambiente natural da caatinga e fluvial, comidas e religião), que está representada na cor vermelha (Figura 12), nos discursos de sertanejos, quilombolas e indígenas. Isto pode ser interpretado pela afirmação cultural desses estudantes como valorização de expressões culturais, como os rituais religiosos (jurema por parte dos indígenas e o cristianismo por parte dos sertanejos), da produção artística (sertanejos com a poesia, a musicalidade, a arte do couro; indígenas com os artesanatos típicos com pena, palha, madeira e cerâmica, da musicalidade do toré⁶⁴; e

⁶⁴ Trato de “musicalidade do toré” o reconhecimento rítmico tocado, pisado, dançado e cantado que estudantes indígenas retrataram ao falar sobre o toré. Em nenhum momento eles falaram como música ou musicalidade, mas adotaram termos como dança, toada, cântico, pisada (no sentido rítmico), que são compreendidos por mim como elementos de musicalidade no sentido eurocêntrico. Importante esclarecimento, pois reconheço que a música tem diferentes conceituações e significados às distintas nações indígenas brasileiras.

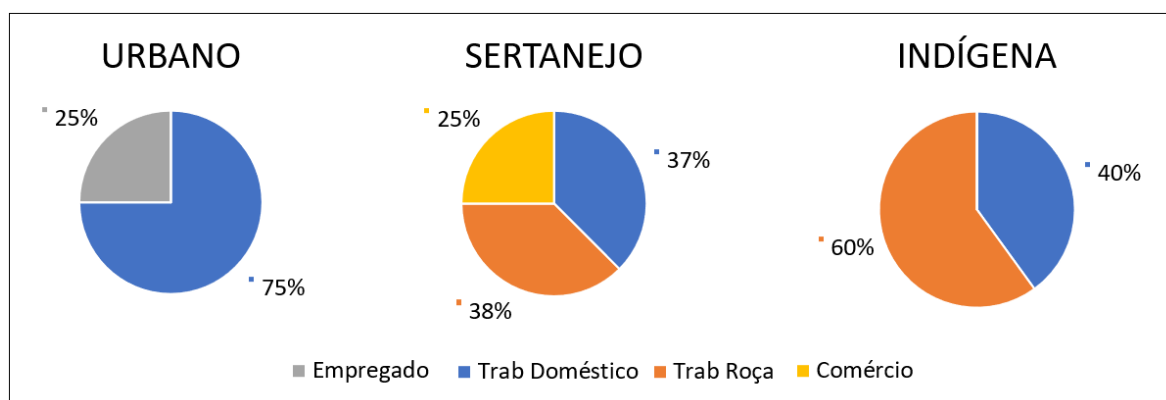
quilombolas com o artesanato das bonecas da fibra de caroá⁶⁵, da musicalidade com uso do pífano⁶⁶, zabumba⁶⁷ e triângulo⁶⁸, dos cânticos e do Trancelim⁶⁹). A participação de sertanejos, indígenas e quilombola com a arte é de envolvimento produtivo, eles praticam algum tipo de arte, enquanto os estudantes urbanos têm como característica o consumo da arte, principalmente a música como o forró.

As temáticas verdes (Figura 12) representam o envolvimento político dos estudantes. Os urbanos apresentam um envolvimento político partidário, já os quilombolas e indígenas vivenciam a própria política sociocultural que, embora atuem em contextos da política partidária em busca de apoios às comunidades na manutenção de leis e assistências sociais, não têm vínculo partidário. Os estudantes sertanejos não citaram atuação política.

Na ocasião das entrevistas, segundo semestre de 2020, durante a pandemia e quando a escola retomava as suas atividades por meio do ensino remoto, apenas uma estudante quilombola não trabalhava e se dedicava exclusivamente aos estudos devido à bolsa permanência que recebia para se manter na cidade e estudar. Os demais treze estudantes trabalhavam (92,8%) devido à necessidade socioeconômica familiar. Abaixo, no

Gráfico 6, podemos visualizar a distribuição dos tipos de ocupações laborais estudantis:

Gráfico 6 — Tipo do trabalho estudantil por cultura



Fonte: autoria própria, gráficos criados com o *Microsoft Excel*® (2010) e adaptados no *Paint 3D*®

⁶⁵ O caroá [nome científico: *Neoglasiava variegata* (Arruda) Mez] é uma planta bromeliácea nativa da região Nordeste do Brasil. (FORZZA et al. 2015).

⁶⁶ Flauta artesanal indígena feita em madeira oca de bambu-taquara ou taquara (nome científico: *Gradua angustifolia*, Kunth 1822) um vegetal da subfamília do bambu que originário do continente americano.

⁶⁷ Tipo de tambor.

⁶⁸ Instrumento de percussão de ferro trazido pelos colonos portugueses. Tem formato triangular e conta com um batedor também de ferro.

⁶⁹ Dança típica da comunidade quilombola de Conceição das Crioulas em Salgueiro, Pernambuco, Brasil.

A sindemia por Covid-19 afetou a educação formal atribuindo aos estudantes a responsabilidade do trabalho para contribuir socioeconomicamente com a família, como podemos averiguar no Quadro 23. O tipo de empregabilidade mais comum é o trabalho doméstico, seguido pelo trabalho na agropecuária, característica das populações rural sertaneja e indígena, o comércio familiar dos sertanejos e o emprego formal dos urbanos.

Quadro 23 — A relação trabalho e estudo durante a sindemia por Covid-19 na visão dos estudantes

ESTUDANTE	CULTURA/ETNIA	FALA
RU1	Urbano	Eu acho que tentar ver a realidade do aluno, é questão da dificuldade do dia a dia, você pode ver assim, o aluno tá ali, tá em casa, você não sabe se o aluno precisa trabalhar, precisa ajudar até a própria família, muitas vezes tem que deixar de assistir aula pra poder trabalhar. (Pos. 181)
RU4	Urbana	Muitas vezes você tem coisa pra fazer em casa que se estivesse na escola você não ia fazer, então porque que agora você vai fazer. As vezes essa questão de fazer coisas em casa que tem que ser feito naquele momento. Imprevistos que aparecem, que se eu tivesse na escola eu não estaria e outra pessoa faria , mas eu tô ali e outra pessoa não pode. (Pos. 174)
RS3	Sertaneja	Porque, as vezes eu não assisto, preciso ajudar minha mãe cedo, eu não posso também ficar deixando muita coisa para depois. Porque ela é sozinha, assim, meu pai trabalha, tem meu irmão pequeno e eu não gosto de vê-la fazendo as coisas sozinha. Aí ajudo. E também tem a questão de... porque tem a forma que alguns professores... não sei... eu acabo não captando muita coisa. (Pos. 150)

Fonte: autoria própria

Nota: as falas apresentam a posição (Pos.) do trecho na transcrição seguida da numeração informa a localização do trecho utilizado. As transcrições encontram-se no apêndice.

Os excertos destacados revelam a necessidade do trabalho e como isso impactou os estudos durante a sindemia. Em uma das falas, a de RU4, percebemos um dos impactos sobre a educação formal: a escola misturada ao ambiente domiciliar. Podemos levantar a hipótese da menor prioridade que a educação tem, quando os estudantes estão em casa: “... se eu tivesse na escola eu não estaria e outra pessoa faria, mas eu tô ali e outra pessoa não pode.” (RU4, Pos. 174). Essa menor prioridade se deve à classe social popular que é dependente da fonte de renda oriunda do trabalho que, normalmente, é de baixa remuneração.

7.3.2 *Cultura escolar*

Para tratarmos sobre a cultura escolar, mais uma vez, nós nos apoiamos em Aikenhead (1996) e Acioly-Régner (1994, 2008, 2010, 2019). Para o primeiro autor, a cultura escolar é também constituída de subculturas, que são as disciplinas, bem como as disciplinas também se constituem de derivações subculturais através de seus conteúdos dispostos em áreas e domínios diferentes dentro da mesma cultura disciplinar.

Conhecer as subculturas minimamente favorece a travessia de fronteiras culturais na aprendizagem escolar. Ao mesmo tempo em que, em outras palavras, integrar subculturas escolares significa exercer a “inter” e a “transdisciplinaridade”. A bioquímica, por exemplo, é naturalmente interdisciplinar, porque se constitui de um campo teórico duplo, entre a biologia e a química; mas que está intimamente relacionada com outros domínios disciplinares, ou outras subculturas escolares: a física, a ecologia, a nutrição, a geometria e a lógica não linear. Para tratar dela, poderíamos citar muitos outros domínios da cultura escolar sem, no entanto, esgotá-la.

A complexidade da compreensão de conceitos científicos se amplia quando estes são integrados, exigindo do professor uma prática de ensino não tradicional que favoreça a construção do conhecimento, em que a complexidade se amplia à medida que tais conceitos – das subculturas escolares – se relacionam e se potencializam, especialmente quando são considerados os conceitos cotidianos oriundos da cultura extraescolar. Neste ponto, reafirmamos a importância do paradigma da complexidade na construção do conhecimento escolar.

A sessão do questionário investigativo intercultural, que trata sobre a cultura escolar, está dividida em cinco categorias: preferências e gostos, o suporte familiar, o contexto escolar, o hábito de estudo e o ensino remoto. As preferências e gostos que os estudantes têm sobre a escola revelam essências emocionais em relação à escola e às disciplinas, além de motivações e desmotivações. O suporte familiar nos permite compreender fatores culturais que, por exemplo, impactam diretamente a cultura do estudo e a relação deles e da família com a escola. O contexto escolar revela a relação da escola e da cultura escolar com a vida cotidiana a partir do olhar do estudante, onde a distância de casa para a escola, juntamente com a realidade socioeconômica, influencia diretamente em como o estudante se posta à cultura escolar. O hábito de estudo permite identificar a prática do estudo na escola e fora dela. E, devido à realidade do ensino remoto ter sido implantada antes da aplicação deste questionário, buscamos

conhecer o seu impacto sobre a cultura escolar que mudou abruptamente, deixando a base cultural analógica para a digital.

7.3.3 *Preferências e gostos*

Para Woodward (2014), diferentes significados são produzidos por diferentes sistemas simbólicos, mas esses significados são contestados e cambiantes sendo possível compreender por que alguns significados são preferidos em relação a outros. O hábito é construído a partir de regras sociais já estabelecidas e é modulado pelos gostos e pelas preferências em situações não determinadas pelo grupo social. Os gostos e as preferências são moldados pela experiência do indivíduo, quando, através da memória afetiva que os sentidos lhe permitiram experienciar, compara e opta por determinado objeto (comida, roupa, música, esportes, ambientes, formas de interação social etc.).

Quando questionados sobre aspectos que os fazem gostar da escola, as relações sociais constituem os principais motivos para isso, por exemplo, os aspectos mais selecionados foram: as amizades construídas na escola (57%), a alegria do convívio escolar (50%), a relação com os professores (35%) e a estrutura de estudo e lazer da escola, como quadras, bibliotecas e laboratórios (21%). Mesmo quando optaram pela estrutura como responsável por gostarem da escola, isso revela a importância dada à relação social escolar e como isso pode dirigir a construção de conhecimentos. A preferência do estudante é pelo aprendizado centrado na relação social com colegas e professores em ambientes propícios para a cultura escolar.

Essas respostas são frutos também da influência do período de emergência educacional pela crise sanitária mundial de Covid-19, em que os estudantes passaram mais de seis meses sem aula e, a três meses do início das aulas remotas, responderam ao questionário aplicado. A realidade da cultura escolar analógica da escola, materializada pela participação presencial dos seus atores e a sua totalitária substituição por uma nova cultura escolar imaterial e digital, provavelmente influenciou nos gostos que os estudantes ressaltaram. No Quadro 24, apresentamos algumas falas estudiantis sobre gostar da escola que retratam um pouco a nossa análise.

Quadro 24 — Opinião dos estudantes sobre o que gostam na escola

(continua)

ESTUDANTE	CULTURA/ETNIA	FALA
RU3	Urbano	O que eu mais gosto no IF é... do... dos braços abertos que o IF tem com as pessoas, é... com a amizade, assim, não vai ser todo mundo, né. Estou dando meu ponto de vista. Com a amizade, assim que eu fiz com os professores,

		com os amigos. Fiz amigos lá que eu sei que vou levar pra vida. É, e é isso. Eu gosto do acolhimento do IF, do Instituto Federal. (Pos. 67)
RS2	Sertanejo	Gosto. E agora é que eu posso dizer que gosto mesmo. Depois dessa pandemia... Ohh... Dos amigos também... Das aulas práticas. Dos professores mesmo, de conversar. Como a minha convivência estava mais na escola era o bom. Da gente, além de estudar tirar as brincadeiras com os professores e alunos, com tudo... Aquela alegria toda, era bom demais. Apesar também... é que eu tenho um tipo de história de superação lá dentro, né? (Pos. 42)
RIA1	Indígena <i>Atikum</i>	Amava não. Amo de paixão tão de um jeito que eu quero ir para lá de novo [risos] e não sair mais. O que eu mais gosto lá, é porque lá tem uma energia agradável. Lá tem uma energia bem leve, tranquila. As pessoas lá têm uma energia maravilhosa, são agradáveis, todos os funcionários... Eu gosto de lá porque é um ambiente bem significativo para mim. E são pessoas de bem, que falam com todo mundo independente de classe social, de raça, de cor, de orientação sexual. Independente de qualquer coisa todo mundo fala com todo mundo, brinca com todo mundo... isso é o que eu mais gosto. (Pos. 42)
RIT2	Indígena <i>Truká</i>	Rapaz, eu gosto muito viu. Não vou mentir para o senhor não. Já estou com saudade de lá. Eu gosto de estar lá, de estar com meus parceiros lá, brincando conversando, gosto de estar na sala de aula também, eu acho bom. Não tem não algo que eu diga assim que não goste do IF não. (Pos. 41)
RQ	Quilombola	Gosto, gosto. O que eu mais gosto é de estudar e das pessoas. A gente faz muita amizade lá. Conhece muita gente, os professores, acaba conhecendo muita gente; e o que eu menos gosto é que às vezes acaba sendo um pouco pesado, a pessoa fica um pouco esgotada, tem muita prova, muita atividade. Aí a gente fica um pouco esgotado, mas é normal. (Pos. 121)

Fonte: autoria própria

Nota: as falas apresentam a posição (Pos.) do trecho na transcrição seguida da numeração informa a localização do trecho utilizado. As transcrições encontram-se no apêndice.

Nesta relação com o contexto escolar, vale destacar que, sobre preferências, os estudantes relataram preferir professores atenciosos (64%), amigáveis (42%), descontraídos (21%) e aqueles que são solícitos e motivadores (14%), além de outras características pessoais/afetivas que foram citadas eventualmente em menor escala: a humildade, professores que consideram as habilidades individuais dos estudantes, compreensivos, inteligentes, didáticos, compromissados e pacientes.

Qual é a importância de se revelar esses dados sobre as características docentes que eles mais gostam? Essas observações fazem parte da cultura escolar e são valorizadas pelos

estudantes. Elas também retratam uma relação social afetada pelo ensino remoto. Há um reforço à importância do papel social que a escola tem na vida dos estudantes e que, embora se esteja ali para aprender sobre a cultura escolar, é a relação humana que é exaltada pelos estudantes. Nesse ponto de vista, citamos Santiago, Akkari e Marques (2013), sobre ação da escola em prol da educação intercultural:

A transformação do espaço escolar em um **ambiente acolhedor**, que possibilite a aprendizagem de todos a partir de situações que envolvam colaboração e experiências compartilhadas de aprendizagem, requer responsabilidade e espírito de coletividade por parte da equipe pedagógica. (SANTIAGO, AKKARI, MARQUES, 2013, p. 47. grifo nosso).

As autoras reforçam o valor afetivo da escola como fator de proposição intercultural. Embora reconheçamos a importância da autonomia e protagonismo necessário e exigido à equipe pedagógica escolar, cabe pautar a responsabilidade da gestão, garantindo apoio à equipe pedagógica, ao planejamento e à implementação de ações e dos professores.

Sobre as disciplinas que não gostam, 78% dos alunos citaram química, 71% matemática, 64% se queixaram de física, 21% citaram português e 7% geografia. Esses percentuais se deram de acordo com o número de citações disciplinares, todos os estudantes citaram, no mínimo, duas disciplinas que não gostam. Percebemos a prevalência de não gostarem das disciplinas que envolvem cálculo, como química, matemática e física, estando o português dentre as disciplinas indesejadas e que é responsável por permear todas as outras, especialmente como base linguística na comunicação brasileira.

Em contrapartida, a disciplina de biologia foi citada por 92% dos estudantes como uma das disciplinas que mais gostam, seguida pelas disciplinas de linguagens (português, espanhol e inglês), 21% citaram a química e a matemática, 14% gostam de física e mais de metade (57%) gosta das disciplinas técnicas das áreas de zootecnia e agronomia. A biologia e a zootecnia se mostram potenciais subculturas escolares para se explorar no processo de ensino e aprendizagem de bioquímica, em que metade dos estudantes não se lembra do conteúdo. Mas os que se lembram de ter estudado o conteúdo de bioquímica relataram o estudo transversal nas disciplinas de biologia, química e disciplinas técnicas da área de zootecnia e agronomia (nutrição animal, alimentos e alimentação, fitossanidade, fisiologia vegetal, etc.), deram exemplos do conteúdo bioquímico na nutrição animal, na composição alimentar e na fotossíntese.

7.3.4 Suporte familiar

Quando questionados sobre o acompanhamento dos estudos pelos pais ou outros responsáveis, 64% dos estudantes afirmaram que havia acompanhamento, porém, ao conversar sobre o tipo de acompanhamento, verificamos que havia um mal-entendido, visto que, na verdade, os pais apenas cobram dos filhos boas notas e aprovação escolar anual. Alguns estudantes relataram não terem nenhum tipo de acompanhamento escolar pelos pais (28%); segundo eles, a falta de acompanhamento é reflexo do bom desempenho e comportamento escolar.

Para 21% dos estudantes, o acompanhamento ou cobrança dos pais serve como incentivo para não se acomodarem. Outro meio motivacional relatado foi a condição de vida da própria família, já que 42% dos alunos relataram se espelharem nas dificuldades que os pais (principalmente as mães) enfrentam para se motivarem em estudar, com o objetivo de terem uma boa formação e um bom emprego. Já para 21% dos estudantes, a relação com as dificuldades socioeconômicas da família são fatores que desmotivam no estudo e mobilizam o desejo de trabalhar para ajudar em casa. Para 35% deles, baixa autoestima, desencorajamento externo e pessimismo são fatores que desmotivam a continuidade dos estudos.

Outro fator ligado à residência dos estudantes tem um considerável impacto sobre os estudantes sertanejos, quilombolas e indígenas que habitam ambientes rurais: a distância para a escola. Aqueles das aldeias *Truká*, no município de Cabrobó, enfrentam cerca de setenta quilômetros (70 km) para chegar à escola; o território *Atikum* e quilombola de Conceição das Crioulas fica cerca de quarenta e cinco quilômetros (45 km) do *campus* Salgueiro, e os estudantes sertanejos residem em territórios que variam de dez a trinta quilômetros (10 a 30 km) da instituição escolar. Segundo eles, esse fator afeta a condição de estudo, especialmente pelo cansaço, custo com transporte (alguns territórios não têm serviço de transporte escolar público) e com alimentação (por saírem muito cedo de casa alguns saem sem tomar café, além disso, os estudantes *Trukás* de Cabrobó precisam aguardar o transporte de retorno à cidade no fim do dia, necessitando do almoço. O IFSertãoPE de Salgueiro não possui refeitório). Os estudantes urbanos de outros municípios vizinhos, como Verdejante (27 km distante de Salgueiro) e Terra Nova (55 km), também enfrentam problemas com transporte escolar ausente ou irregular. Algumas opiniões estudantis são apresentadas no Quadro 25:

Quadro 25 — Depoimentos estudantis sobre a distância de casa para a escola

ESTUDANTE	CULTURA/ETNIA	FALA
RU3	Urbano	É o acesso até chegar à escola. É porque, por exemplo, quando a gente tá falando do IF aqui, não vai ter só o estudante aqui de Salgueiro, por que Salgueiro aqui o IF é bem aí. Eu já cansei de voltar a pé. Mas eu tenho amigos da gente lá em Umãs, tem amigos em Cabrobó, tem amigos da gente em Conceição, de Verdejantes. (Pos. 91)
RS2	Sertanejo	[...] e o carro a lotação... mototáxi para descer para o centro e a lotação para eu ir para casa. (Pos. 46) Porque como é fora da cidade mesmo, para se deslocar de casa para lá de todo jeito é difícil, é complicado. (Pos. 64)
RS4	Sertanejo	A fazenda é município de Belém, aí de onde eu morava para a escola dava 46 km de ida, ida e vinda dava 94 km. (Pos. 15) E também porque você se desloca de Cabrobó para Salgueiro, acordar cedo. (Pos. 64)
RIA2	Indígena <i>Atikum</i>	E também pela questão da distância que muitos moram longe, não tem familiares e acabam vindo uma, duas semanas, um mês, dois meses e depois sai. Oxe no começo, ave maria... foi muito difícil. (Pos. 52)
RIT2	Indígena <i>Truká</i>	[...] ir para o ponto, pegar o ônibus, viajar 70 km, voltar, esperar o ônibus vir, voltar... era muito cansativo, quando vinha chegar em casa era uma hora, duas horas, era cansativo demais. (Pos. 117)
RQ	Quilombola	São uns 50 (cinquenta) quilômetros. De Conceição pro IF são uns cinquenta quilômetros. (Pos. 15) Tem à tarde. No tempo que eu entrei não tinha. Agora já tem. Ele vem à tarde. É uma van que vem e traz o pessoal. (Pos. 151).

Fonte: autoria própria

Nota: as falas apresentam a posição (Pos.) do trecho na transcrição seguida da numeração informa a localização do trecho utilizado. As transcrições encontram-se no apêndice.

O contexto relacional família-escola é complexo e, certamente, contribui com o desempenho estudantil: evasão escolar, por afetar os estudantes fragilizados pela falta da cultura escolar dos pais; dificuldades socioeconômicas que inviabilizam a manutenção desses estudantes na escola; a falta de políticas públicas municipais e institucionais efetivas que garantam ao estudante o transporte escolar e a alimentação. Além disso, a distância entre as localidades e a escola indicam viagens diárias casa-escola-casa entre trinta e cento e quarenta quilômetros de distância (30 a 140 km/dia).

7.3.5 Contexto escolar

O IF SertãoPE tenta, com as limitações orçamentárias impostas às políticas de assistência estudantis da instituição, minimizar as dificuldades sociais e econômicas da comunidade discente em prol da manutenção do estudante na escola. Por mais que sejam sutis e que não seja possível um atendimento estudantil pleno aos necessitados, tais ações são importantes e reconhecidas pelos estudantes. Alguns depoimentos podem ser vistos no Quadro 26:

Quadro 26 — A visão sobre o auxílio escolar e a realidade estudantil

(continua)

ESTUDANTE	CULTURA/ETNIA	FALA
RU4	Urbano	O IF fornece sim uma ajuda, mas infelizmente, não são todos que tem a ajuda do transporte, do auxílio transporte, a alimentação hoje em dia todos tem, mas o transporte não são todos que tem. E geralmente os alunos do IF são a maioria de média renda ou de baixa renda e eles precisam dessa ajuda.” (transcrição RU4, Pos. 86)
RS2	Sertanejo	Aí só com esses dias eu gastava de setenta a noventa reais e tipo, teve [incompreensível] não por dinheiro, eu tinha que escolher se eu almoçava ou ia para casa. [silêncio - choro. O estudante se emocionou] aí no segundo ano eu tive que ter vinte e uma matérias. E com esse sacrifício todo... porque lá no IF tudo é pago, né? Almoço, lanche... E o carro para ir, só o que eu ia que eu não pagava. Eu pagava lanche, almoço, e o carro a lotação... mototáxi para descer para o centro e a lotação para eu ir para casa. [...] E muitas vezes, não aconteceu só uma vez não. Eu, só com esses dez reais, passava o dia passando fome e tinha que descer pegando carona do IF para o centro. (Pos. 46)
RS4	Sertanejo	E se fosse para a gente se manter de transporte escolar não dava para manter. (Pos. 15)
RIA2	Indígena <i>Atikum</i>	Pelo fato de você escolher ou trabalha ou se estuda. Você tá em casa e só tem seu pai que trabalha na roça e a sua mãe que trabalha na roça também. E aí você tem que escolher ou estudar ou ajudar em casa. Acho que é uma questão geral, não acho que é uma questão de cultura assim, não. (Pos. 56) Eu pensava muitas vezes em desistir e caçar um emprego. Eu pensava "não, quando eu tiver 18 anos eu vou caçar um emprego e vou conciliar a escola com um emprego". Aí depois eu vou e penso "não, se eu fizer uma coisa e outra não vai ficar bom nem uma coisa e nem outra. Vai ficar cansativo". (Pos. 78)
RQ	Quilombola	[...] acho que precisa... tipo assim, acho que não é suficiente pra gente se sustentar aqui em Salgueiro só com o dinheiro do auxílio não dá. Algumas pessoas ainda

		<p>conseguem vir de lá de Conceição todo dia, mas no meu caso, como eu vim morar aqui, estudo de manhã, não tem como vir... os únicos carros que tem são os carros que vem pra feira no dia a dia, e aí seria muito custo eu vir todo dia, R\$24,00 todo dia de passagem pra vir pro IF. Seria muito alto o custo. Pra quem vem de lá e se mantém aqui é muito custo, é difícil. Por isso que a maioria tá na FACHUSC porque lá tem... lá à noite tem transporte. Mas só tem à noite mesmo. Aí o pessoal aproveita pra estudar à noite. (Pos. 141)</p> <p>[...] da parte de conseguir se manter mesmo no curso. Porque não tem condição de morar lá em Salgueiro e também não tem como ficar indo de lá pra cá. (Pos. 147)</p>
--	--	--

Fonte: autoria própria

Nota: as falas apresentam a posição (Pos.) do trecho na transcrição seguida da numeração informa a localização do trecho utilizado. As transcrições encontram-se no apêndice.

Para os estudantes, o *campus* Salgueiro é uma escola intercultural, mas as justificativas que eles dão para caracterizá-la estão pautadas na promoção de eventos interculturais, no acolhimento às culturas e às políticas afirmativas como as cotas. Essas afirmações são muito importantes para percebermos a importância das políticas públicas no processo de inclusão social, além de chamar a atenção às culturas minoritárias que participam da comunidade escolar. Essa percepção intercultural que os estudantes têm está centrada na visibilidade dos povos, que é promovida pela escola em datas específicas e pela política de cotas. A afirmação de direitos e a resistência contra o racismo em suas diferentes formas de manifestações pressupõem o reconhecimento de identidades culturais e a necessidade de transformações no cenário político e educacional brasileiro (SANTIAGO; AKKARI; MARQUES, 2013).

Mas, um dado interessante foi verificado na fala de dois estudantes urbanos: para eles, os estudantes indígenas e quilombolas têm mais dificuldades para aprender devido à falta de acesso à educação. Isso demonstra uma visão enviesada, pela cultura colonialista, sobre as culturas indígenas e quilombola, sobre o sistema de educação especial nos territórios tradicionais e que desconsidera os saberes tradicionais desses povos, a partir da referência exclusiva do conhecimento científico escolar. Esse é um exemplo da existência de um racismo que, como falam Santiago, Akkari e Marques (2013) não é percebido ou identificado na escola.

Embora a visão intercultural da escola seja defendida pela maioria dos estudantes, é através da fala do estudante *Truká* (RIT1) – militante da juventude indígena – que percebemos exemplos do racismo estrutural e da falta de conhecimento sobre os povos tradicionais de

Pernambuco, que é o quarto estado com maior população indígena do Brasil e que compreende treze povos indígenas diferentes:

Aliás, as duas instituições, os dois IFs de Pernambuco. Porque estão, hoje, com esses projetos de inclusão e está dando certo. Está tendo um olhar mais vigoroso, vamos dizer assim, para as minorias. Não falo apenas para indígenas e quilombolas, mas para o pessoal rural que está pesquisando, LGBTs e tal. [...] E o que eu menos gostei foi quando eu entrei no IF Sertão, porque alguns alunos que estavam lá há um tempo, me pediram para fazer a dança da chuva e tal, se eu era índio mesmo para fazer isso... eu fiquei, velho... mas aí me controlei e fui explicar que a dança da chuva não corresponde a nossa cultura e sim a cultura ameríndia dos indígenas norte-americanos e não a nossa. [...] Então a gente ingressando nesse sistema a gente está quebrando paradigmas. [...] Então cabe tanto a instituição se adequar a essa realidade, né? Se adequar também a algumas coisas na universidade porque não adianta vir só de um lado, né? Tem que vir dos dois... (Transcrição RIT1, Pos. 42).

A presença dos estudantes indígenas e quilombolas contribuem com o contexto multicultural escolar, especialmente porque confrontam as relações multiculturais distintas e podem modular a formação humana intercultural pela exposição do convívio. A escola deve se apropriar do tema do multiculturalismo, bem como conhecer as identidades e diferenças culturais de sua comunidade estudantil e docente para, assim, proporcionar uma educação pautada com princípios democráticos, decoloniais e interculturais, contribuindo com a formação cidadã brasileira em Salgueiro.

7.3.6 Hábito de estudo

Compreende-se como hábito de estudo (se deve a estratégias de estudo) competências de estudo ou ainda métodos de estudo e este termos está intrinsecamente ligado às características de motivação e desmotivação para estudo (CARVALHO, 2012). Por isso, apresentaremos neste tópico questões importantes identificadas com o hábito de estudo e que revelam características importantes do grupo estudantil em questão.

A maior parte dos estudantes afirma que gosta de estudar (78%), contra 14% que afirmaram não gostar, e 8% que indicaram que o gosto pelo estudo varia de acordo as influências das dificuldades cotidianas que podem motivar ou desmotivar. Dos 78% dos estudantes que gostam de estudar, 34% deles estudam em casa por obrigação, enquanto a maioria (66%) dedica-se aos estudos em casa por prazer.

Essa relação com o hábito de estudo é desenvolvida no IFSertãoPE, visto que os próprios estudantes justificam a necessidade de estudo para passarem de ano, devido ao maior número

de disciplinas do EMI Agropecuária e devido a melhor formação dos professores que os fazem mais exigentes.

Há uma dificuldade atribuída, também, ao suporte familiar em relação ao estudo. Como são filhos de pais agricultores, em sua maioria (e de outros ramos da classe trabalhadora), os pais – que não tiveram oportunidade de estudo – não têm tempo para acompanhar, nem ensinar os conteúdos escolares. Essa condição histórica de precarização socioeconômica das famílias contribui com a ausência de uma cultura de estudo que vem sendo modificada com o IFSertãoPE que, através da oferta do EMI Agro, e que impõe aos estudantes uma realidade de estudo pesada que eles devem se adaptar rapidamente. Isso também gera conflitos com os hábitos construídos anteriormente ao IF, contribuindo com a desistência do estudo ou transferências para escolas estaduais da região. Algumas falas dos estudantes que retratam essa análise encontram-se no Quadro 27:

Quadro 27 — As relações entre família e escola que influem no hábito de estudo

(continua)

ESTUDANTE	CULTURA/ETNIA	FALA
RU1	Urbano	Eles sempre tão por dentro das coisas, mainha principalmente ela pergunta pelas notas, há uma preocupação. E painho quando eu tenho dificuldade ele sempre chega, painho me ajude aqui o Senhor sabe disso, aí eu boto e ele num instante me ajuda. (Pos. 95)
RS1	Sertanejo	Sendo sincero assim professor, não. [Internet cortando]. Tiro minhas notas assim... sempre aviso a eles [incompreensível], pra poder me ajudar. Os meus pais são agricultores, não tem muito conhecimento não, pra poder me ajudar [falha na conexão]. (Pos. 87)
RIA1	Indígena <i>Atikum</i>	Minha mãe sim. Ela sempre observava isso. Ela via as minhas notas e tudo e mandava eu estudar em dobro. Fiscalizava e dizia " <i>Ó, hoje você não vai fazer nada em casa. Hoje você vai é estudar!</i> " e me botava para estudar o dia todinho. (Pos. 73) Porque minha mãe abriu mão da faculdade dela para pagar o transporte do meu irmão, porque a faculdade dele era gratuita, mas o transporte era pago. Minha mãe saiu no sexto período da faculdade, nem trancou, deixou de lado para investir na faculdade do meu irmão. (Pos. 77) [...] o pessoal da zona urbana já está mais habituado com o estudo [...] (Pos. 116)
RIA2	Indígena <i>Atikum</i>	Também tem a parte da família que incentiva bastante. No começo mãe mesmo dizia " <i>Homi, saia de lá. Venha estudar aqui, que e mais perto de casa.</i> " Incentiva a desistir por questão de gasto econômico, né? Isso aí

		também é pesado. Só vai mesmo quem já está determinado a fazer aquilo e tudo. (Pos. 52)
RIT2	Indígena <i>Truká</i>	A dificuldade de aprender. O IF é mais rígido, tem mais atividades... para os alunos... não pega leve no pé dos alunos não ou você aprende ou não aprende. A dificuldade de muitos alunos... é porque tipo, muitos alunos vêm de escolas municipal, estadual e lá geralmente, mesmo você não se dedicando a escola passa, né? Já no IF não ou você estuda para passar ou reprova. (Pos. 53)
RQ	Quilombola	Tenho. Até demais. Eu acho que tem dia que eu só estudo. Mas... eu estudo em casa sim. Até assim... antes quando eu estudava na Conceição eu já estudava em casa porque eu achava que não era suficiente só estudar só na sala de aula, eu não achava suficiente. Então eu comecei a estudar em casa, aí fui me acostumando e até hoje eu sou assim. (Pos. 178) Eu tive contato com alguns colegas que... era um grupinho que a gente tinha de cinco pessoas que falavam que tinham muita dificuldade em aprender... aí ficava desmotivado né? Iam acabar desistindo. Aí a gente tentava ainda fazer um grupo de estudo, mas não deu certo não e eles acabaram desistindo. (Pos. 157)

Fonte: autoria própria

Nota: as falas apresentam a posição (Pos.) do trecho na transcrição seguida da numeração informa a localização do trecho utilizado. As transcrições encontram-se no apêndice.

É possível notar diferenças entre o suporte familiar, a natureza da educação profissional do IF e a influência na modulação do hábito de estudo daqueles mais resilientes em continuar a estudar em uma escola com uma cultura de estudo nova, classificada por eles como “uma instituição muito exigente”.

Os autores Fonsêca *et al.* (2014), em estudo sobre a correlação entre o suporte familiar e o hábito de estudo dos filhos, verificaram que o perfil parental permissivo influencia positivamente a construção de um hábito de estudo, enquanto o perfil autoritário apresenta correlação negativa, inibindo o hábito de estudo e contribuindo com problemas comunicacionais e socioemocionais, como insegurança, depressão e isolamento das crianças. Já os pais com perfil negligente parecem não influenciar o hábito de estudo dos filhos.

7.3.7 *Ensino remoto*

A era digital escolar, imposta pela sindemia por Covid-19, trouxe impactos de diferentes ordens como prática, cultural, interacional, comportamental, emocional e psicológica para toda

a comunidade escolar. Essas problemáticas podem ser verificadas na opinião dos estudantes. Para 42% deles, o planejamento do ensino remoto é falho por não considerar as práticas como aula, visto que ocorreram substituições das aulas, por apresentação de vídeos do *YouTube*, por exemplo. A falha no planejamento das atividades – quanto à quantidade, ao prazo e ao planejamento conjunto dos professores – foi apontada como um problema por 35% dos estudantes. A ausência de acompanhamento do aprendizado pelos docentes (que não estão disponíveis para sanar dúvidas e nem buscam saber sobre a compreensão dos estudantes) foi apontada por 14% dos alunos. Algumas opiniões estudantis estão expostas no Quadro 28. Para os quatorze estudantes, o ensino remoto implicou em excesso de atividades.

Quadro 28 — O planejamento do ensino remoto na visão dos estudantes

ESTUDANTE	CULTURA/ETNIA	FALA
RU1	Urbano	Eu acho que o professor vai saber a facilidade que o aluno tem não conseguir lê ou não, e vê a questão de prazo, mas eu acho que é assim, no máximo umas 100 páginas, porque tem professor que passa assim, um livro de 300 a 400 páginas e dá o que? 15 dias dependendo do aluno, acho que o aluno não consegue, na minha opinião o aluno não consegue, eu acho que eu não consigo lê um livro de 500 páginas, 400 em 15 dias. (Pos. 171)
RS2	Sertanejo	Tem professor que nem dá aula, só passa o vídeo de uma aula lá do <i>YouTube</i>®, passa o vídeo e quem assistiu aquilo ou não assistiu... nem pergunta só dá videoaula mesmo se você tem alguma dúvida ou não. Por conta... passou a videoaula no canal do <i>YouTube</i> ®... [incompreensível] ...aí estudei, tá aí. Se você assistir, está aí o vídeo no canal, você aprende aí o conteúdo. Faça! Sendo que o planejamento não tem. (Pos. 138)
RIA2	Indígena <i>Atikum</i>	Antes da gente começar a ter aula, a gente passou quase uns cinco ou seis meses sem ter aula. Aí quando voltou, o pessoal querendo cumprir logo a carga horária o pessoal mandava meio mundo de atividade. (Pos. 111) Deixa eu dar um exemplo, muitos apenas copiam o link lá do <i>YouTube</i>® de um outro professor que já deu a aula e colocam para você responder uma atividade em cima daquilo. [...] mas se ele chegasse na sala e acompanhasse a aula... nem que fosse gravado e ficasse disponíveis para tirar dúvida... (Pos. 128)

Fonte: autoria própria

Nota: as falas apresentam a posição (Pos.) do trecho na transcrição seguida da numeração informa a localização do trecho utilizado. As transcrições encontram-se no apêndice.

O excesso de atividades no ensino remoto se deve, principalmente, à preocupação docente em atender as exigências legais do curso, com o cumprimento da ementa disciplinar, com a caracterização de produção escolar, com a falta de planejamento escolar do ponto de vista de integralidade das práticas em um curso de ensino médio integrado a um curso profissionalizante e, por fim, com a ausência de orientação adequada como reflexo do não planejamento didático-pedagógico integrado. Na verdade, o modelo de ensino remoto foi planejado para atender às demandas da educação sob o viés tradicional e de controle do trabalho docente e discente para se garantir o atendimento curricular.

Segundo Hayashi, Almeida e Arakaki (2021), em termos de exercícios e atividades em aula, há a abordagem tradicional, em que os alunos devem resolver e submeter trabalhos para uma pasta virtual que, posteriormente, serão corrigidos e devolvidos pelo professor. No IFSertãoPE, o ensino remoto se caracteriza pelas atividades síncronas, com uso do *Google Meet*®, e assíncrona através do *Google Classroom*®, a plataforma onde o docente disponibiliza as atividades para que os estudantes a façam e depositem de volta na plataforma, para que, assim, o professor tenha acesso e a avalie.

Hayashi, Almeida e Arakaki (2021) verificaram que, durante as aulas síncronas do ensino remoto, muitos alunos estão presentes, porém quietos, sem interação alguma com o professor. Ribeiro, Cavalcanti e Ferreira (2021) ao investigarem a fenomenologia do ensino remoto brasileiro, relataram um fato típico dessa modalidade:

Assim “abre a câmera, por favor” é uma pequena frase, mas que revela as inquietações de uma docente que durante a realização de uma aula precisa tentar manter algum contato com quem assiste, em um ambiente que por vezes apresenta telas e microfones fechados. (RIBEIRO; CAVALCANTI; FERREIRA, 2021, p. 2).

Essa constatação dos autores, de fato, é uma realidade fenomenológica do ensino remoto (RONDINI, PEDRO, DUARTE, 2020; RIBEIRO, CAVALCANTI, FERREIRA, 2021; HAYASHI, ALMEIDA, ARAKAKI, 2021), visto que todos os estudantes informaram que mantêm as câmeras e microfones desligados. Mas esse comportamento atende a fatores profundos que perpassam pelo estilo da prática docente (no ensino remoto, normalmente, o professor fala e o estudante escuta), condição tecnológica do estudante como o acesso à internet e aparelhos adequados, pelo perfil pessoal do ponto de vista psicossocial do estudante (quanto à própria imagem e a própria voz), ou até mesmo a exposição do ambiente doméstico.

As justificativas por não ativarem a câmera nas videoconferências revelam vergonha de si ou da própria casa (57%); problemas técnicos relacionados ao travamento transmissão da

videoconferência, devido ao sinal de internet de baixa qualidade ou defeito do aparelho (21%); o ambiente de trabalho é um impeditivo para acionar a câmera e microfone no momento da aula (7%); os demais (22%) não explicaram os motivos para não ligarem a câmera (Quadro 29).

Quadro 29 — Motivos pelos quais os estudantes não usam a câmera nas aulas remotas

ESTUDANTE	CULTURA/ETNIA	FALA
RU2	Urbano	Eu deixo desligada. Porque o maior motivo é que fica travando, né? No meu celular trava. Na maioria das vezes fica travando. (Pos. 133)
RU3	Urbano	[...] cada um fica com sua câmera desligada, muitas vezes vai fazer outra coisa (Pos. 173) Não, eu liguei hoje, eu não gosto muito de ligar não, a câmera não. Porque não sei professor, receio de incomodar ou o professor ficar com distração, ficar, acabar perdendo assim, o foco, então acaba que o outro aluno liga e vem brincar, vai querer brincar e tudo. (Pos. 191)
RU4	Urbano	Eu deixo desligada. Ligo quando geralmente a professora pede. Eu deixo desligada porque, geralmente em casa você não vai estar, por exemplo, com a farda. Você em casa vai estar mais a vontade, pode estar em qualquer lugar da casa... e também por que pode se sentir um pouco envergonhado e não quer ligar. (Pos. 168)
RS1	Sertanejo	Eu deixo desligada. (Pos. 163) Eu acho que seria mais na timidez, o professor me conhece, sempre fui uma pessoa tímida (Pos. 165)
RS3	Sertaneja	Deus me livre. Desligada, porque eu não gosto. Eu não gosto de foto. Me acho ridícula demais para estar usando essas coisas. Eu liguei uma vez só, a professora falou que se não ligasse ia botar falta, aí eu tive que ligar, mas só foi uma vez mesmo. (Pos. 140)
RS4	Sertanejo	Em alguns momentos como apresentação, você tem que ligar a câmera. Eu deixo desligada porque as vezes eu estou em local de trabalho e tem muito movimento. Eu acho que muitas vezes os alunos estão deitados e não querem ligar a câmera também... (Pos. 138)
RS5	Sertanejo	Eu deixo desligada. Por que? Porque eu não gosto de deixar ligada, aparecer lá, só o professor mesmo. Por timidez... tenho vergonha da minha casa... Só esse motivo. (Pos. 134)
RIA2	Indígena <i>Atikum</i>	Mas a câmera de forma geral. Só os alunos da minha turma que usam a câmera só quando tem uma apresentação, alguma coisa. Vergonha tem também, tem esse ponto. Mas eu só ligo quando é necessário, quando tem alguma apresentação e pronto. (Pos. 130)

Fonte: autoria própria

Nota: as falas apresentam a posição (Pos.) do trecho na transcrição seguida da numeração informa a localização do trecho utilizado. As transcrições encontram-se no apêndice.

Hayashi, Almeida e Arakaki (2021) argumentam que o ensino remoto reforça um tipo de distância interpessoal diferente, que é a distância transacional, de ordem psicológica, entre o aluno e o professor. Para esses autores, a distância transacional se caracteriza pela distância física, temporal e interativa. Essa perspectiva de distanciamento afeta o campo psicológico e por sua natureza, repousa sob a perspectiva da complexidade, enquanto paradigma e quanto à realidade imersa em uma situação sindêmica. A distância física se refere à distância espacial ou geográfica. A distância temporal representa o tempo necessário para troca de informações entre estudantes e professores. Já a distância interativa se deve às relações interacionais entre os sujeitos que pode ser compreendida, no caso do ensino remoto, pelo antagonismo em estarem conectados ao vivo, em contato através da reunião digital entre eles que ocupam lugares outros, mas que não interagem adequadamente entre si na videoconferência.

Todos os estudantes afirmaram que não gostam do ensino remoto e que sentem muita falta da interação social escolar presencial. Para 28%, a estrutura e atribuições domésticas atrapalham o ensino remoto e problemas como ansiedade e depressão foram relatados por 14% deles. Podemos verificar algumas visões dos estudantes sobre a escola virtual no Quadro 30.

Quadro 30 — A escola virtual na visão dos estudantes

(continua)

ESTUDANTE	CULTURA/ETNIA	FALA
RU1	Urbano	<p>Rapaz eu acho que a meu ver não tem nada, assim, fora o dia a dia da pessoa que as vezes fica numa correria, mas eu acho que ficar dentro de casa assistindo aula é horrível, na minha opinião eu preferia, mesmo com todos os riscos eu acho que seria melhor tá na sala de aula mesmo. (Pos. 157)</p> <p>Acho que a maneira que muitas vezes os professores, assim, acham que porque a gente tá em casa, a gente não tem nada pra fazer. Porque quando a gente tá em casa sempre aparece alguma coisa seja de casa ou de fora ou de outro canto. Porque na escola não, você tem, você tá lá na escola, você vai fazer o que aparecer pra você ali, agora você tá em casa, as vezes seus pais... assim, muitas vezes precisam de alguma coisa, aí você tem que parar de assistir aula, tem que fazer outra coisa, e vai aparecendo coisas do dia a dia, e fora os professores que as vezes passam muita atividade, acha que você não... tá em casa, você tem 24 horas pra tá estudando só. (Pos. 159)</p>
RU2	Urbano	<p>Rapaz, complicado, né? Eu acho que... complicado essa situação aí, né? O IF que já era atrasado, voltou a atrasar de novo... Sinto falta dos professores e dos colegas. (Pos. 115)</p>

		<p>Por causa da facilidade, né? Assim, o cara pode estar viajando e estudando ao mesmo tempo. Essas coisas. (Pos. 121)</p> <p>Rapaz... seria a facilidade de acesso, assim... para quem um celular tem uma boa Internet assim, porque para quem não tem é bem complicado. É isso, tipo... o cara poder sair, ir para outros cantos e poder estudar ao mesmo tempo. (Pos. 127)</p>
RU3	Urbano	<p>Demais mesmo, a rotina que a gente tinha de todo dia encontrar os professores, de todo dia encontrar os amigos ali na escola, ri com os amigos, ri com os professores, saber coisa nova, porque, toda semana era uma semana assim a mais, era uma semana assim diferente, nada era coisa assim repetitivo, mais se toda semana fosse a mesma matéria, sempre era uma coisa diferente. E em relação a pandemia hoje, toda semana é a mesma coisa, toda semana a gente abre, toda semana a gente escuta o professor ou botando um vídeo do YouTube®, ou falando praticamente a mesma coisa, aquela coisa monótona, aquela coisa chata. Faz muita falta. Eu sinto mais falta assim, de tá perto dos meus amigos, de ter o contato com, com... de ter o aprendizado que eu tinha, do aprendizado que eu tinha e hoje não tenho mais. (Pos. 169)</p> <p>Presencial, porque o remoto você não tem aquele prazer de estar dentro de uma sala de aula, aquele prazer de estar vendo a expressão do professor de ta passando o conteúdo ali pra você. De tá ali com o amigo que você gosta ali do lado, de todo dia tinha aquela, por mais que você todo dia tenha as aulas assim remota, todo dia não é uma vez ou outra que os professores dão. Não é todo dia não, mas todo dia a gente tinha a ida pra escola, tinha o campinho, tinha a volta da escola, tinha a parte que a gente passava na escola, tinha o conhecimento, cada vez conhecimento novo. Eu acho que a diferença de uma aula remota pra uma aula presencial são as dúvidas que vai formando e vai dando caminho diferente pra aula, mais conteúdo, porque na aula remota muitas vezes o professor chega preparou o slide dele ali, cada um fica com sua câmera desligada, muitas vezes vai fazer outra coisa, o professor fala a aula todinha e pronto, cabô, não tem aquela discussão. Aqui e por que, vamos pensar diferente, vamos, será que dava pra fazer uma pergunta, o senhor pode responder uma pergunta ou o senhor pode fazer essa pergunta diferente? Eu prefiro sempre, sempre. Não quero de jeito nenhum mais aula remota. (Pos. 173)</p>
RU4	Urbano	<p>Eu acho que a minha escola tomou a atitude certa, a favor da Ciência. Seguindo as orientações da OMS e da Ciência e tudo mais. Aí a gente teve que ficar tendo aulas remotas. Mas essas aulas não são tão produtivas</p>

		<p>como as presenciais. Elas acabam sendo mais cansativas. Você está ali sentado e se distrai com qualquer coisa que passa ou acontece. Mas temos que lidar com isso nesse momento, seja fácil ou não. Eu sinto falta dos professores e colegas, mas ao mesmo tempo eu consigo compreender o porquê que eu não estou ali e não fico tão pesado, mas falta eu sinto sim. Acho que sinto mais falta da convivência com todos, de poder estar ali vendo o professor, poder perguntar mais rápido, porque no Meet se você vai digitar ou falar tem um atraso... então essa questão de poder estar ali com todos. (Pos. 148)</p> <p>Eu acho que tem coisas em casa, estruturas que não são computador, internet que vão deixar você menos confortável para aprender no ensino remoto. (Pos. 176)</p>
RS1	Sertanejo	<p>Eu acho que o presencial porque o presencial todo mundo junto ali, todo mundo tem uma ideia, o professor tira dúvida do outro, acho melhor. (Pos. 143)</p> <p>De não tá junto das pessoas. Do professor, dos alunos. É ruim. A gente acaba ficando um pouco solitário. Porque a gente convivendo ali com os professor e alunos, a gente sempre tá ali conversando, tendo ideia e isso ajuda muito a avançar o aluno, ingressar no aprendizado. (Pos. 155)</p>
RS2	Sertaneja	<p>Eu sinto falta da escola, da convivência, né? Com os professores e os alunos. (Pos. 122)</p> <p>Se comparar com o presencial, não aprende nada. Mas aprende, de 100% aprende aí 40%. (Pos. 148)</p>
RS3	Sertaneja	<p>É mais problema de ansiedade. Ficou bem pior, assim sabe... eu tinha um pouco já, mas não era muito grave, mas ela piorou bastante que tava me impossibilitando de fazer as coisas que eu... assim, de fazer as coisas que eu gostava, da forma que eu queria. Eu acabava me desmotivando muito. Isso me afetou muito, aí mudou um pouco a minha rotina. (Pos. 15)</p> <p>Presencial. Porque eu acho mais proveitoso. A gente consegue ter mais acesso às coisas, aos professores, é bem melhor de dialogar. Não tem comparação não. Esse ensino remoto está aí porque não tem outra forma mesmo. (124)</p>
RS4	Sertanejo	<p>Eu, assim, eu achei um pouco desnecessário. Ficamos muito sobrecarregados nisso, apesar deles terem diminuído bastante a carga horária e as matérias em si. Mas foi o que a gente frisou, que os alunos tinham que correr atrás, que dar um pulo. E esses alunos tiveram dificuldades em algumas matérias. Por mim tinha começado o ano... não tinha como, né? Tinham falado para a gente que não tinha como, porque tinham que fechar o calendário do ano letivo, mas vai ocorrer</p>

		<p>muita reprovação. E se continuar com esse ensino remoto a evasão vai aumentar. (Pos. 118)</p> <p>(sinto falta) De conversar com os colegas e professores. À tarde, você ia à tarde, como eu era bolsista, eu gostava de ir à tarde, ficava sozinho ali distraído estudando para a pesquisa. (Pos. 120)</p> <p>Presencial. É diferente demais. E em si, você vai ter que... é obrigado o cara estar ali na sala de aula. E no ensino remoto não, você pode assistir a aula depois, ou não assiste. Vai ser prejudicado, mas o aluno vê se quiser. (Pos. 124)</p>
RS5	Sertanejo	<p>O presencial, porque é melhor. Você encontra os amigos, e o professor tá lá, porque tem vez que dá problema com a internet, a conexão cai, fica travando, aí complica. É pessoalmente é melhor, ao vivo. (Pos. 120)</p> <p>Depende muito do local que o aluno tá, do que ele tá vivendo no momento. Vai influenciar a aprendizagem. É necessário paciência dos alunos e professores. Dos dois, porque é uma nova forma de ensino, aí tão aprendendo ambas as partes. Sim, a disponibilização de alguns computadores, que nem estava tendo, o auxílio para comprar, essas coisas assim. (Pos. 142)</p>
RIA1	Indígena <i>Atikum</i>	<p>O contato é uma coisa que sinto falta. Porque tinha muita aula prática, porque só de teoria... porque é bom ter a teoria, ter a base para quando for a prática você saber o que vai fazer e como vai fazer. Mas aí só tem a teoria, não tem a prática, aí como é que a pessoa... (Pos. 119)</p>
RIA2	Indígena <i>Atikum</i>	<p>Ficou pior no sentido das atividades, porque o pessoal foi só sobrecarregando com atividades. Nessa parte aí ficou pior. (Pos. 111)</p> <p>O que eu gosto no ensino remoto é a questão das aulas serem gravadas. Se você não tiver a disponibilidade de assistir naquele momento, você tem a possibilidade de assistir noutro momento. (Pos. 117)</p> <p>E outro ponto negativo é a questão do... que não tem como você tirar a dúvida naquela hora com o professor. As vezes surge uma dúvida na aula gravada que você está assistindo. Muitas vezes o professor leva um ou dois dias para poder lhe responder. Isso atrapalha um pouco. (Pos. 126)</p>
RIT1	Indígena <i>Truká</i>	<p>Então... É, e outra, a questão que eu sinto falta é da interação social, do contato com as pessoas. Porque não é a mesma coisa pelo ensino remoto. (Pos. 110)</p>
RIT2	Indígena <i>Truká</i>	<p>Eu vi que com essa pandemia e essas aulas remotas eu aprendi pouca coisa. O ensino é totalmente diferente do ensino da sala para o virtual. Sinto falta dos colegas,</p>

		<p>dos professores, das aulas de campo, aprendendo... eu sinto saudade disso. (Pos. 111)</p> <p>Porque você não tem aquela ligação com os professores para tirar dúvida, aquela coisa assim... tanto com os professores quanto com os colegas da turma, né? (Pos. 119)</p> <p>Eu acho chata. O cara fica de sete e meia da manhã até meio dia só no celular ou no computador... cansa a vista, né? Para deixar mais motivante, para mim era voltar com as aulas presenciais. (Pos. 133)</p>
RQ	Quilombola	<p>É, exatamente. Por isso que eu gosto mais do IF, porque aqui em casa eu tô tendo que fazer outra coisa, fazer o almoço... aí chega alguém. E quando é no IF a pessoa já vai pra estudar mesmo. (Pos. 194)</p> <p>Sinto falta sim do contato com os professores, com os colegas. E, além disso, assim... eu sinto falta de sair de casa. Porque agora a gente tá só em casa (risos) e eu sinto falta assim... de sair, ver mais gente. De ter contato assim com as pessoas. (Pos. 231)</p>

Fonte: autoria própria

Nota: as falas apresentam a posição (Pos.) do trecho na transcrição seguida da numeração informa a localização do trecho utilizado. As transcrições encontram-se no apêndice.

Nas percepções dos estudantes, podemos perceber algumas problemáticas já identificadas por outros estudiosos. Rondini, Pedro e Duarte (2020) assinalaram que, por parte do professor, apenas incorporar os recursos tecnológicos não transformam os processos educacionais e que os estudantes, no que lhes competem, se deparam com um sistema de educação que não tem estrutura suficiente para ampará-los. Isso é reforçado através de falas que caracterizam a dificuldade de aprendizagem: “aulas chatas e monótonas”, “excesso de atividades”, “simples cumprimento de carga horária e currículo”, “substituição de aula por vídeos do *YouTube*®”. Esses problemas são constatações da realidade, mas não devem servir para atribuir culpa aos docentes que foram responsabilizados por operar o sistema remoto, mas sim a estrutura escolar brasileira que vitimou professores e estudantes.

Durante a aplicação do questionário, que ocorreu através de uma entrevista por videoconferência, pudemos medir as intercorrências durante a conversa com cada estudante. Classificamos essas intercorrências como: ambiental (distúrbios ocasionados por barulhos que interferiam na entrevista) e tecnológico (condição do sinal de internet, tipo e condições dos aparelhos em uso no momento da entrevista). Não foram verificadas intercorrências apenas com dois estudantes. Constatamos que 31% das intercorrências foram do tipo ambiental, em que

detectamos as seguintes interferências: barulho de veículos e motocicletas, cantos de pássaros, latidos de cães, crianças brincando, reclamações de pais, barulho de panelas, conversas de terceiros que compartilhavam o mesmo ambiente que o estudante. Verificamos, também, que a maior parte das intercorrências (69%) se deve aos elementos tecnológicos, principalmente a qualidade de conexão de internet.

Essa constatação foi importante para a confrontação daquilo que afirmaram os estudantes sobre as dificuldades com o ensino remoto, reportando problemas dessa natureza. Os estudantes sertanejos foram os que mais apresentaram intercorrências (67%), a maioria delas vinculadas às questões tecnológicas, seguidos pelos urbanos com 17% de intercorrências e indígenas e quilombolas apenas com 8% de intercorrências.

Hayashi, Almeida e Arakaki (2021) denunciaram que a ausência de um ambiente propício para o estudo é um fator limitante para o aprendizado. Essa afirmação se verifica na realidade salgueirense, pois apenas os estudantes urbanos apresentam um lugar para estudar no quarto. Durante as entrevistas, havia estudantes que se posicionaram na rua, em frente de casa por causa do silêncio, rompido pelo barulho dos veículos que transitavam. A pandemia por Covid-19 revelou outra forma de injustiça social na educação que vai além do acesso aos aparelhos eletrônicos (*smartphones e notebooks*) e a um serviço de Internet de qualidade no interior do Brasil, aquele referente à estrutura arquitetônica da casa de crianças e adolescentes que dividem o quarto e que não tem local adequado para estudar. Tais afirmações compõem a realidade da classe média baixa e dos pobres brasileiros, como é o caso da população rural de Salgueiro.

Questionados sobre a adaptação ao ensino remoto, 42,8% informaram estar adaptados; 42,8% declararam que se encontravam ainda em processo de adaptação e 14,4% não estavam adaptados. O maior percentual de estudantes adaptados foram os urbanos (75%). Dentre os sertanejos, 40% se consideravam adaptados, outros 40% estavam em processo de adaptação e 20 não adaptados. Dentre os indígenas e quilombolas 80% estavam adaptados e 20% em processo de adaptação.

Esse resultado reflete a condição de vida dos estudantes, quando os urbanos são os que apresentaram maior suporte da família, melhor estrutura de tecnológica e acesso à internet, melhor infraestrutura com local mínimo para estudar no quarto e que não dividem aparelhos eletrônicos para estudar. Essa infraestrutura e exposição às tecnologias e à cultura digital são

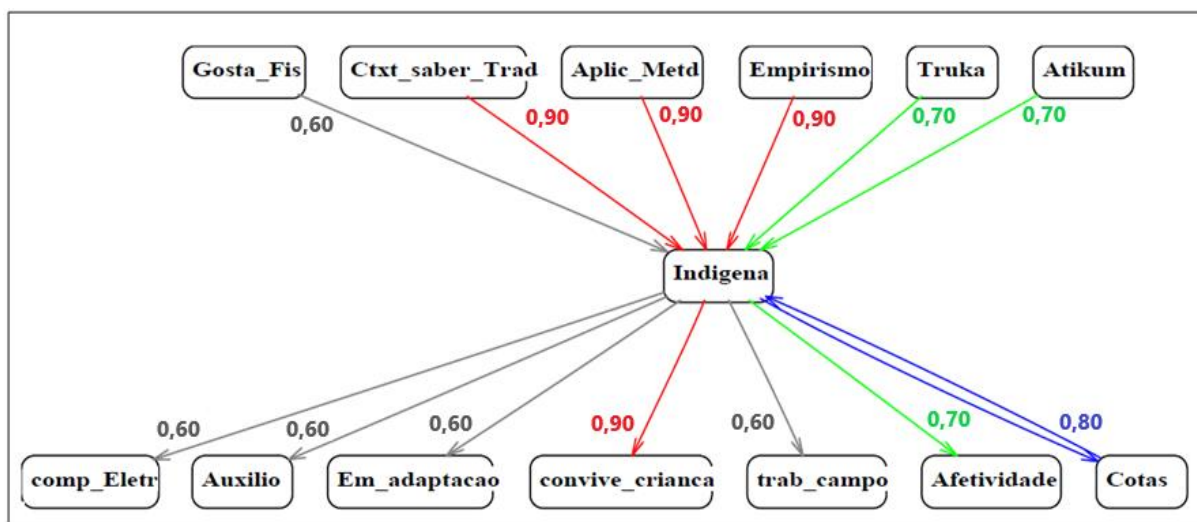
fatores que comprovem o desenvolvimento da cultura digital, segundo Aguilar et al. (2013) e, certamente, isso influenciará no processo de adaptação ao ensino remoto.

Neste trabalho, devido à problemática inesperada da síndrome por Covid-19, nós não investigamos as condições dos professores durante o ensino remoto. A etapa de pesquisa que se ocupou de investigar o perfil multicultural dos professores (Parte 1) foi aplicada antes da definição do retorno das aulas em modelo remoto. Quando essa definição ocorreu, precisamos modificar o projeto para tal realidade, incluindo uma nova apreciação ética no sistema CEP/CONEP, acusando a adaptação do projeto em função do ensino remoto. O ideal seria a possibilidade de investigação da realidade do ensino remoto, também, pela visão do professor, assim teríamos uma visão completa junto à comunidade escolar.

7.3.8 Compreensão integrada das culturas escolar e extraescolar

Nesta sessão, buscamos a compreensão das características de cada etnocultura estudantil, pautada na tríade investigativa intercultural (ambiente social familiar, ambiente social comunitário e indigenismo, e ambiente escolar) através da análise estatística implicativa (ASI).

O grafo implicativo apresenta as principais relações implicativas entre as culturas e as variáveis identificadas e categorizadas nas entrevistas em que foi aplicada a tríade informativa intercultural de Kidman, Yen e Abrams (2013). No Grafo Implicativo 6, visualizamos as características dos estudantes indígenas. Na descrição dos grafos implicativos, as variáveis serão descritas e mencionadas entre parênteses. A leitura será feita de cima para baixo, da esquerda para a direita (primeira variável superior à esquerda até a última variável superior à direita; depois a primeira variável inferior à esquerda até a última variável inferior à direita).

Grafo Implicativo 6 — Principais características dos estudantes indígenas

Fonte: CHIC 7.0 (2014), adaptado para inserção dos índices implicativos através do *Paint 3D*®

Nota: vetor cinza: índice de implicação 0,60; verde: 0,70; azul: 0,80; vermelho: 0,90.

Os estudantes que gostam da disciplina de física (Gosta_Fis) implica em serem indígenas. O conhecimento tradicional é uma característica contextual (Ctxt_saber_Trad), característico de estudantes indígenas, esses saberes tradicionais são caracterizados através do conhecimento metodológico (Aplic-Metd); por exemplo, como construir uma oca, como preparar uma bebida, como realizar a pesca do cari⁷⁰. O empirismo (Empirismo) é uma característica do conhecimento indígena, ele é construído através de observação da natureza e práticas de tentativa e erro, utilizando elementos do meio ambiente, por exemplo, para usar uma planta como medicamento ou como repelente de insetos, ou, ainda, preparar a fava-braba como alimento que teve a técnica descrita por um estudante *Atikum*.

Estudantes indígenas implicam em estudantes que compartilham eletrônicos (celulares e notebooks) para poder estudar durante o ensino remoto. São estudantes que recebem algum tipo de auxílio (Auxilio) para estudar. Estes estão em processo de adaptação ao ensino remoto (Em_adaptacao). Indígenas implicam no convívio com crianças em casa (Convive_crianca) e trabalham na agropecuária (trab_campo). Além disso, são estudantes que estimam valores afetivos (Afetividade) como o respeito, a solidariedade, gostam de professores atenciosos etc. e são estudantes que ingressam por meio de cotas raciais (Cotas).

⁷⁰ Cari ou acari (*Rhinelepis aspera* Spix & Agassiz, 1829) é um peixe cascudo preto, um tipo de bagre, que habita o Rio São Francisco e é muito apreciado pela comunidade ribeirinha (SOUZA, 2006). Os indígenas possuem uma técnica própria de pescar o cari nas locas (abrigos nas pedras) no fundo do rio através de apneia (mergulho sem respirar) e captura do peixe com as mãos.

Do ponto de vista científico, vemos no grafo implicativo que o estudante indígena apresenta conhecimentos tradicionais, vinculados à sua própria cultura que podem ser utilizados enquanto conhecimento prévio para mediar o conhecimento escolar. Essa consideração dos saberes tradicionais é muito importante na mediação do conteúdo escolar. Para isso, o professor deve se interessar pela cultura dos estudantes, isto é, para identificar e conhecer situações em que os conceitos científicos possam ser utilizados.

Sobre isso, podemos citar quatro lições que Vergnaud (2008) apontou sobre a consideração da cultura e o conhecimento cotidiano que a ela pertence no processo de conceitualização:

A primeira lição me parece ser a de que a ideia de cultura pede, ao mesmo tempo, **a diferenciação entre culturas diferentes que valorizam comunidades distintas e, ao mesmo tempo, a busca de pontes entre elas.** A segunda lição, a meu ver, é que os exemplos interessantes a conservar para enriquecer a base de situações empíricas suscetíveis de serem introduzidas proveitosamente na sala de aula deveriam **ser estendidos a referências e práticas diversas, eventualmente muito afastadas das referências habituais dos professores** e dos responsáveis pela educação atual. A terceira lição a destacar concerne a questão, propriamente pedagógica, da **relação entre as situações emprestadas de uma cultura tida como não escolar e sua transposição para a sala de aula.** A última lição refere-se à **relação entre a conceitualização que intervém na ação sem ser necessariamente formulada, e o trabalho na linguagem e sobre a linguagem que permite dar uma forma comunicável a essa conceitualização.** (VERGNAUD, 2008, p. 96, grifo nosso).

Considerar os conhecimentos cotidianos dos estudantes é muito importante para a construção de pontes entre eles e o conhecimento científico, mas, como fala Vergnaud (2008) na segunda lição, as situações empíricas emprestadas da cultura cotidiana dos estudantes são afastadas das referências dos docentes. Fazer um trabalho como esse requer, antes de tudo, sensibilidade do docente para motivar-se em conhecer os aspectos da cultura extraescolar dos alunos e buscar nelas elementos que unam os dois mundos, ou seja, criar pontes que ligam e permitem acesso mútuo às duas culturas, favorecendo a travessia de fronteiras culturais no processo de conceitualização.

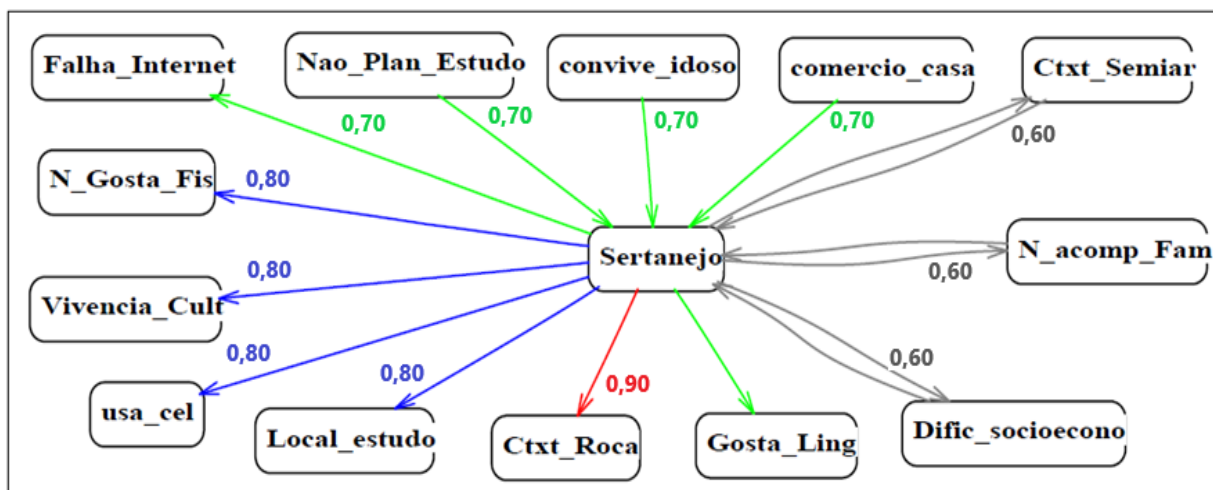
Outro aspecto do grafo implicativo indígena diz respeito às características inerentes ao sujeito quanto à essência humana, relacionada à valorização da afetividade e de acesso aos recursos necessários ao ensino remoto. Essas características se vinculam à condição socioeconômica desses estudantes que são dependentes de políticas públicas afirmativas – como as cotas e o auxílio estudantil – justificando a valorização de elementos afetivos para um

público que é marginalizado na sociedade brasileira e excluído na escola através do sistema avaliativo.

O compartilhamento de *smartphones* para estudar, por exemplo, representa uma vulnerabilidade socioeconômica implicada ao modelo educativo de ensino remoto. Estudar pelo celular, em sentido amplo (ler, assistir as aulas, acessar sistemas interativos como o *Google Classroom*®, pesquisar e digitar trabalhos e atividades no aparelho celular) em um aparelho compartilhado (que não está todo o tempo disponível com o estudante) representa uma precariedade e uma dificuldade materializada na baixa adaptabilidade a este novo sistema escolar e a uma nova cultura, a digital.

No Grafo Implicativo 7 verificamos as principais características dos estudantes sertanejos. Descrevendo o grafo no sentido horário, percebemos que os estudantes que apresentaram falhas de *internet* (Falha_Internet) implicam em estudantes sertanejos, variável no centro do grafo (Sertanejo). A falta do hábito de estudo em casa (Nao_Plan_Estudo) é uma característica do grupo, bem como a convivência com idoso (convive_idoso) e o trabalho em comércio doméstico (comercio_casa).

Grafo Implicativo 7 — Principais características dos estudantes sertanejos



Fonte: CHIC 7.0 (2014), adaptado para inserção dos índices implicativos através do *Paint 3D*®

Nota: vetor cinza: índice de implicação 0,60; verde: 0,70; azul: 0,80; vermelho: 0,90.

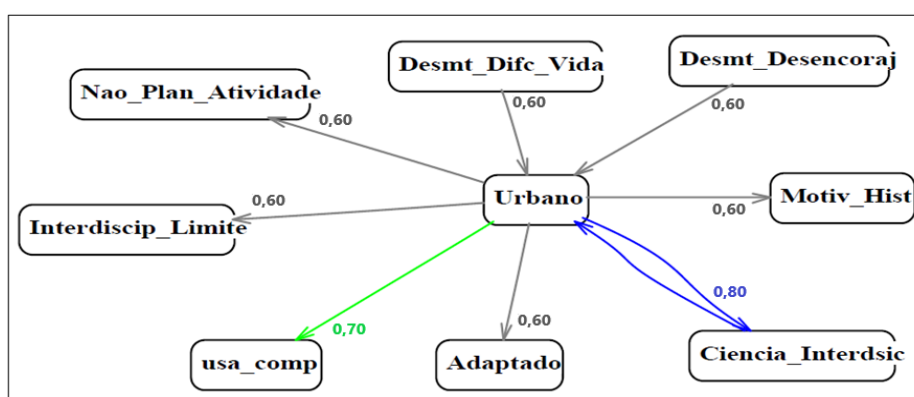
Em uma série de relações de dupla implicação com índice de implicação de 0,60, percebemos que os estudantes que valorizam o contexto semiárido (Ctxt_Semiar) tendem a ser os sertanejos. O não acompanhamento da família nos estudos (N_acomp_Fam) tende a ser uma característica de estudantes sertanejos, além de serem estudantes que apresentam dificuldades

socioeconômicas (Dific_socioecono). Estudantes sertanejos (Sertanejo) implicam no gosto por disciplinas de linguagens (Gosta_Ling), como o português. Também implicam em uma condição de vida agropecuária, pela valorização do contexto agrário e pelo trabalho na roça (Ctxt_Roca). Os sertanejos não possuem local apropriado ao estudo no período de ensino remoto (Local_estudo) e são estudantes que tendem a ter o celular como único meio de estudo. A vivência cultural também é muito marcante aos sertanejos que citam a valorização e a participação em fenômenos culturais sertanejos (Vivencia_Cult), como a pega de boi, a vaquejada, missa do vaqueiro, forró, repente, poesia, etc. Também implicam em serem estudantes que gostam da disciplina de física.

Essas relações evidenciam as características mais marcantes dos estudantes sertanejos a partir do índice implicativo 0,60. É notável a ausência de condições adequadas para o ensino remoto devido à vulnerabilidade econômica e, conseqüente, à falta de infraestrutura necessária a esta modalidade de ensino. A falta de acompanhamento dos estudos dos filhos é uma característica marcante, devido à atuação da família em atividades de trabalho no campo, o trabalho doméstico, a comercialização de produtos alimentícios em casa e a baixa escolaridade dos pais, o que afeta a cultura de estudo.

No Grafo Implicativo 8 verificamos as principais características dos estudantes urbanos (Urbano) a partir das relações de implicação mínima de 0,60, em que os estudantes acreditam que a interdisciplinaridade é limitada (Interdiscip_Limite), enxergam, por exemplo, que a contextualização disciplinar com a cultura estaria fortemente ligada às disciplinas de humanas, como História e Sociologia, mas não seria possível ensinar com base nas diferentes culturas as disciplinas da área de ciências, tais como Química e Física.

Grafo Implicativo 8 —Principais características dos estudantes urbanos



Fonte: CHIC 7.0 (2014), adaptado para inserção dos índices implicativos através do *Paint 3D*®

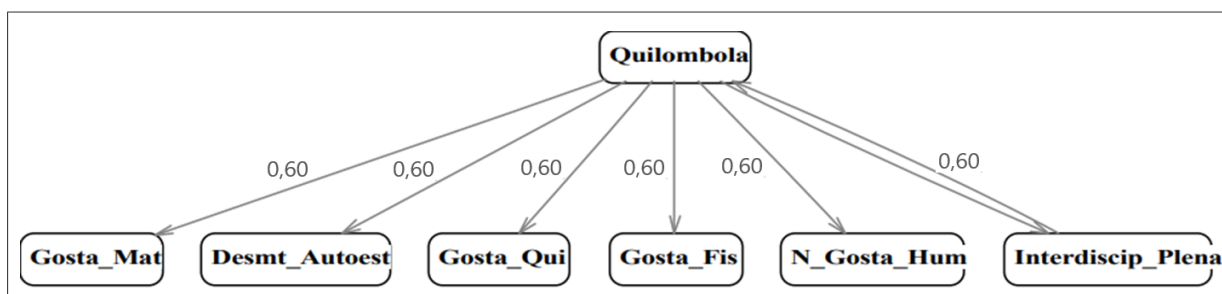
Notas: vetor cinza: índice de implicação 0,60; verde: 0,70; azul: 0,80; vermelho: 0,90.

Os estudantes urbanos acreditam que a maioria dos professores não planejam as atividades escolares durante o ensino remoto (Nao_Plan_Atividade). As dificuldades da vida, no âmbito familiar (Desmt_Difc_Vida) e atitudes desencorajadoras por parte da família e de professores (Desmt_Desencoraj) são questões que contribuem com a desmotivação para estudar. Em contrapartida, a história familiar é fonte motivacional (Motiv_Hist), eles se baseiam na história dos pais, nas dificuldades sofridas como elementos motivacionais para estudar e mudar de vida.

Em uma relação de dupla implicação, os estudantes urbanos acreditam na interdisciplinaridade ligada apenas às disciplinas da ciência (Cienc_Interdisc), ou seja, que é possível falar de química juntamente com física e biologia, mas essa relação com as disciplinas de humanas é mais difícil. Essa relação evidencia a forte influência do pensamento cartesiano estudantil. Os estudantes urbanos tendem a ser aqueles adaptados ao ensino remoto (Adaptado) e são os que usam computadores (usa_comp). Há de se considerar que, junto a essas relações, os urbanos não compartilham celulares e computadores com outros entes familiares. Essas condições contribuem com a adaptação ao ensino remoto.

Quanto à estudante quilombola (Quilombola), única participante deste grupo étnico-cultural, as relações apresentadas no Grafo Implicativo 9 se constituem sob o índice de implicação 0,60. O não aparecimento de relações implicativas mais fortes (com índices implicativos superiores a 0,60) se deve a presença de apenas uma estudante quilombola no estudo.

Grafo Implicativo 9 — Principais características da estudante quilombola



Fonte: CHIC 7.0 (2014), adaptado para inserção dos índices implicativos através do *Paint 3D*®

Nota: vetor cinza: índice de implicação 0,60.

Verificamos como características, a partir das implicações, que a estudante quilombola gosta de matemática (Gosta_Mat), de química (Gosta_Qui) e de física (Gosta_Fis), mas não gosta de disciplinas na área de humanas (N_Gosta_Hum). Que a autoestima é o principal fator

que gera desmotivação (Desmt_Autoest) e que ela crê na interdisciplinaridade plena, em que não apenas as disciplinas podem ser relacionadas, mas também podem se relacionar com as culturas.

Os resultados dos estudantes, que revelam características culturais e relacionadas às culturas (escolar e extraescolar), devem servir para o planejamento de ações didático-pedagógicas, tanto em nível político e escolar, em que a escola deve utilizar as informações para planejar e orientar o seu funcionamento do ponto de vista do corpo docente, quanto em nível individual, no qual cada professor deverá considerar tais características para atender as demandas dos estudantes.

Em um estudo realizado sobre o ensino remoto, Saraiva, Traversini e Lockmann (2020) tratam dos problemas do método emergencial de ensino na sindemia por Covid-19, como forma de atender à realidade da sociedade:

As escolas necessitam responder aos imperativos da sociedade de aprendizagem e precisam inventar estratégias que consigam transferir seu funcionamento para dentro da casa de estudantes e professores. Assim, as escolas devem orientar seus professores a inventarem essas estratégias, tendo em vista que, como mostra a empiria desta pesquisa, a maior parte de responsabilidade em lidar com essa questão foi delegada aos docentes de modo individualizado. (SARAIVA, TRAVERSINI e LOCKMANN, 2020, p. 17, grifo nosso)

O que os autores afirmam é o que pudemos verificar em nossos estudos. Na prática, o processo de ensino e aprendizagem deve estar intimamente relacionado à realidade e às demandas sociais. Os conhecimentos prévios dos estudantes devem ser compreendidos, a partir do conjunto cultura escolar e das culturas extraescolares. Por isso, a tríade informativa intercultural de Kidman, Yen e Abrams (2013) funcionou tão bem nesta pesquisa, especialmente como base metodológica para estruturar a investigação da realidade estudantil, considerando os conhecimentos prévios escolares e extraescolares.

A aplicação do questionário da tríade informativa intercultural foi muito importante para conhecermos as características culturais de cada discente que, por sua vez, são construídas culturalmente e que influem na aprendizagem escolar, sobretudo no contexto da educação digital em situação intercultural e interdisciplinar, que é nossa proposta. Sobre isso, Vygotsky (1991) afirmou que a história da sociedade na qual a criança se desenvolve e a história pessoal desta criança são fatores cruciais que vão determinar sua forma de pensar.

Sete anos antes da sindemia de Covid-19, Aguilar *et al.* (2013) já investigavam o impacto da cultura digital entre estudantes na escola – geração da cultura digital – em relação aos professores que pertencem à geração cultural analógica. Essa relação cultural que passava por uma transição gradual em nossa sociedade teve uma transição abrupta, em que do dia para a noite, as nossas escolas tiveram que utilizar meios digitais para a educação escolar, já prejudicada pela crise sanitária, pudesse acontecer. Assim, o ensino remoto foi proposto no Brasil. Porém, essa situação também insere um contexto multicultural já característico da cidade de Salgueiro, outra relação, exatamente aquela estudada por Aguilar e colaboradores em 2013, na Espanha, a virtualização da escola se impõe como uma problemática ao mesmo tempo em que pode ser vista como uma oportunidade, em nosso caso de considerar as culturas digital e analógica no processo investigativo, como mais uma forma de interculturalidade.

A tríade informativa intercultural permitiu relacionar as culturas associadas à exigência emergencial do ensino remoto. Ela serve ao professor como meio de pesquisa dos conhecimentos prévios estudantis que não estão centrados apenas no contexto escolar, mas investiga e considera os conceitos extraescolares que eles portam. Em nosso caso, em particular, nos proporcionou conhecer como esses estudantes interagem com uma nova escola, a escola digital. Por isso, nos permitiu traçar, além de planos conceituais científicos e cotidianos, quais os recursos que constituem os meios do ensino remoto que estes estudantes possuíam e como eles os operacionalizam.

A realidade dos estudantes deve ser conhecida e reconhecida pela escola e pelos professores, não apenas os conhecimentos prévios escolares, como também o conhecimento sociocultural e os fatores que impactam a educação digital. A nova modalidade de ensino remoto exige do professor novas práticas de ensino pautadas naquilo que Rabardel (1995) chama de modelo tripolar, em seu trabalho sobre instrumentos e instrumentalização educacional, ao estudar a informática na escola. Existe um meio para a produção do conhecimento que não apenas o professor deve ter e dominá-lo, mas também o estudante.

Rondini, Pedro e Duarte (2020) defendem a importância de o docente refletir criticamente sobre a realidade dos estudantes, seus conhecimentos prévios e a relação entre as TDIC e os objetivos da aprendizagem. Pautados nessas considerações, buscamos utilizar os conhecimentos estudantis para guiar a intervenção didático-pedagógica para a investigação da construção de conceitos científicos, que compõe a nossa quarta etapa investigativa, além de integrá-la às outras partes da pesquisa.

7.4 Parte 4: a construção de conceitos científicos

Após a execução da terceira etapa da pesquisa, as informações colhidas no questionário – pautado na tríade informativa intercultural – nos serviram para planejar a intervenção didático-pedagógica. Como já expresse em outros momentos desta tese, esta etapa de pesquisa sofreu grande transformação frente aos desafios que a pandemia por Covid-19 nos forçou a fazer. Mudar um plano de intervenção didático-pedagógica presencial, pautado exclusivamente no MoMuP-PE, para uma proposta nova que se opunha à realidade do ensino remoto não foi fácil. Precisamos extrapolar os referenciais teóricos e metodológicos para atender aos novos anseios, como o reconhecimento e a inclusão de duas novas culturas além das culturas extraescolares e escolar já previstas: a cultura digital entrou em cena e não podia ser considerada sem a cultura analógica.

O MoMuP-PE foi importante para a criação e planejamento do dispositivo “Na Trilha do Leite”, pois buscamos, a partir dele, a estruturação de uma demanda importante à Educação Multicultural que é a flexibilidade cognitiva para a construção dos conceitos científicos centrados, sobretudo, em uma proposta complexa pela presença marcante da interculturalidade e da interdisciplinaridade.

Este tópico será descrito em duas partes: na primeira, buscamos explicar a concepção do dispositivo “Na Trilha do Leite”, guiando o leitor processualmente, conforme a idealização e a base teórico-metodológica utilizada e uma análise do dispositivo pautada no MoMuP-PE (BRAYNER-LOPES, 2015; SÁ, 2017), na Teoria de Fronteiras Culturais (AIKENHEAD, 1996), na Teoria dos Campos Conceituais (VERGNAUD, 1990) e nos conceitos de instrumento e instrumentalização (RABARDEL, 1995); na segunda parte, apresentamos uma análise da construção de conceitos, pautada na Teoria dos Campos Conceituais (VERGNAUD, 1990) e na sua relação intercultural (ACIOLY-RÉGNIER, 2015).

7.4.1 O dispositivo “Na Trilha do Leite”

O dispositivo “Na Trilha do Leite” foi idealizado de acordo com o MoMuP-PE que serviu como orientação metodológica para pensar o dispositivo didático-pedagógico digital, a partir da problematização de um caso sobre a temática “Consumo de Leite”, depois que o “leite” foi identificado como potencial objeto temático transversal entre as culturas extraescolares e escolar. Assim, apresentamos no Quadro 31, a seguir, a estrutura inicial de planejamento a partir do MoMuP-PE:

Quadro 31 — Planejamento baseado no MoMuP-PE

(continua)

MOMUP-PE	DESCRIÇÃO	OBJETIVO	PLANEJAMENTO METODOLÓGICO DIGITAL
Caso	O leite faz mal?	Conhecer a bioquímica dos carboidratos a partir do leite que se relaciona para aplicar o conteúdo científico no cotidiano.	<p>1. Apresentação da temática do curso “Consumo de Leite”. https://youtu.be/7UNNdbaBdfo</p> <p>2. Apresentação do caso através de animação gráfica e disponibilizado no grupo de <i>WhatsApp</i> do curso. https://youtu.be/cbDpZiz3hZQ</p>
Travessias Temáticas	<p><i>Hiperlinks</i> que disponibilizem vídeos, matérias videográficas e textuais, animações e imagens;</p> <p>Aulas síncronas tematizadas e aplicadas às realidades socioculturais;</p> <p>Interações sociais no dispositivo e nas aulas síncronas</p>	Apresentar o conteúdo científico bioquímico do leite a partir de diferentes perspectivas bioquímicas, genéticas, ecológicas, geográficas, históricas, culturais, zootécnicas, nutricionais, econômicas e em sistemas simbólicos diferentes para além das palavras como imagens, esquemas, animações, vídeos, mapas, desenhos, etc.	<p>1. Hiperlinks de diferentes tipos dispostos estrategicamente ao longo da Trilha do Leite:</p> <p>Mediação Assíncrona (MA) Matéria Escrita (ME) Exposição Artística (EA) Matéria Videográfica (MV) Material Síncrono (MS) <i>Videobook</i> (VB) Autoavaliação (AA)</p> <p>2. Aulas síncronas interdisciplinares e interculturais chamadas de Pistas:</p> <p>1ª Pista: O que é leite? 2ª Pista: Bioquímica do Leite 3ª Pista: Síntese do Leite 4ª Pista: Ecologia Láctea 5ª Pista: Transformação no matulão – o queijo de coalho</p> <p>Arquivos PDF acessíveis no link abaixo: https://drive.google.com/drive/folders/1VQaP4TZ_Pf4Br-df4J1vhnEvu14ZFnQ2?usp=sharing</p> <p>3. Interações sociais síncronas e assíncronas</p>
Minicaseos	Minicaseo 1: O aleitamento interespecífico é	Proporcionar a reflexão visando à articulação dos	Problematizações contextualizadas através de animações:

	<p>possível para um sertanejo intolerante?</p> <p>Minicaso 2: Por que os indígenas sofrem com intolerância à lactose?</p> <p>Minicaso 3: Por que a suplementação de lactase não funcionou com o quilombola?</p> <p>Minicaso 4: Por que o queijo maduro faz menos mal ao intolerante à lactose?</p>	<p>conceitos em problematizações reais e contextualizadas, e a ressignificação conceitual no processo de conceitualização.</p>	<p>Minicaso 1: https://youtu.be/3NdJSqhxfew</p> <p>Minicaso 2: https://youtu.be/puO6uYD_c-k</p> <p>Minicaso 3: https://youtu.be/sjWJgMYzSAk</p> <p>Minicaso 4: https://youtu.be/-fv7wpU5Dpw</p>
Ressignificação do Caso	<p>Cada travessia temática proporcionará processos de ressignificações;</p> <p>Problemáticas dos minicasos ao final do curso;</p> <p>A autoavaliação do discente se relaciona indiretamente com o objetivo do curso.</p>	<p>Atender à conceitualização a partir da construção de conceitos pautados entre sistemas simbólicos escolares e extraescolares.</p>	<p>A ressignificação do caso se dará através de processos dinâmicos de conceitualização onde o desenvolvimento do conhecimento se dará em momentos individuais através da interação com o dispositivo e em momentos de interações sociais durante o curso e ao final com a exposição dos minicasos.</p>

Fonte: autoria própria

Após a apresentação da estrutura da trilha, conforme o MoMuP-PE, relatamos que o dispositivo conta com cinquenta e três (53) *hiperlinks*, em que os seus elementos ativos se distribuem em diferentes categorias tipológicas e em sistemas simbólicos diferentes, como é possível observar no Quadro 32:

Quadro 32 — Categorização e quantitativo dos elementos ativos do dispositivo

TIPO	ELEMENTO	Nº
Informativo textual	Matéria Escrita (ME): matéria jornalística ou educacional predominantemente textual.	16

(continua)

Informativo videográfico	Matéria Videográfica (MV): matéria jornalística ou educativa em vídeo.	10
Informativo multiletrado	Exposição Artística (EA): exposição virtual de quadros, história e cultura da produção de queijos italianos disponíveis no <i>Google Art</i> ® e que mesclam elementos textuais e não textuais: imagéticos.	5
	Material Síncrono (MS): arquivo PDF das lâminas das aulas em <i>PowerPoint</i> ® que combina representações textuais e não textuais dos tipos imagéticos, esquemas, figuras, fotografias, microscopia, modelizações bioquímicas e biológicas microscópicas (organelas, células, tecidos e sistemas fisiológicos).	5
	<i>Videobook</i> (VB): vídeo seriado (quatro episódios) construído a partir de vídeos e animações tridimensionais, processuais e educacionais disponíveis no <i>YouTube</i> ® e livres para utilização, conforme o direito flexível de uso videográfico e conforme a licença de uso e modificação instruída por <i>License Creative Commons</i> .	4
Mediação	Mediação Assíncrona (MA): processos de mediação induzidos no dispositivo que orientam os estudantes quanto às atividades a serem desenvolvidas no dispositivo, sem a atuação direta do professor. Estão dispostos através de textos, esquemas, sistemas simbólicos por cores e figuras distribuídas no dispositivo não são <i>hiperlinks</i> .	9
Metacognitivo	Autoavaliação (AA): processo de indução à consciência através da autorreflexão sobre o próprio desempenho durante o curso e sobre a metodologia de curso que foi planejada e aplicada.	2
Materialização	Verificação de Aprendizagem (VA): materialização da conceitualização através de diferentes maneiras de produção (textual, desenho, esquema, áudio e figuras) em consideração às possíveis diferenças culturais de produção do conhecimento entre indígenas, sertanejos, quilombola e urbanos. Está distribuída em associação às aulas síncronas, aos <i>videobooks</i> e como atividade final através de minicasos contextualizados às culturas.	11
Interacionismo	Processos Interacionais (PI): interação interpessoal digital no dispositivo através dos balões que disponibilizam <i>hiperlinks</i> interdisciplinares e interculturais. Cada balão funciona como um pequeno <i>blog</i> em que os estudantes interagem entre si e expõem suas impressões e compreensões sobre o conteúdo.	29

Fonte: Autoria própria

No Quadro 33, o inventário do dispositivo com a descrição dos elementos ativos e seus *hiperlinks*, de acordo com a localização de cada elemento na “Trilha do Leite”. A descrição segue a sequência didática planejada para o curso no dispositivo.

Quadro 33 — Inventário de elementos ativos e localização na Trilha do Leite

PERCURSO	CONTEÚDO/HIPERLINK (H)
Europa	<p>Apresentação do curso (MA1): vídeo introdutório, plano de curso e orientações gerais. <i>H1:</i> https://www.dropbox.com/sh/hivjslwh580gchd/AADEtnT1oIcuXISCsHJ-XIvTa?dl=0</p> <p>Treinamento prático: exploração dos balões europeus. Balões: Matéria jornalística escrita (ME1): história do consumo de leite através do tártaro em dentes de fossilizados. <i>H2:</i> https://www.correiobraziliense.com.br/ciencia-e-saude/2021/09/amp/4949752-idade-do-bronze-grande-imigracao-e-ligada-a-ingestao-de-leite.html</p> <p>Exposição artística (EA1): a história, produção e características do queijo italiano Quartirollo Lombardo. <i>H3:</i> https://artsandculture.google.com/exhibit/quartirollo-lombardo/gQezdvpq?hl=pt-BR</p> <p>Exposição artística (EA2): a história, produção e características do queijo italiano Mozzarella de Búfala. <i>H4:</i> https://artsandculture.google.com/exhibit/mozzarella-di-bufala-campana/gOenNbRj?hl=pt-BR</p> <p>Exposição artística (EA3): a história, produção e características do queijo misto italiano Robiola di Roccaverano. <i>H5:</i> https://artsandculture.google.com/exhibit/robiola-di-roccaverano/gOd_e2gM?hl=pt-BR</p> <p>Exposição artística (EA4): a história, produção e características do queijo de ovelha italiano Pecorino Romano. <i>H6:</i> https://artsandculture.google.com/exhibit/pecorino-romano/gOe-L-BB?hl=pt-BR</p> <p>Exposição artística (EA5): pinturas sobre a agropecuária europeia do século XV ao XX. <i>H7:</i> https://artsandculture.google.com/usergallery/dgLCDiCmDzc7JA?hl=pt-BR</p> <p>Matéria jornalística escrita (ME2): qual o animal tem o leite mais nutritivo. <i>H8:</i> https://super.abril.com.br/mundo-estranho/qual-animal-tem-o-leite-mais-nutritivo/</p> <p>Vídeo educativo (VE1): a história do consumo de leite. <i>H9:</i> https://www.youtube.com/watch?v=4pLKBaLUWLI</p>
Casa 1	<p>Material didático (lâminas do <i>Powerpoint</i>®) (MD1): 1ª Pista – o que é leite? <i>H10:</i> https://www.dropbox.com/s/4va3fju8hgnyr1q/NA%20TRILHA%20DO%20LEITE%20-%201a%20Pista%20-%20O%20que%20%C3%A9%20o%20leite.pptx?dl=0</p> <p>Atividade de verificação da aprendizagem (VA1): exercício com dez questões de múltipla escolha no <i>Kahoot</i>®. <i>H11:</i> https://kahoot.it/challenge/03946530?challenge-id=1557b782-f1f4-41f5-85fd-7e1e8d2a39f7_1640794159265</p>
Casas 2 a 5	<p>CASA 2 Orientação para acesso dos balões do Norte da África e do Oriente Médio Matéria escrita educacional (ME3): a geografia e biologia do deserto do Saara. <i>H12:</i> https://www.todamateria.com.br/deserto-do-saara/ Vídeo educacional (VE1): a história e cultura dos povos do Norte da África.</p>

	<p><i>H13:</i> https://www.youtube.com/watch?v=2vyV5dOEryg Matéria escrita educacional (ME4): a geografia, história e cultura no Oriente Médio. <i>H14:</i> https://brasile scola.uol.com.br/geografia/oriente-medio.htm</p> <p>CASA 3 Videobook “Na Trilha do Leite” (VB1): primeiro episódio – Fotossíntese – o leite começa na planta. <i>H15:</i> https://youtu.be/cx31Y47Efxw Atividade de verificação da aprendizagem (VA2): sobre o videobook com produção livre (texto, esquema, desenho, áudio, etc.) disponibilizado no grupo de WhatsApp®.</p> <p>CASA 4 Orientação (MA2) para acessar os balões do continente africano da região central ao sul. Matéria jornalística videográfica (MV1): a produção de leite no Quênia. <i>H16:</i> https://www.youtube.com/watch?v=-OPvqj-fBBw Matéria escrita educacional (ME5): a Floresta Equatorial Africana no Congo. <i>H17:</i> https://www.todamateria.com.br/floresta-equatorial/ Matéria jornalística videográfica (MV2): a Floresta Equatorial do Congo e sua biologia e aspectos socioculturais (vídeo). <i>H18:</i> https://www.youtube.com/watch?v=8sU8N5m3220 Matéria jornalística textual (ME6): a história da cultura do consumo de leite na África Central <i>H19:</i> https://aventurasnahistoria.uol.com.br/noticias/historia-hoje/africanos-ja-bebiam-leite-ha-5-mil-anos-revela-estudo.phtml Matéria jornalística escrita (ME7): o mercado do leite de jumenta. <i>H20:</i> https://www.youtube.com/watch?v=DxA7Z0cRnpQ&t=7s Matéria jornalística escrita (ME8): o mercado de leite de vaca na África. <i>H21:</i> https://www.milkpoint.com.br/noticias-e-mercado/giro-noticias/africa-entra-no-mapa-das-multinacionais-de-lacteos-102653n.aspx Vídeo educacional (VE2): as savanas africanas. <i>H22:</i> https://www.youtube.com/watch?v=IglfnoUjsF0</p> <p>CASA 5 Orientação para autoavaliação e avaliação do curso (MA3). Autoavaliação e avaliação do curso (AA1). <i>H23:</i> https://forms.gle/UWWuciJCEovj39jXA</p>
Casas 6 a 8	<p>CASA 6 Material didático (lâminas Powerpoint®) (MD2): 2ª Pista – Bioquímica do leite <i>H24:</i> https://www.dropbox.com/s/ksr959w1zb7x92d/2%C2%AA%20pista%20-%20Bioqu%C3%ADmica%20do%20leite.pdf?dl=0 Atividade de verificação de aprendizagem (VA3): dez questões de múltipla escolha sobre bioquímica do leite com Kahoot®. <i>H25:</i> https://kahoot.it/challenge/0692075</p> <p>CASA 7 Orientação (MA4) para acessar os balões dispostos no oceano. Matéria jornalística escrita (ME9): a história do boi voador no Recife. <i>H26:</i></p>

	<p>https://jc.ne10.uol.com.br/pernambuco/2020/03/5602045-o-boi-voador-volta-aos-ceus-no-aniversario-do-recife--no-domingo--15.html</p> <p>Vídeo educacional (VE3): trecho do filme a Batalha dos Guararapes onde Maurício de Nassau planeja o Boi Voador. H27: https://www.youtube.com/watch?v=eVZJqts9iG0</p> <p>Matéria jornalística escrita (ME10): navio cargueiro naufraga com 5.800 vacas. H28: https://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/boi/267879-nova-zelandia-navio-com-5800-bovinos-afunda-por-mau-tempo-pais-interrompe-embarque-de-gado-vivo.html#.YERuu2hKjIU</p> <p>Matéria jornalística videográfica (MV3): navio cargueiro naufraga com 5.800 vacas. H29: https://www.youtube.com/watch?v=VRqV8MJK4r8</p> <p>Vídeo educacional (VE4): a colonização do oeste norte-americano. H30: https://www.youtube.com/watch?v=ATD0AYGUxuM</p> <p>Matéria educacional escrita (ME11): a floresta tropical da América Central. H31: https://www.todamateria.com.br/floresta-tropical/</p> <p>Matéria educacional escrita (ME12): a floresta amazônica. H32: https://www.todamateria.com.br/floresta-amazonica/</p> <p>Matéria jornalística escrita (ME13): a maior população de bubalinos do Brasil e a diferença entre os leites de vaca e de búfala. H33: https://tecnologianocampo.com.br/bufalos/</p> <p>Matéria educacional escrita (ME14): a domesticação da lhama e o consumo do leite de lhama nos Andes. H34: https://brasile scola.uol.com.br/animais/lhama.htm</p> <p>Matéria educacional escrita (ME15): as raças de caprinos do Nordeste brasileiro. H35: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_sisal/arvore/CONT000fckh7u3u02wx5eo0a2ndxyt4usmh5.html</p> <p>Vídeo educacional (VE5): o deserto do Atacama no Chile. H36: https://www.youtube.com/watch?v=AJCfb2SRsq8</p> <p>Matéria jornalística escrita (ME16): o cerrado e sua importância biológica e sociocultural na América do Sul. H37: https://ultimosegundo.ig.com.br/ciencia/meioambiente/2019-09-11/cerrado-segundo-maior-bioma-da-america-do-sul-ainda-e-pouco-preservado.html</p> <p>Vídeo educativo (VE6): os camelídeos da Cordilheira dos Andes. H38: https://www.youtube.com/watch?v=Ir7vfVAMRME</p> <p>Vídeo educativo (VE7): características geográficas e culturais da Terra do Fogo no extremo sul da América do Sul. H39: https://www.youtube.com/watch?v=HfTMqCAFeTM&list=RDCMU CDFmSEv9bygLIJ_4X1HtVWA&start_radio=1&rv=HfTMqCAFeTM&t=49</p> <p>CASA 8 Videobook “Na Trilha do Leite” episódio 2 (VB2): 2ª Pista – Digestão. H40: https://youtu.be/itgb5Ezfzj4M</p> <p>Verificação de aprendizagem (VA4): dez questões de múltipla escolha com Kahoot® sobre o segundo episódio do videobook que fala sobre a digestão da planta nos pré-estômagos da vaca. H41: https://kahoot.it/challenge/008460088</p>
Casas 9 e 10	<p>CASA 9 Material didático (lâminas Powerpoint®) (MD3): 3ª Pista – Síntese do Leite na glândula mamária</p>

	<p><i>H42: https://www.dropbox.com/s/8bq2sk5b99z9068/3%C2%AA%20pista%20-%20S%C3%ADntese%20do%20leite.pdf?dl=0</i></p> <p>CASA 10 Videobook ‘Na Trilha do Leite’ episódio 3 (VB3): 3ª Pista – Digestão e absorção. <i>H43: https://youtu.be/KHLNebWpn1I</i></p>
Casas 11 e 12	<p>CASA 11 Material didático (lâminas Powerpoint®) (MD4): 4ª Pista – Ecologia láctea. <i>H44: https://www.dropbox.com/s/rwpz12wyd4hm55v/4%C2%AA%20Pista%20-%20A%20ecologia%20l%C3%A1ctea.pdf?dl=0</i> Verificação de aprendizagem (VA5): produção sobre questões ecológicas responder sobre “Qual é a relação que pode ser feita entre ecologia, leite e bioquímica?” com produção livre (áudio, escrita, desenho, esquema, etc.) no Padlet. <i>H45: https://padlet.com/faelaquino/c0fddhzu1005ndxp</i></p> <p>CASA 12 Videobook “Na Trilha do Leite” episódio 4 (VB4): 4ª Pista – Síntese do leite. Verificação de aprendizagem (VA6): dez questões de múltipla escolha sobre a síntese de leite na glândula mamária da vaca com Kahoot®. <i>H46: https://kahoot.it/challenge/004045675</i></p>
Casa 13	<p>Material didático (lâminas Powerpoint®) (MD5): 5ª Pista – A transformação do leite no matulão: o queijo de coalho. <i>H47: https://www.dropbox.com/s/5z40yklus2ih8rq/5%C2%AA%20Pista%20-%20Tecnologia%20Bioqu%C3%ADmica%20-%20o%20queijo.pdf?dl=0</i> Verificação de aprendizagem (VA7): responder a questão “O que faz o queijo muçarela de búfala da Itália ser diferente do queijo de coalho brasileiro se ambos são feitos com leite e são resultados de um processo que consiste em coagulação, mistura, prensagem e maturação?”. Resposta livre no Padlet. <i>H48: https://padlet.com/faelaquino/ix1n1mjpk56l15r</i></p>
Nordeste	<p>Orientação (MA5): reflexão para responder a autoavaliação e avaliação do curso. Autoavaliação e avaliação do curso (AA2). <i>H49: https://forms.gle/3gcNXFWu568Zcg2S9</i> Verificação de aprendizagem (VA8): verificação de aprendizagem final em minicasos Minicaso 1: O aleitamento interespecífico é possível para um sertanejo intolerante? <i>H50: https://youtu.be/3NdJSqhxfew</i> Minicaso 2: Por que os indígenas sofrem com intolerância à lactose? <i>H51: https://youtu.be/puO6uYD_c-k</i> Minicaso 3: Por que a suplementação de lactase não funcionou com o quilombola? <i>H52: https://youtu.be/sjWJgMYzSAk</i> Minicaso 4: Por que o queijo maduro faz menos mal ao intolerante à lactose? <i>H53: https://youtu.be/-fv7wpU5Dpw</i></p>

Fonte: autoria própria

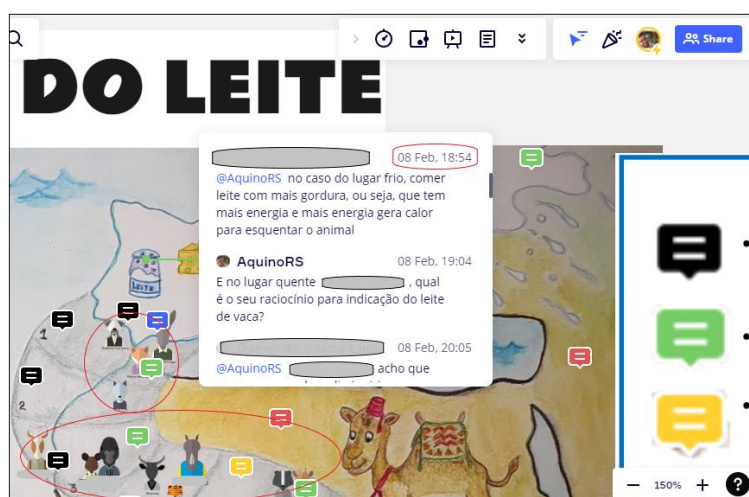
O dispositivo, como já descrito na metodologia, funciona sobre um aplicativo base, o *Miro*®, no qual depositamos a ilustração cartográfica da trilha do leite e sobre o qual instalamos os elementos ativos através de balões coloridos. Sobre esse aplicativo, Hayashi, Almeida e Arakaki (2021) afirmam que foi desenvolvido em 2017 e que os trabalhos sobre a utilização

dessa ferramenta o citavam como ferramenta metodológica, limitando-se à descrição de utilização em experimentos e *workshops*.

Porém, outros autores verificaram a potencialidade de aprendizagem colaborativa que o *Miro*® permite; a exemplo de Rojanarata (2020), Wong-Villacres *et al.* (2020), em trabalhos anteriores à crise sanitária mundial e Brandão *et al.* (2021), Hayashi, Almeida e Arakaki (2021) e Min-Ng *et al.* (2021) que verificaram os potenciais do *Miro*® na educação colaborativa durante a pandemia por Covid-19. Todos os autores destacam grandes contribuições à educação colaborativa digital que a aplicação permite: engajamento digital e função motivacional pela proposição de desafios; interação social diferenciada com experiências digitais síncronas e assíncronas; ausência de identificação pessoal pela possibilidade de uso de avatares e outras representações imagéticas, favorecendo a manutenção da privacidade dos estudantes.

Na Figura 13, podemos verificar um exemplo da interação social que ocorre no dispositivo pela presença dos avatares que são movidos ao longo da trilha durante o curso e, também, ao acessar um balão de cor verde que é o que queremos exemplificar agora. Ao acessar o balão verde, localizado na costa ocidental da Europa, abre-se uma janela que orienta a atividade e disponibiliza um *hiperlink*, bem como os estudantes – após acessarem o *link* – fazem comentários em interação com o professor ou com os colegas. Sem dúvida, o *Miro*® possibilitou interação e contribuiu com a aprendizagem colaborativa que discutiremos no subtópico seguinte.

Figura 13 — Exemplo da interação social verificada no dispositivo didático-pedagógico digital



Fonte: *Miro*® dispositivo didático-pedagógico “Na Trilha do Leite”

Nota: Ao centro a janela de interação contida no balão com comentários estudantis e do professor que interagem entre si. Há um destaque em vermelho na borda superior direita da janela que mostra dia e hora dos comentários. As tarjas cinza servem para cobrir a identificação dos estudantes (nomes). Os círculos vermelhos destacam os avatares posicionados sobre a trilha.

A “Trilha do Leite” foi pensada e materializada sem o devido conhecimento sobre gamificação; porém, vale a pena ressaltar que, a partir do design de um tabuleiro de trilha, estávamos aplicando a gamificação. Deterding *et al.* (2011) afirmou que a gamificação não se refere apenas à criação de um jogo didático, mas também a utilização do *design de games*, como foi o nosso caso. Os autores definem *design de gamificação* como a estratégia mais provável de projetar experiências de jogo, pautadas em elementos do *design de jogos*. De acordo com Deterding *et al.* (2011), fizemos uma análise da proposta didático-pedagógica digital e identificamos diversas relações da proposta com a gamificação que são apresentadas no Quadro 34:

Quadro 34 — Relação da Trilha do Leite com a Gamificação

CATEGORIAS	CARACTERÍSTICAS	APLICAÇÃO
Componentes de jogo	Avatares	Identificação dos estudantes
	Realizações	Atividades cumpridas processualmente
	Representações virtuais dos resultados	Posicionamento dos avatares e comentários
	Investigação ou exploração do ambiente gamificado	A diversidade em torno do tema conduz à investigação e curiosidade
	Gráfico social	Extensão do círculo social de Salgueiro
Dinâmica	Construções do percurso	Embora seja uma trilha, a rigidez do percurso representa a sequência didático-pedagógica, mas o dispositivo favorece a flexibilidade cognitiva pela diversidade da temática conceitual.
	Narrativa	Existe uma história em torno do leite.
	Progressão	A progressão é feita com o cumprimento das atividades e é verificada com o posicionamento dos avatares.
	Relacionamento	Existe interação social no dispositivo entre estudantes e destes com o professor.
Mecânica de Games	Desafios	Objetivos propostos servem para mobilizar.
	Cooperação	Dá-se através da interação social.
	Feedback	A partir da observação do professor quanto aos comentários feitos nos balões, quanto às atividades propostas na trilha e em relação ao posicionamento dos avatares, permitindo ao professor identificar o progresso individual dos estudantes.

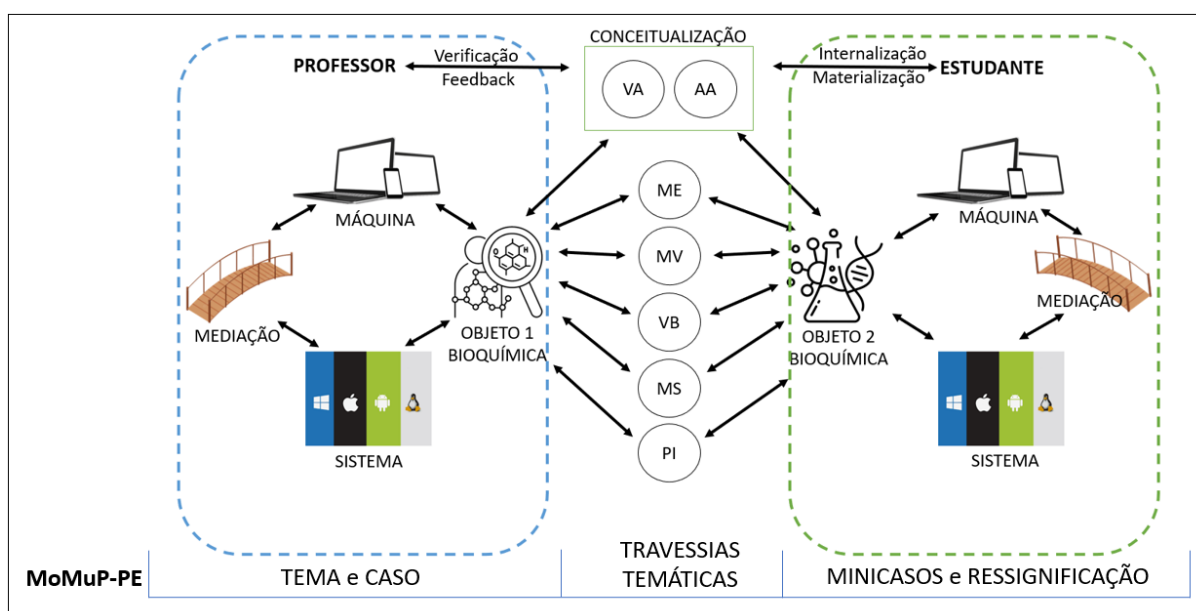
Fonte: autoria própria

A relação feita com a gamificação serve, exclusivamente, para a identificação de atributos comuns e para revelar que o dispositivo, embora tenha sido levemente desenvolvido com atributos de gamificação, não foi feito intencionalmente devido aos desafios impostos pela pandemia por Covid-19. Era preciso pensar rápido em uma solução viável à pesquisa para a substituição do ensino remoto.

Características de gamificação importantes que não estão presentes em nossa proposta: coleções de prêmios e bonificações, desafios individuais e em equipe para passagem de fase, combates, pontuações e placares, dentre outros. Possivelmente, a gamificação – caso fosse identificada enquanto metodologia – pudesse proporcionar ajustes importantes para a observação das interações sociais e para a construção de conceitos com um público culturalmente diverso.

No Esquema 11, apresentamos a estrutura de funcionamento do dispositivo didático-pedagógico digital “Na Trilha do Leite” relacionado com o MoMuP-PE.

Esquema 11 — Estrutura didático-pedagógica do dispositivo "Na Trilha do Leite" relacionada ao MoMuP-PE



Fonte: autoria própria construído com *PowerPoint® 2010* e *Paint 3D®*

Nota: VA, Verificação de Aprendizagem; AA, Autoavaliação; ME, Matéria Escrita; MV, Matéria Videográfica; VB, *Videobook*; MS, Material Síncrono; PI, Processos Interacionais. Essas siglas foram descritas no quadro 32.

No esquema, vemos a descrição do processo de educação digital possibilitado pelo dispositivo. Identificamos no campo pontilhado azul, à esquerda, a representação da ação do professor nesse processo, ao centro os elementos didático-pedagógicos planejados e presentes

na proposta educativa e, por fim, à direita vemos o campo pontilhado de cor verde que representa a ação do estudante.

O professor propõe a ação didática do curso, sob a interação com a máquina (notebook, celular ou tablete) e busca a mediação do objeto (1), que é uma determinada conceitualização bioquímica. Essa mediação ocorre via sistema operacional, aplicativos didáticos (*Miro*® e outros) e a Internet, sob o comando inicial do professor.

Os elementos didáticos pedagógicos – representados pelos círculos identificados por siglas na região central da figura – agem unindo professor e estudante, sendo operado por uma mediação síncrona, com atuação direta do professor, e assíncrona, através da ação do estudante sobre o sistema operacional e a máquina. Por conta da mediação síncrona e assíncrona, ela está representada no processo interacional entre o ser humano, a máquina e o objeto científico nos dois campos de ação humana: o docente e o estudante.

É no campo de interação humano-docente que estará posicionada a exposição do tema e, também, do caso com a mediação reflexiva posicionada sobre os sistemas conceituais já construídos pelos estudantes. Essa ação reflexiva sobre o tema e o caso é feita através da mediação docente que orienta – via dispositivo digital educacional – a conceitualização escolar pela consideração dos sistemas conceituais cotidianos dos estudantes.

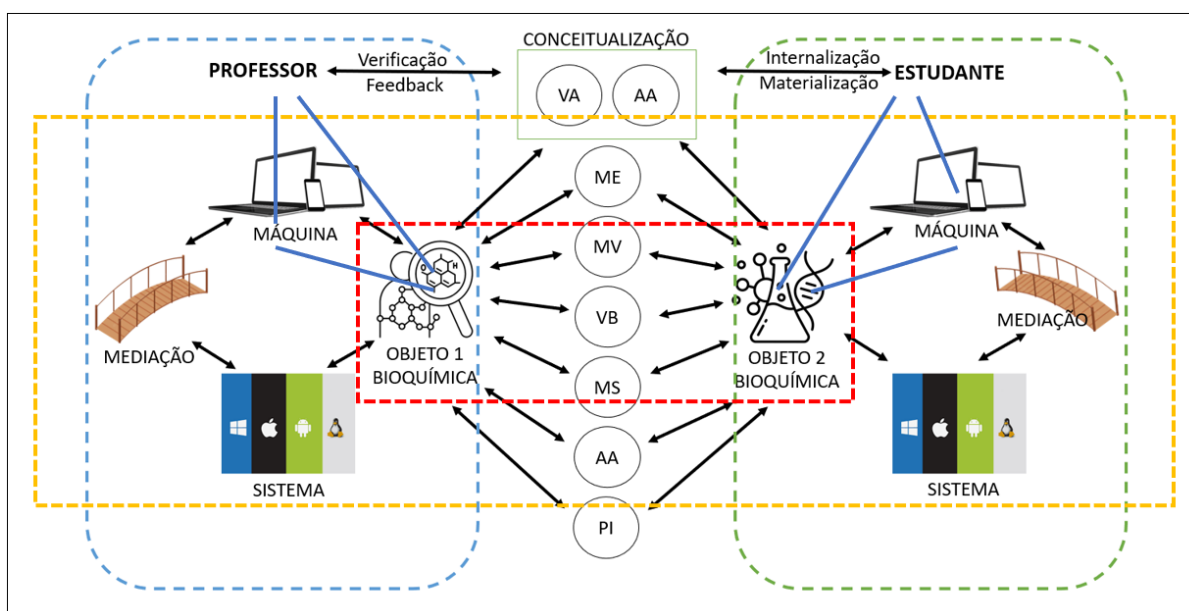
Mas os elementos didático-pedagógicos propostos desempenharam um papel importante na diversificação dos campos conceituais, nas suas representações e nos sistemas simbólicos. Essa diversificação é para o MoMuP-PE a travessia temática. Ela possibilitou aos estudantes a ampliação dos campos conceituais e reconstrução de conceitos científicos. Essa reconstrução de um conceito científico anterior, no MoMuP-PE, é feita por problematizações derivadas do caso, chamadas de minicasos e que são responsáveis pela plurissignificação do conceito inicial problematizado no caso.

Na porção superior do esquema, verificam-se setas entre o estudante, os elementos de conceitualização e o professor. Essa relação apresenta o processo de conceitualização a partir da internalização dos símbolos e significantes que promovem novos significados, construindo os processos de autorreflexão no sentido metacognitivo propostos no dispositivo. O conhecimento em nível psicológico é construído pela interação interpessoal dos estudantes, através do dispositivo e do acesso aos demais elementos didático-pedagógicos que apresentam novas perspectivas de conhecer o conceito bioquímico, isto é, através do leite favorecem a materialização do conhecimento construído e apresentado nas verificações de aprendizagem.

As verificações de aprendizagem fornecem ao professor elementos de análise da construção do conhecimento, possibilitando a mediação da conceitualização através de feedbacks assíncronos (quando responde aos estudantes nos balões) ou síncronos (quando a partir das verificações o professor reporta o estudante diretamente na aula síncrona ou através do grupo do WhatsApp® do curso). No esquema anterior (11), é possível observar que os objetos científicos da bioquímica são diferenciados em Objeto 1 e Objeto 2, em que as representações simbólicas e imagéticas também são diferentes e representam a reconstrução conceitual por parte dos estudantes, como influência das diversas travessias temáticas (MoMuP-PE) ou, também, seguindo o aporte dos campos conceituais a conceitualização induzida pelas relações com os diferentes sistemas simbólicos e de seus significantes.

Devido à proposta ser uma organização de educação digital, é obrigatória uma análise pautada em instrumentos e na instrumentalização de Rabardel (1995) e na relação do modelo tripolar. Por isso, identificamos, na estrutura do dispositivo, as relações com Rabardel (1995) que são apresentadas no Esquema 12.

Esquema 12 — Relações do dispositivo com Rabardel (1995)



Fonte: autoria própria, construído com *PowerPoint*® 2010 e *Paint*® 3d

Nota: VA, Verificação de Aprendizagem; AA, Autoavaliação; ME, Matéria Escrita; MV, Matéria, Videográfica; VB, *Videobook*; MS, Material Síncrono; PI, Processos Interacionais.

Rabardel (1995) – ao estudar acerca do instrumento e da instrumentalização nas atividades humanas, das quais se destaca a educacional e a psicológica – defende a visão antropocêntrica, em vez da tecnocêntrica, pois os instrumentos e suas instrumentalizações têm

funcionalidade e significado a partir do ser humano e das suas atividades e não na máquina em si. A “Trilha do Leite” apresenta uma estruturação transformativa que tem uma intencionalidade e objetivo didático e social.

A visão de Rabardel atravessa o sistema e sua estrutura transversalmente em diferentes perspectivas analíticas. No retângulo amarelo, percebemos a estrutura do modelo tripolar humano-máquina-objeto e que está identificado através das linhas triangulares azuis. A máquina, também chamada por Rabardel (1995) de instrumento, é o meio pelo qual permite as interações sujeito-objeto, em que podemos verificar as representações das mediações do processo de ensino-aprendizagem feitas pela máquina no momento assíncrono. O retângulo vermelho do esquema destaca o processo de ressignificação ou transformação do objeto (conteúdo científico) como ação proposta pela instrumentalização da ação educativa, através do uso estratégico dos instrumentos ou artefatos (*notebooks, smartphones, Internet, aplicativos e sites*) em prol de um objetivo. A estruturação do dispositivo é feita a partir do agrupamento de artefatos, compondo esquemas em uma organização mais complexa que a “Trilha do Leite”. Rabardel (1995) afirma que um instrumento pode compor duas perspectivas:

Um artefato material ou simbólico produzido pelo utilizador ou por outros; um ou mais esquemas de utilização associados resultando em uma construção própria ou da apropriação de esquemas sociais pré-existentes. Sobre esta conceitualização não apenas o artefato que está associado, e associável, pelo sujeito à sua ação através da execução da tarefa, ele é também os esquemas de utilização. Juntos, artefatos e esquemas, constituem o instrumento que pode ser inserido pelo sujeito em sua própria ação enquanto componente funcional de determinada ação. (RABARDEL, 1995, p. 4).

Assim, o dispositivo “Na Trilha do Leite” se enquadra como instrumento composto por artefato associados a esquemas de utilização que, de maneira complexa, associam aplicativos, *hiperlinks* de vídeos, textos, animações, exposições de arte e de atividades escolares que, por sua vez, fundamentam as atividades escolares do professor e de estudantes no processo de ensino e de aprendizagem. A produção instrumental é, segundo Rabardel (1995, p. 5), resultado de dois processos:

os processos de instrumentalização que são dirigidos através do artefato: seleção, reagrupamento e instituições de funções, desvios, atribuições de propriedades, transformação do artefato, da sua estrutura, de seu funcionamento etc. até a produção integral do artefato pelo sujeito; os processos de instrumentação são relativos ao sujeito: à emergência e à evolução dos esquemas de utilização e da ação instrumentalizada: sua constituição, sua evolução para acomodação, coordenação, e assimilação recíproca, a assimilação dos artefatos novos aos esquemas já constituídos etc. (RABARDEL, 1995, p. 5).

Esses processos foram aplicados no desenvolvimento do dispositivo “Na Trilha do Leite” (o nosso artefato) que pode, ainda, ser definido como de estruturação ativa, visto que ele, neste caso, tem o conhecimento de operador e visa modificar o conhecimento do sujeito-operador (estudante), influenciando a sua atividade, até mesmo para transformar o próprio homem (RABARDEL, 1995, p. 6).

Entre os conceitos interessantes destacados por Rabardel (1995, p. 20), observamos as cinco principais características da abordagem antropocêntrica das tecnologias de produção: (1) o fato de se basear sobre as competências existentes dos utilizadores e buscar desenvolvê-las; (2) busca aumentar o grau de liberdade deixando os operadores livres para definir o seu próprio objetivo e atividades de trabalho; (3) a busca pela redução da divisão do trabalho; (4) visa facilitar a comunicação social (formal e informal) entre os operadores; (5) e de maneira geral deve objetivar o desenvolvimento de ambientes de trabalho mais compatíveis com a saúde, a segurança e eficácia do trabalho.

Refletindo sobre esses cinco pontos comuns à abordagem tecnológica antropocêntrica, percebemos elementos interessantes e congruentes com o nosso objetivo de pesquisa: (1) desenvolver competências nos utilizadores, os estudantes, a partir do que eles já possuem em relação ao aprendizado de bioquímica; (2) promover flexibilidade cognitiva contribuindo com a conceitualização individualizada, pautada na experiência que cada estudante carrega e, também, naquela construída na interação com o dispositivo e com a flexibilidade operacional, sendo possível efetuar as atividades no tempo peculiar a cada estudante (assíncrona); (3) está pautada na integralização de atividades e de conceitos diferentes, opondo-se ao reducionismo e se aproximando do pensamento complexo; (4) promover o engajamento e interação social através de experiências comunicacionais diversas; (5) a compatibilidade com a saúde e a seguridade das atividades parece ter sido uma previsão eficiente sobre o momento sindêmico, e a eficácia do trabalho pode ser compreendida pela preocupação em equalizar os processos de ensino e aprendizagem disformes no ensino remoto.

Essas considerações de Rabardel (1995) sobre a visão tecnológica antropocêntrica se relaciona com outros princípios teóricos adotados por nós, por exemplo, a flexibilidade cognitiva é uma marca do MoMuP-PE, bem como a transformação do conhecimento pela instrumentalização educacional. A “Trilha do Leite” atende aos preceitos de reconstrução reflexiva e orientada do caso também no MoMuP-PE que, para a teoria dos campos conceituais, seria o processo de conceitualização a partir de significantes, significados e situações distintas.

Tanto a flexibilidade operacional e cognitiva como a oposição à prática reducionista posicionam a visão tecnológica antropocêntrica atrelada ao pensamento complexo e ao paradigma da complexidade (MORIN, 2003).

Outra perspectiva interessante do dispositivo didático-pedagógico é a aplicação de multiletramentos que enraíza toda a sua estrutura digital até a consideração do letramento de maior habilidade aos estudantes durante as atividades. Para Rojo (2017), o multiletramento promove uma aprendizagem ensejada por projetos de trabalho com objetivo específico, muitas vezes, colaborativo e com a essência transdisciplinar.

A transdisciplinaridade presente no dispositivo é fruto da consideração do paradigma da complexidade. O multiletramento contribuiu com o arcabouço teórico desta pesquisa, visto que se conecta com a emergência de um ensino digital durante a pandemia, com a teoria dos campos conceituais, devido ao conjunto de situações, significantes e significados que buscam o favorecimento da conceitualização (aprendizagem). Constitui-se de linguagem multimodal, pautada na experiência da atividade colaborativa e experiencial, conectada à interculturalidade do contexto escolar.

Rojo (2017) define o multiletramento em perspectiva digital de “pedagogia dos multiletramentos”. Todavia, Cope e Kalantzis (2006) definem o termo como uma pedagogia por design, em que os estudantes precisam se apropriar dos designs digitais disponíveis, ter o conhecimento prático e a competência técnica para ser um “usuário funcional”. Rojo (2017) defende que os estudantes devem ser preparados para ser um leitor crítico desses designs (textos, infográficos, vídeos de diversos tipos, esquemas, imagens estáticas, games etc.).

O dispositivo foi pensado para proporcionar essa diversidade de letramentos e descentralizar o letramento escrito na prática escolar. A escola precisa perceber os demais letramentos da atualidade, das comunidades e sociedades que a compõem. Por exemplo, o ensino remoto – por se constituir comumente como uma extensão da prática tradicional para a tela do computador via videoconferência – não considerava as peculiaridades de multiletramento dos estudantes, portanto, não se constituía intercultural.

Ora, se a prática de transmissão do conhecimento tradicional é basicamente feita de uma geração à outra através da oralidade, há uma grande possibilidade desse tipo de letramento ser mais desenvolvido como habilidade comunicativa e de produção de conhecimento por quilombolas e indígenas. Por mais que a escrita e a leitura sejam importantes, a consideração dos letramentos tradicionais – determinados culturalmente pelos estudantes – deve ser

considerada pela escola. O multiletramento nos foi importante por essa representação de constituição de uma maneira de aplicar a interculturalidade na escola.

Rojo (2017) apresenta o mapa dos multiletramentos (Figura 14) em que podemos verificar que compreende condições e fatores cognitivos e que estão intrinsecamente vinculados às teorias construtivistas por nós consideradas nesse trabalho.

Figura 14 — Mapa dos multiletramentos



Fonte: Adaptado de Rojo (2017)

Através do mapa dos multiletramentos, percebemos que tudo se relaciona com a nossa proposta e fundamentos teóricos, pois a multiliteratura amplia as possibilidades comunicativas pela consideração e pelo uso de símbolos semióticos diferentes que auxiliam a conceitualização e ajudam na compreensão de significados. Grandó (2021) defende que o letramento deve sair da formação do indivíduo e ser direcionado ao envolvimento do sujeito com a comunidade, através dos diferentes modos discursivos naturalizados e sustentados por ela. Assim, destacamos que os discursos são multimodais e a escola não deve tornar exclusivo o letramento verbal escrito e oral, mas também as outras formas de discursos, como os imagéticos, gestuais e os digitais (ROJO, 2017; GRANDÓ, 2021).

Os estudos de Roxane Rojo (2017) e de Roziane Grandó (2021) podem ser relacionados ao ensino de bioquímica, através de diversos trabalhos como o de Silva e Carneiro-Leão (2019)

que, ao aplicar a Gramática de *Design Visual* (GDV) na interpretação de conceitos de bioquímica, ressaltaram a importância de pesquisas que se dediquem a explorar os textos não verbais, o campo semiótico e o letramento visual. Outra pesquisa feita por Costa e Carneiro-Leão (2020), que se ocupou de investigar a produção de sentidos sobre materiais impressos de combate à transmissão não vetorial⁷¹ do Zika vírus em turmas de licenciandos em biologia, defende o letramento multimodal para o ensino de biologia.

O multiletramento não é importante ao nosso estudo apenas pela condição de ensino digital à distância, mas também porque o esforço de abstração que a bioquímica exige necessita de diferentes tipos simbólicos que possibilitem a conceitualização. Essa necessidade decorre de mudanças paradigmáticas distintas: a científica e a de prática docente. Carneiro-Leão, Mayer e Nogueira (2009) já testemunharam que, com a fragmentação excessiva de disciplinas e o isolamento dos conteúdos, torna-se difícil materializar uma compreensão mais holística sobre os fenômenos orgânicos que se encontram em níveis celulares e moleculares. O multiletramento acaba sendo um meio de integração disciplinar, de níveis de interpretação da realidade bioquímica e que se atrela à complexidade por considerar os diferentes sistemas simbólicos que constroem o sentido de um discurso.

Pesquisas diversas apontaram para a preocupação de não fragmentar o conhecimento bioquímico, propondo assim, metodologias didático-pedagógicas emergentes que propiciam o ensino da bioquímica e um aprendizado conceitualmente funcional (CARNEIRO-LEÃO, MAYER, NOGUEIRA, 2009; COUTO, SOUZA, CARNEIRO-LEÃO, 2015; COUTO *et al.*, 2016; SANTOS DE AQUINO *et al.*, 2017; SÁ *et al.* 2018; ANDRADE-MONTEIRO, BRAYNER-LOPES e CARNEIRO-LEÃO, 2019; MOUL, SÁ, CARNEIRO-LEÃO, 2019; SÁ, JÓFILI, CARNEIRO-LEÃO, 2019; SILVA, CARNEIRO-LEÃO, 2019). Esses trabalhos fazem oposição à fragmentação excessiva do conhecimento, de maneira que os autores reconhecem a importância do paradigma cartesiano, posicionando-se contrários ao seu domínio exclusivo nas salas de aula, limitando a aprendizagem e a compreensão da realidade.

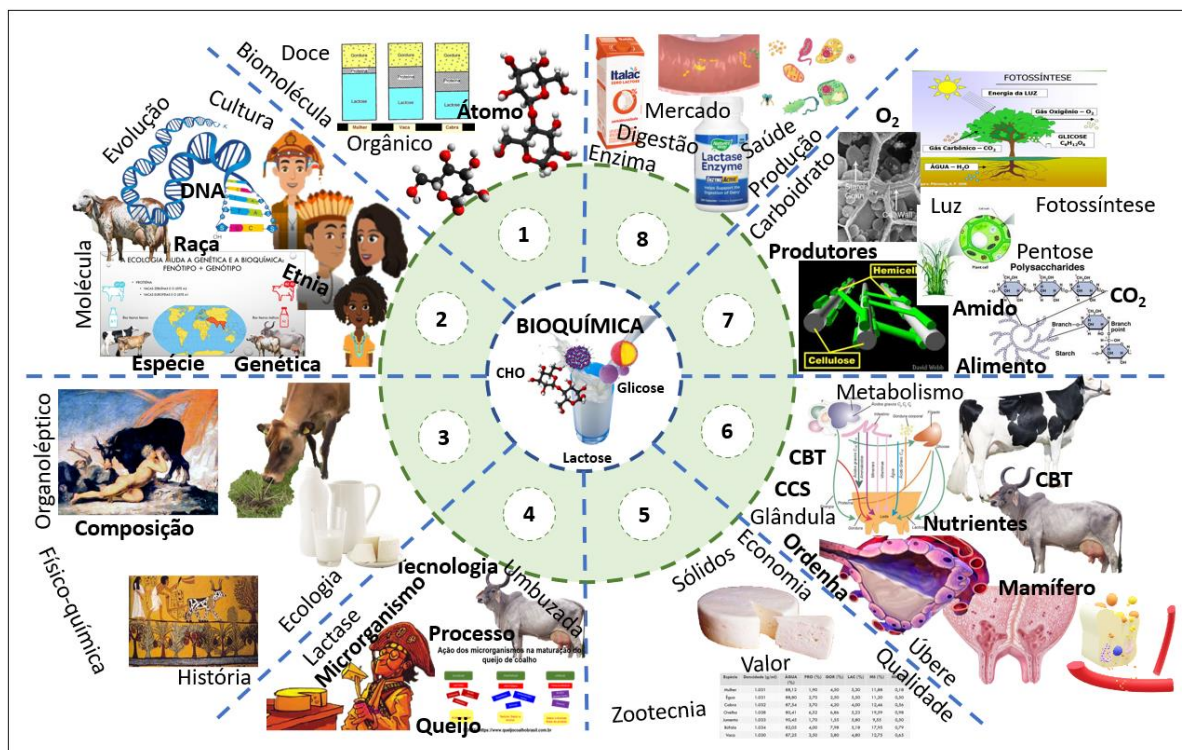
Essa preocupação foi a motivação primordial para o desenvolvimento do MoMuP-PE que se pautou, não apenas na consideração da flexibilidade cognitiva dos estudantes para desconstruir e reconstruir um conceito, mas também na ideia de orientar metodologicamente o professor em uma abordagem didática não-tradicional. Na área do ensino da bioquímica isso é

⁷¹ Transmissão que não é causada pelo mosquito *Aedes aegypt*, principal vetor de transmissão de doenças como dengue, Zika e chicungunha em países tropicais.

muito importante, porque contribui com a compreensão dos conceitos submicroscópicos e microscópicos e com suas relações com o nível macroscópico da realidade.

Uma relação importante do multiletramento com as teorias construtivistas – com destaque à teoria dos campos conceituais (VERGNAUD, 1990) – é que a simbologia dos sistemas de linguagem (não apenas a escrita e falada) constitui-se enquanto básica às duas teorias. Quando analisamos uma situação, um contexto, quando a comunicação é construída, ela se efetiva devido à constituição de significantes e significados que transmitem uma informação, um conhecimento. O dispositivo “Na Trilha do Leite” proporciona a valorização de situações diversas em torno da temática “leite”, em que a bioquímica integra as situações de maneiras diferentes. Essa diversidade de exposição e de abordagem da bioquímica, através de situações distintas, favorece a conceitualização. Na Figura 15, podemos verificar uma representação da teoria dos campos conceituais aplicada ao dispositivo.

Figura 15 — Representação da teoria dos campos conceituais aplicada ao dispositivo



Fonte: autoria própria, figura construída através do PowerPoint® 2010 e Paint 3D®

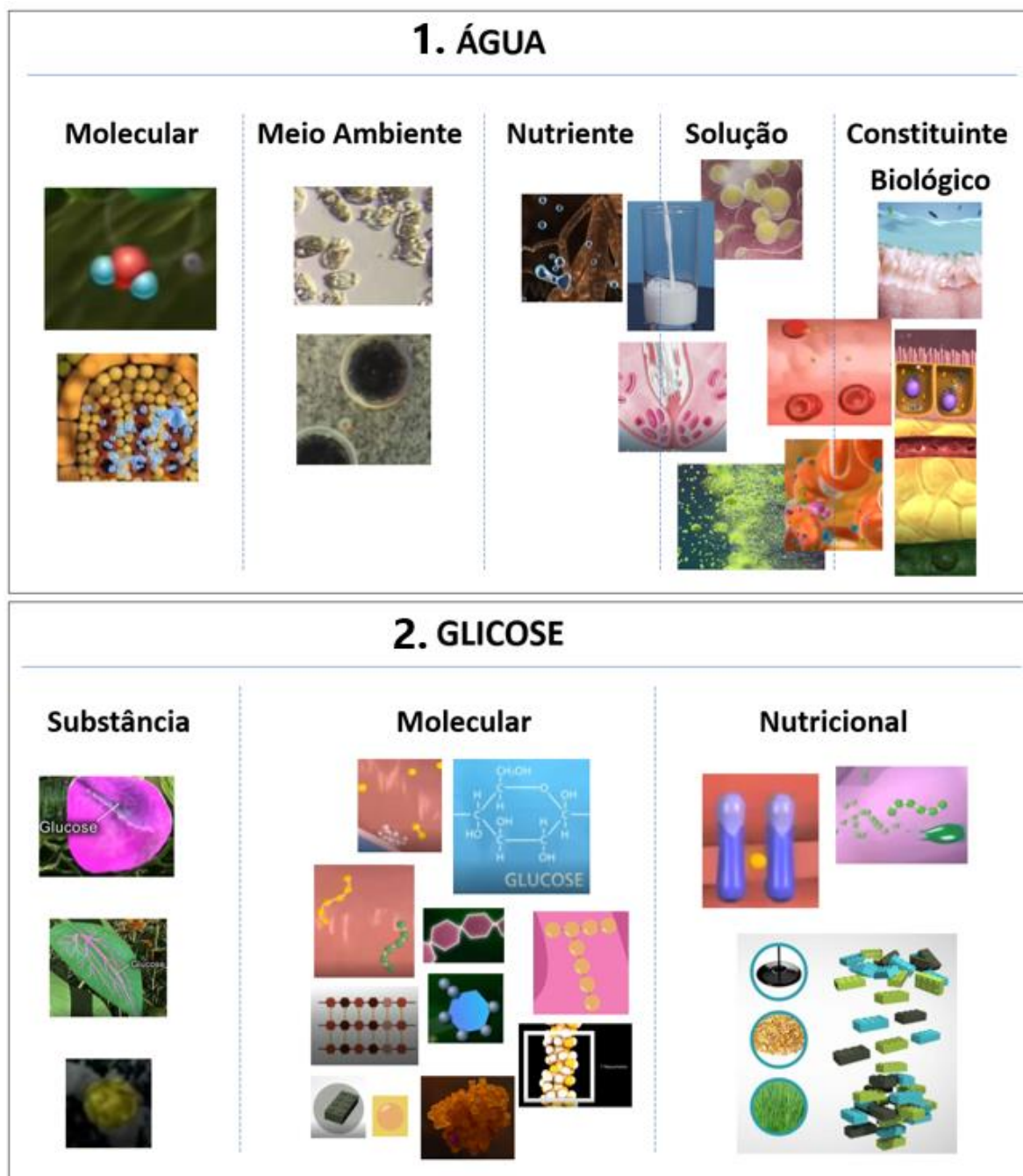
Os números representam situações que partem de um núcleo temático comum, a bioquímica do leite; e se irradiam (cada uma) a um conjunto de significantes e significados específicos, compostos por símbolos textuais e não textuais que são distribuídos em diferentes sistemas de multiletramento (textos, vídeos, figuras, esquemas, quadros, modelos etc.).

Na situação (1), apresentamos a composição química do leite que varia conforme a espécie animal, ela varia, também, em função do tipo de biomoléculas, alimentação da vaca, ecologia, métodos de produção, dentre outros. Na Situação (2), problematiza-se a genética dos animais e as consequentes diferenças na composição bioquímica do leite, bem como o hábito de consumo, a adaptação genética humana quanto à intolerância à lactose. A Situação (3) problematiza a ecologia e suas influências sobre a qualidade do leite e a relação de consumo de leite pelos seres humanos. A Situação (4) reflete condições vinculadas à tecnologia de alimentos que opera sobre o controle do ser humano, aos processos bioquímicos do leite e seus derivados, como o queijo. A Situação (5) aborda questões vinculadas ao mercado econômico do leite e suas relações com a bioquímica do leite. Na Situação (6), a fisiologia é representada para a compreensão da produção do leite nas células da glândula mamária. Já na Situação (7), verificamos as relações entre fotossíntese e o leite de vaca em que, através do consumo dos vegetais (produtores), o animal adquire as biomoléculas necessárias para a síntese do leite. E, por fim, a Situação (8) problematiza outros aspectos da tecnologia de alimentos para a produção de enzimas, suas relações com microrganismos e com os produtos sem lactose.

O dispositivo não se limita a essas situações, tampouco se limitará a essas descrições sumárias de cada situação. Na verdade, essa apresentação serve como ilustração da abordagem complexa do ensino de bioquímica e da importância da aplicação teórica e prática do multiletramento e da teoria dos campos conceituais. A construção do conhecimento é potencializada com a exposição de situações que favorecem o pensamento complexo inter-relacional entre conceitos, tidos de áreas ou disciplinas diferentes, além de favorecer a compreensão de conceitos que exigem alto grau de abstração, por se situarem em domínios submicroscópicos e microscópicos considerados não estruturados.

Para exemplificar a importância do multiletramento e como ela foi utilizada ao longo do curso através dos diversos recursos digitais que o constituíram apresentamos na Figura 16 diferentes significantes não textuais utilizados para representar água e a glicose, quando tais significantes apresentam significados diferentes de acordo com as representações majoritariamente nos níveis micro e submicroscópicos.

Figura 16 — Significantes não textuais da água e da glicose



Fonte: autoria própria. Criado com Paint 3D®

O significante água é representado com significados que remetem a sua constituição química, como meio ambiente para a vida de seres microscópicos como os protozoários, a sua função como solvente, como nutriente e como constituinte biológico. As representações do tipo molecular seguem modelo atômico esférico e representação microscópica no tecido interno da folha vegetal.

Como meio de vida de microrganismos tais quais os protozoários que vivem no fluido ruminal, no interior do rúmen⁷² da vaca e que são visualizados por microscopia. A água significando nutriente, quando a planta a absorve através das raízes ou quando compõe alimentos como o leite. Ainda como solvente universal como componente do leite onde solubiliza biomoléculas (proteínas, lactose, vitaminas e minerais como o cálcio) ou formando outras soluções biológicas como no quimo⁷³ onde serve de meio para o balanço acidobásico⁷⁴ entre o ácido clorídrico (HCl) e os sais bicarbonatos, ou ainda na composição dos tecidos sanguíneo e linfático. E como constituinte biológico no interior de células e tecidos e órgãos.

Já o significante glicose apresenta como significados substância, molécula e nutriente. Representações que modificam o significado da função, ação ou origem da molécula. A representação da glicose enquanto substância está vinculada aos fluidos vegetais, de cor rosa, contida no parênquima da folha ou do vaso floema, aquele que conduz a seiva elaborada rica em biomoléculas tal qual a glicose. Ou como substância oriunda do processo de digestão ou degradação enzimática no intestino do animal, sendo representada como uma esfera de cor amarela como elemento derivado do amido do milho, que macroscopicamente é amarelo.

As representações moleculares da glicose são feitas desde o uso do letramento químico tradicional escolar, com a indicação dos átomos até as representações geométricas e tridimensionais. A representação química é feita através da identificação das letras relativas aos elementos químicos conforme a tabela periódica e os traços que indicam as ligações atômicas covalentes.

As representações moleculares de ordem geométrica aparecem como esferas, que unidas formam carboidratos complexos⁷⁵. Essas esferas, que representam a glicose, apresentam cores para representar a sua origem, quando advinda do amido do grão de milho, se constitui amarela,

⁷² Rúmen é um compartimento anatômico fermentativo pré-estomacal dos animais ruminantes (aqueles que ruminam o alimento no processo de mastigação, ensalivação, deglutição, regurgitação, remastigação, reensalivação e redeglutição) tais como os animais das espécies bovina, caprina, ovina e camelídea. O rúmen contém produto alimentar nos estados físicos gasoso, sólido e líquido, o líquido é chamado de fluido ruminal e é meio de vida de microrganismos como bactérias, protozoários e leveduras (um tipo de fungo) que têm a função de digerir a fibra vegetal (as folhagens).

⁷³ O quimo é a constituição do volume alimentar junto aos fluidos estomacais, entéricos (intestinais) e pancreáticos recebendo esse nome quando chega na primeira porção do intestino delgado, o duodeno. Antes do intestino, no estômago, esse volume de alimento é chamado de bolo alimentar.

⁷⁴ O balanço acidobásico é o equilíbrio do pH (potencial hidrogeniônico) que se dá entre uma substância ácida, tal qual o HCl (ácido clorídrico) produzido pelo estômago e outra substância básica como os sais bicarbonatos produzidos no pâncreas e depositados no duodeno.

⁷⁵ Os carboidratos são constituídos por monossacarídeos, como a glicose e a frutose, que são também unidades básicas para a formação de moléculas maiores e mais complexas como o amido e a celulose que são formadas por milhares de moléculas de glicose unidas por ligação glicosídica.

e a glicose oriunda da celulose e hemicelulose, constituintes das folhagens, são representadas na cor verde. As representações hexagonais fazem alusão ao formato simétrico da molécula química, a glicose por exemplo, é hexagonal, diferente da frutose que é pentagonal. Há ainda uma outra representação gráfica tridimensional, que apresenta um conglomerado de glicoses: formando a maltose, molécula resultante da digestão do amido e coloração alaranjada indicada por uma representação cristalizada de cor âmbar. Bem como uma estrutura comprida formada por esferas amarelas e brancas, que representam a celulose, mas não sendo possível a visualização total da molécula, mas perfis laterais da sua representação que unidas umas sobre as outras formam a celulose.

Tais significantes são apresentados em situações diferentes que explicam de maneira holística a bioquímica do leite a partir da origem das biomoléculas nos seres autotróficos (as plantas). Buscamos ampliar a percepção dos fenômenos bioquímicos, principalmente na perspectiva de nível celular e molecular.

Com essa exposição tão diversa de situações, significantes e significados, não esperamos que a conceitualização seja maximizada por parte do estudante, mas que sejam possibilitadas as conceitualizações que, no campo da bioquímica, se configuram como processos de memorizações. A bioquímica tem uma imensurável aplicação na vida cotidiana de todos os seres vivos e, por isso, este trabalho visa contribuir com abstrações que conectem conceitos do estado da matéria ou das interações (reações bioquímicas) não visíveis às relações do campo visível e com os significantes culturais extraescolares que os estudantes têm.

Depois dessa exposição, destacamos a afinidade com os demais aportes teóricos em relação ao pensamento crítico, à construção do conhecimento, à sua reconstrução (que para o multiletramento é chamado de transformação) e, tudo isso, associado à experiência do usuário e de suas atividades. Esses mecanismos são favorecidos de maneiras diferentes em cada indivíduo, respeitando as suas constituições culturais e as pontes que as mediações do dispositivo e do professor constroem entre as culturas extraescolares e a escolar.

Aquilo que é transformador e criador de sentidos no multiletramento é a transformação do objeto (conhecimento) para Rabardel (1995); o processo de reconstrução reflexiva e orientada no MoMuP-PE (BRAYNER-LOPES 2018; SÁ, 2019); a conceitualização favorecida pelas situações e seus sistemas de significantes e significados, da teoria dos campos conceituais em diferentes contextos culturais (VERGNAUD, 1990; ACIOLY-RÉGNIER, 2019); ou, ainda, as pontes entre a cultura escolar e cotidiana da teoria de travessia de fronteiras construtivista,

pautada no movimento CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) do Aikenhead (1996, 1997).

O desenvolvimento do conhecimento é um campo científico complexo que se entrelaça entre perspectivas diferentes, mas também complementares. Mesmo que antagônicas, hipoteticamente, contribuirão com para uma melhor compreensão de uma parte da realidade. O principal desafio da ciência se problematiza na escola, através do pensamento complexo que deve ser desenvolvido nos estudantes; especialmente, pela exposição da realidade complexa mediada pelo professor, pelos artefatos de multiliteratura, pela interação social colaborativa, pela base cultural e, por fim, pela relação com o trabalho e suas atividades.

No próximo tópico, apresentaremos as análises da construção de conceito científico, considerando os seguintes pontos de análise: as relações interculturais e suas influências na construção de conceitos cotidianos e escolares (CANDAU e MOREIRA, 2008; SILVA, HALL e WOODWARD, 2014; ACIOLY-RÉGNIER, 2019); a construção de conceito segundo a teoria dos campos conceituais (VERGNAUD, 1990; ACIOLY-RÉGNIER, 2019); a conceitualização específica da bioquímica (COUTO *et al.*, 2017;); identificações relacionadas à teoria de travessia de fronteiras culturais (AIKENHEAD, 1996, 1997 e 2001).

7.4.1.1 Fomentando a construção de conceitos em situação intercultural

Após o atraso de um ano e quatro meses, em que foi gestada uma nova prática que mudava a nossa abordagem do presencial para o digital, a intervenção didático-pedagógica contou com os quatorze estudantes que participaram da investigação intercultural na terceira etapa de pesquisa. De tal modo, o curso foi pensado para esse público.

O curso “Na Trilha do Leite” foi planejado para ser incluído no programa disciplinar de Alimentos e Alimentação, depois, devido ao atraso na finalização do dispositivo, programou-se para ser aplicado em outra disciplina: Produção de Animais Ruminantes. Infelizmente, as disciplinas foram concluídas, alguns estudantes concluíram o EMI Agropecuária, foram trabalhar ou passaram em cursos superiores de Zootecnia, Agronomia e Fisioterapia. Outros reprovaram e continuaram no IFSertãoPE.

Nesse contexto para a aplicação da intervenção didática, foi planejada a oferta do curso de extensão: “Na Trilha do Leite”, certificado pela UFRPE. Todavia, a conclusão do curso de EMI Agropecuária, pelos estudantes, foi outro fator problemático à execução desta etapa da pesquisa, visto que afetou o engajamento deles. Nessa conjuntura, iniciamos o curso em 20 de

janeiro de 2022 e prevíamos o encerramento em 28 de março de 2022, porém, por diversas dificuldades nos encontros síncronos – devido aos afazeres dos estudantes (trabalho e estudo) e imprevistos de saúde e tecnológico do professor – o curso só pôde ser finalizado em 21 de maio de 2022. Dez estudantes acompanharam o curso até o final, mas apenas quatro fizeram a última atividade.

O curso foi estruturado em oito encontros síncronos (videoconferência) que contava com oito ciclos de estudo assíncrono (dispositivo “Na Trilha do Leite”). Cada encontro síncrono estava relacionado com o consequente ciclo de atividades assíncronas. Como podemos verificar no Quadro 35, a seguir:

Quadro 35 — Estrutura do curso "Na Trilha do Leite"

(continua)

ORDEM	MOMENTO SÍNCRONO (2 HORAS)	CICLO ASSÍNCRONO (2 HORAS)
1º	Apresentação da proposta didático-pedagógica: ementa, tabuleiro virtual “Na Trilha do Leite”, ferramentas digitais: <i>Miro®</i> , <i>Google Forms®</i> , <i>Google Art®</i> , <i>Kahoot®</i> , <i>Canva®</i> e <i>Padlet®</i> .	Criar as contas nos aplicativos implicados no curso.
2º	Prática no tabuleiro “Na Trilha do Leite”: construir avatar, acessando balões coloridos, posicionamento geográfico e exploração dos balões da Europa até a Casa 1, conhecimento prévio “sobre o que é leite?”	Continuar a exploração dos balões da Europa.
3º	Primeira Pista - O que é leite? Definições do leite quanto às perspectivas biológicas, bioquímicas, nutricionais, alimentares, sanitárias e microbiológicas, tecnológicas.	Avançar da Casa 1 até a Casa 4
4º	Segunda Pista - A bioquímica do leite: biomoléculas presentes no leite, estrutura molecular das proteínas, lipídeos e carboidratos, diferenças entre o leite de espécies e raças diferentes.	Avançar da Casa 4 até a Casa 6
5º	Terceira Pista - Síntese do leite: anatomia e fisiologia da glândula mamária, fisiologia da síntese do leite, bioquímica sistêmica da síntese das biomoléculas do leite.	Avançar da Casa 6 até a Casa 9
6º	Quarta pista – Ecologia láctea: a relação da bioquímica do leite com a ecologia, o que é a ecologia e como ela influencia nos processos bioquímicos da produção e do consumo do leite, as relações intra e interespecíficas envolvendo o leite, adaptações genéticas oriundas do hábito de ingestão de leite pelos seres humanos, problemas de saúde ocasionados pela ingestão de leite:	Avançar da Casa 9 até a Casa 11

	intolerância à lactose e alergia à proteína do leite.	
7º	Quinta Pista - Tecnologia bioquímica: a história do queijo de coalho, a enzima lactase e o coalho, as influências biológicas e ambientais, o processo de fabricação do queijo de coalho e sua influência na constituição bioquímica do queijo, produção artificial de lactase, leite não-alérgico do tipo A2.	Casa 11 até a Casa 13
8º	Culminância do curso: produção de um mapa conceitual coletivo sobre o caso “O leite faz mal?”	Disponibilização das animações com minicasos contextualizados para auxiliar a reflexão e construção do mapa conceitual coletivo.

Fonte: autoria própria

Neste tópico, abordaremos a compreensão da construção de conceitos sob as seguintes análises teóricas: a interculturalidade; a travessia de fronteiras culturais; a teoria dos campos conceituais e a construção de conceitos em bioquímica.

7.4.2 Interculturalidade

A interculturalidade foi analisada conforme as interações nos momentos assíncronos e síncronos em relação ao tipo de interação, a relação de contextualização e o nível de engajamento.

7.4.2.1 Relações interculturais nos momentos assíncronos

No momento assíncrono, foram consideradas as materializações realizadas nos balões, ou seja, cada balão da “Trilha do leite” funciona como um *blog*. As atividades escolares com foco na diversidade das materializações – feitas quando os estudantes estiveram livres para escolher a forma de produção (texto, áudio, desenho, esquemas, dentre outros) – zelaram pela valorização do multiletramento como fator intercultural.

Na análise interacional, verificamos as menções interpessoais entre estudante e professor (E/P), entre os estudantes (E/E) e postagens sem interações interpessoais (S/I). A relação contextualizada contemplou a materialização da contextualização da vida dos estudantes em seus discursos vinculados às discussões referentes ao conteúdo escolar (C), discursos não contextualizados (N/C) e o nível de contextualização em superficial, quando o estudante apenas cita elementos contextuais; e profundo, quando os elementos contextuais além

de citados são narrados, explicados e relacionados com o conteúdo escolar. Outro ponto de análise foi o engajamento, classificado quanto à intensidade e à qualidade.

A intensidade de engajamento foi classificada em baixo engajamento (B), quando os estudantes apresentaram menos do que 60% da participação dos comentários nos balões (total de 19 balões); e alto engajamento (A), quando participaram comentando em mais de 60% dos balões da “Trilha do Leite”. A qualidade do engajamento foi classificada em trivial (T) quando os estudantes apresentaram preocupação apenas de cumprir a tarefa de comentar; e efetivo (E), quando eles se ocuparam de realizar análises críticas e reflexivas sobre o conteúdo abordado em cada balão. No Quadro 36, é possível observar a distribuição dos tipos interacionais no dispositivo.

Quadro 36 — Interacionismo, relação contextualizada e engajamento nas atividades assíncronas

ESTUDANTES	INTERAÇÃO			CONTEXTUALIZAÇÃO			NÍVEL DE ENGAJAMENTO			
	E/P	E/E	S/I	N/C	C/S	C/P	B	A	T	E
RU1										
RU2										
RU3										
RU4										
RS1										
RS2										
RS3										
RS4										
RS5										
RIA1										
RIA2										
RIT1										
RQ										

Fonte: autoria própria

Nota: Interação Professor-Estudante; E/E: Interação Estudante-Estudante; S/I: Comentário Sem Interação; N/C: Comentário Não Contextualizado; C/P: Relação Intercultural Profunda; C/S: Relação Intercultural Superficial; B: Baixo Engajamento; A: Alto engajamento; T: Engajamento Trivial; E: Engajamento Efetivo.

Analisando o Quadro 36, percebemos que 75% dos estudantes urbanos apresentaram interação estudante-professor (E/P), sempre quando mencionavam o professor nos comentários, fazendo a mediação das discussões. A metade deles demonstrou interação com os colegas quando os nomeavam diretamente nos comentários, e todos fizeram comentários sem interação

interpessoal. Quanto à relação contextualizada, a maioria dos estudantes urbanos fez comentários contextualizados (75%), porém todos foram superficiais, quando, por exemplo, RU2 durante uma discussão sobre o queijo italiano *Roccoverano* (Balão 4 – Exposição *Google Art® Queijo Roccoverano*) e a influência da religião sobre o produto, fez menção à influência da cultura colonial cristã sobre os escravizados brasileiros, mas sem se aprofundar. Outra característica dos estudantes urbanos é que o engajamento medido foi baixo e trivial para todos, eles estiveram, todo o tempo, preocupados com o simples cumprimento da tarefa.

Os estudantes sertanejos apresentaram interação com o professor (40%), com os colegas (20%) e todos fizeram postagens sem interação interpessoal (S/I). Um ponto que chamou a atenção foi, justamente, a baixa relação contextual (40%), todavia percebemos que os mesmos estudantes que realizaram relações contextuais se aprofundaram ao descrevê-las; por exemplo, as estudantes RS3 e RS5 relacionaram a pecuária diversificada e extensiva da Europa do século XVI ao XVIII com a agricultura familiar sertaneja, em que ocorre a produção de animais de espécies e raças diferentes no mesmo espaço produtivo.

Enquanto isso, aqueles que não conseguiram expressar relações contextualizadas estiveram relacionados aos mesmos 60% que realizaram postagens superficiais. Essa mesma relação percentual (60/40) também foi observada quanto ao engajamento dos estudantes: sendo baixo para a participação de grande parcela deles (60%) e alto para 40%. Os mesmos que apresentaram baixo nível de engajamento participaram com comentários de maneira trivial, já aqueles com alto nível de engajamento apresentaram um aproveitamento efetivo (interacional e reflexivo).

Todos os estudantes indígenas e a estudante quilombola interagiram com o professor e com seus colegas, não se limitando ao cumprimento de tarefas com postagens sem interação. Todos eles também realizaram algum tipo de postagem contextual (superficial - C/S e profunda - C/P) e com profunda exposição discursiva sobre os assuntos, por exemplo, quando os estudantes indígenas RIA2, RIT1 e a estudante quilombola RQ – durante a discussão sobre o queijo italiano *Roccoverano* (Balão 4 – Exposição *Google Art® Queijo Roccoverano*) – falaram sobre a influência da religião, enfatizaram a questão espiritual que os animais têm e como isso influencia a alimentação humana. Com isso, é possível identificar uma compreensão da situação diferente daquela do estudante urbano, quando se referiu à influência do poder cristão sobre os povos escravizados, enquanto os povos tradicionais representados nessa turma abordaram uma compreensão espiritual.

É possível identificar que os estudantes indígenas e a estudante quilombola apresentaram maiores relações do conteúdo científico com os conhecimentos tradicionais e, conseqüentemente, com os seus contextos socioculturais. As diferentes situações relacionadas ao leite e as suas diferentes participações nas diversas culturas globais (Europa, África e Brasil) foram relacionadas com as subculturas locais do Sertão de Pernambuco.

7.4.2.2 Interculturalidade nos momentos síncronos

O curso foi constituído de oito momentos síncronos, já descritos no quadro (35). Todavia apresentamos uma descrição da estrutura das lições ministradas por videoconferência e suas relações teóricas no Quadro 37.

Quadro 37 — Descrição das lições síncronas e relações teóricas

(continua)

ORDEM	LIÇÃO	DESCRIÇÃO	OBSERVAÇÕES E RELAÇÕES TEÓRICAS
1 ^a	Apresentação	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação do professor e dos estudantes; • Apresentação do curso; • Apresentação das ferramentas. 	<ul style="list-style-type: none"> • A apresentação pessoal livre; • Sem interação interpessoal; • Paradigma complexo.
2 ^a	Prática Digital	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade prática no <i>Miro</i>® para criação de conta e exploração dos balões da Europa 	<ul style="list-style-type: none"> • Relações interculturais entre as culturas analógica e digital; • Interação professor-estudante.
3 ^a	1 ^a Pista: O que é leite?	<ul style="list-style-type: none"> • Levantamento das concepções prévias sobre leite; • Apresentação dos conceitos de leite; • História e geografia do consumo de leite e domesticação dos animais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Relação multicultural com exposição do conhecimento prévio; • Conceitualização científica; • Inter/Transdisciplinaridade; • Paradigma complexo; • Transição completa entre as perspectivas macro, micro e submicroscópicas; • Interação professor-estudante.
4 ^a	2 ^a Pista: A bioquímica do leite	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação e conceitualização de biomoléculas; • Estrutura química, funções, fontes na natureza; • Influências dos fatores físicos e biológicos (zootécnicos) na bioquímica do leite. 	<ul style="list-style-type: none"> • Relações interculturais feitas pelo professor no processo de mediação do conteúdo científico e aspectos macroscópicos contextuais (raças, plantas, hábitos culturais); • Interdisciplinaridade; • Paradigma sistêmico; • Transição completa entre as perspectivas macro, micro e submicroscópicas;

			<ul style="list-style-type: none"> • Interação professor-estudante.
5 ^a	3 ^a Pista: Síntese do leite	<ul style="list-style-type: none"> • Anatomia e fisiologia da glândula mamária; • Fisiologia da síntese do leite; • Bioquímica da síntese do leite. 	<ul style="list-style-type: none"> • Interdisciplinaridade; • Paradigma complexo; • Transição completa entre as perspectivas macro, micro e submicroscópicas; • Interação professor-estudante.
6 ^a	4 ^a Pista: Ecologia láctea	<ul style="list-style-type: none"> • Relação da bioquímica do leite com a ecologia; • Relações ecológicas do leite e adaptação genética; • Problemas de saúde ocasionados pela ingestão do leite; • Ingestão de leite e relações étnico-culturais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Relações interculturais feitas pelo professor no processo de mediação do conteúdo científico e aspectos macroscópicos contextuais (espécies e raças mamíferas, alimentos e hábitos humanos relacionados à história étnico-cultural); • Inter/Transdisciplinaridade; • Paradigma complexo; • Transição completa entre as perspectivas macro, micro e submicroscópicas; • Interação professor-estudante.
7 ^a	5 ^a Pista: Tecnologia bioquímica	<ul style="list-style-type: none"> • História do queijo de coalho; • Processo de coagulação do leite; • Influências biológicas e ambientais; • Tecnologias do leite: produção de enzima lactase e do leite tipo A2 	<ul style="list-style-type: none"> • Relações interculturais feitas pelo professor no processo de mediação do conteúdo científico e aspectos macroscópicos contextuais (história do vaqueiro nordestino, matulão e o coalho, alimentos e hábitos humanos relacionados à história étnico-cultural do povo sertanejo); • Inter/Transdisciplinaridade; • Paradigma complexo; • Transição completa entre as perspectivas macro, micro e submicroscópicas; • Interação professor-estudante.
8 ^a	Culminância do curso	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Feedback</i> final; • Apresentação das animações contextualizadas e problematizadoras como aporte à produção do esquema conceitual coletivo; • Construção de um esquema conceitual coletivo sobre o caso “O leite faz mal?” 	<ul style="list-style-type: none"> • Inter/Transdisciplinaridade; • Paradigma complexo; • Transição completa entre as perspectivas macro, micro e submicroscópicas; • Interação professor-estudante.

Fonte: autoria própria

As interações interculturais, nos momentos síncronos, estiveram resumidas às ações de mediação do conteúdo científico, especialmente quando o professor relacionava o

conhecimento científico com o conhecimento cultural, promovendo conexões interculturais no processo de ensino. Na prática, as relações interculturais entre os estudantes não aconteceram do ponto de vista comunicativo, visto que essa interação ocorreu, em todos os momentos, entre professor e estudante. Seja quando o docente buscava a interação através de problematizações de maneira generalizada ou específica, nomeando o estudante mais tímido e menos participativo; ou então quando a comunicação ocorria do estudante para o professor, também por meio de problematizações para sanar dúvidas.

Algumas das lições se caracterizam como interdisciplinares e algumas delas, especificamente a terceira, sexta, sétima e oitava transitam entre a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade. As lições foram planejadas para atender ao paradigma da complexidade, o que faz jus as relações interdisciplinares e transdisciplinares presentes.

Canosa e Ruano (2019) conceituam a interdisciplinaridade como uma organização de interdependência sequencial, coordenada por planificações e objetivos intersistêmicos, através de uma metodologia comum que transcende a interface epistemológica das diferentes disciplinas; já a transdisciplinaridade é definida, pelos mesmos autores, como uma interação coordenada entre disciplinas acadêmicas e conhecimentos produzidos pelos sujeitos fora da academia (arte, espiritualidade, saberes ancestrais, etc.), em um processo de aprendizagem recíproca e sem hierarquia para a resolução de determinados problemas complexos. Essas definições refletem a organização das lições descritas no Quadro 37 e vão ao encontro à proposta complexa e intercultural.

As perspectivas da biologia também retratam a complexidade por fazer uso da estrutura cartesiana, interligando as suas partes entre o macroscópico, o microscópico e o submicroscópico sem a valorização exclusiva do reducionismo, em que pudemos integrar as visões de redução específica (macro-micro-submicro), seguida do movimento inverso retornando à generalização (submicro-micro-macro). Bem como, a relação entre diferentes campos conceituais escolares e extraescolares.

7.4.3 Construção de conceitos em bioquímica

A construção de conceitos também será analisada considerando produções referentes aos momentos assíncronos e síncronos.

7.4.3.1 Atividades assíncronas

Quanto às atividades desenvolvidas, começaremos por descrever que o *Kahoot*® foi uma atividade nova para todos os estudantes e que eles não se adaptaram ao método. Houve críticas à música de fundo, ao tempo muito curto para responder (quando se atinge o tempo máximo de 20 segundos para respostas objetivas e até 240 segundos para perguntas abertas). O *Kahoot*® é uma aplicação *online*⁷⁶ destinada à gamificação por competição, que ranqueia os estudantes pelo acerto associado ao menor tempo de resposta. O professor prepara um questionário e disponibiliza o *link* de acesso ao questionário gameficado. Ao final, existe um relatório de acertos e o professor pode dar um *feedback* das respostas. Dos quatorze estudantes, apenas três conseguiram concluir duas atividades do *Kahoot*® disponíveis na “Trilha do Leite”, com apenas 33% de acerto cada um deles.

Na casa (3) da trilha, onde foi disponibilizado o primeiro episódio do videobook (Videobook Na Trilha do Leite – 1ª Pista: a fotossíntese⁷⁷) foi disponibilizado uma atividade de produção livre para que os estudantes ilustrassem como explicar a fotossíntese, como primeira pista para descobrir a trilha do leite. Os estudantes poderiam produzir a atividade de maneira livre, seja escrita, oral ou através de desenhos e esquemas e, posteriormente, deveriam depositar as produções na “Trilha do Leite”, mas eles preferiram depositá-las no grupo do curso no *WhatsApp*®. A modalidade textual foi predominante nas produções estudantis (63%), seguida por produções multimodais que combinam texto e desenhos, do tipo textual ilustrado e esquemas (37%). No Quadro 38, verificamos as características das produções quanto à modalidade das produções (poesia, texto ilustrado, esquema e desenhos), ao nível ou perspectiva biológica (macroscópica, microscópica e submicroscópica) e a abordagem do conteúdo (superficial, intermediária e profunda).

⁷⁶ Link de acesso: <https://kahoot.com>

⁷⁷ Link de acesso ao videobook: <https://youtu.be/cx31Y47Efxw>

Quadro 38 — Análise das produções assíncronas quanto à modalidade, ao nível biológico e a abordagem do conteúdo

ESTUDANTE	MODALIDADE DA PRODUÇÃO				NÍVEL BIOLÓGICO			ABORDAGEM		
	P	T/I	E	D	Ma	Mi	Sm	Sup	Int	Pro
RU2										
RU4										
RS1										
RS2										
RS3										
RS4										
RS5										
RIA1										
RIA2										
RIT1										
RQ										

Fonte: autoria própria

Nota: P: poesia; T/I: texto ilustrado; E: esquema; D: desenho; Ma: macroscópico; Mi: microscópico; Sm: submicroscópico; Sup: superficial; Int: intermediário; Pro: profundo.

É possível verificar que as produções textuais do tipo poesia estiveram restritas à perspectiva biológica macroscópica e à abordagem superficial da fotossíntese. Já as produções que diversificaram as modalidades discursivas em esquemas, desenhos e textos ilustrados transitaram entre os níveis biológicos com abordagens conceituais intermediárias e profundas.

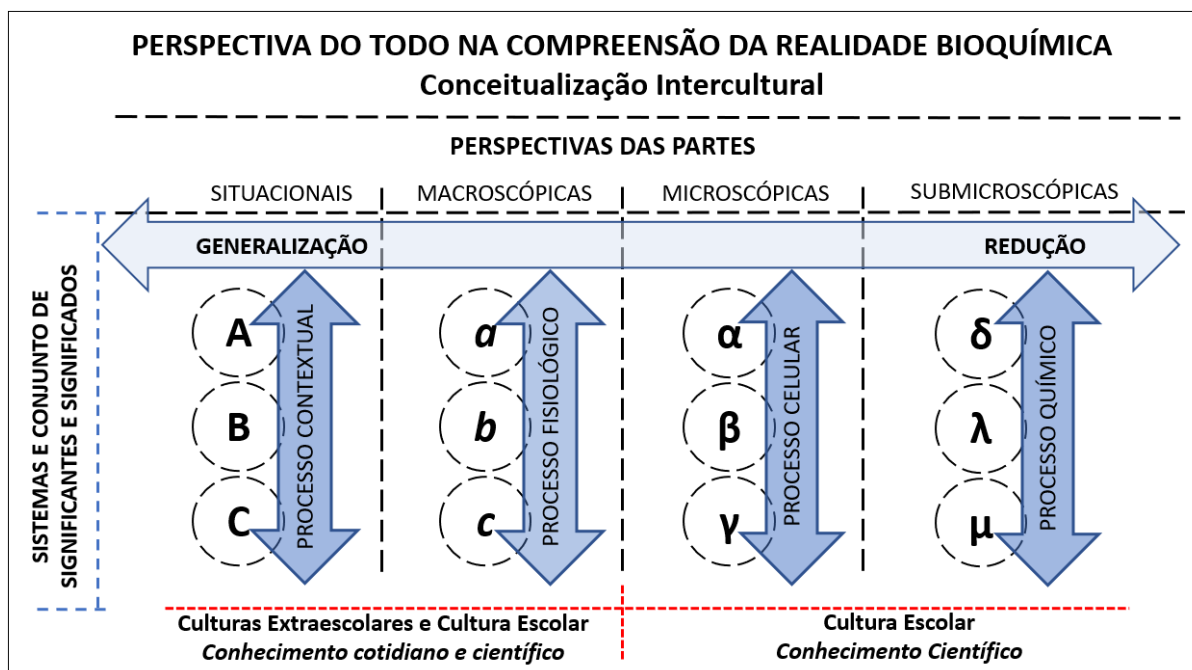
A diferença entre as perspectivas da biologia e as diferentes abordagens conceituais sofrem influências da modalidade da produção dos estudantes, o que exige uma compreensão multiletrada por parte do professor. Há um indicativo de maior dificuldade de abordar as perspectivas microscópicas e submicroscópicas (moleculares e átomos) através do texto, principalmente no gênero poético em que os estudantes se restringem à estrutura métrica das estrofes. O uso de palavras e imagens (desenhos) em texto ilustrado ou em esquemas conceituais favorecem a conceitualização articulada devido ao uso de significantes textuais e não-textuais (imagéticos e processuais).

7.4.3.2 Análise da construção de conceitos em atividade assíncrona

A análise da construção de conceitos considerou a teoria de travessia de fronteiras culturais (AIKENHEAD, 1996, 1997), a teoria dos campos conceituais (VERGNAUD, 1990) e suas relações interculturais (ACIOLY-RÉGNIER, 2019) e a análise conceitual em bioquímica (CARNEIRO-LEÃO *et al.* 2009; COUTO *et al.* 2016). As análises são aplicadas a produções escolares distintas, pertencentes ao momento assíncrono e a uma atividade final do momento síncrono.

No Esquema 13, apresentamos a estruturação da análise de construção de conceitos em bioquímica que usamos em nosso estudo e que está de acordo com a articulação teórica do paradigma da complexidade (MORIN, 2003), análise conceitual bioquímica (CARNEIRO-LEÃO *et al.* 2009; COUTO *et al.* 2016), teoria de travessia de fronteiras culturais (AIKENHEAD, 1996 e 1997) e teoria dos campos conceituais (VERGNAUD, 1990; ACIOLY-RÉGNIER, 2019). As teorias se complementam e contribuem com a análise de conceitos da bioquímica.

Esquema 13 — Processos de construção de conceitos de bioquímica em contexto intercultural e complexo



Fonte: autoria própria

Nota: as letras (alfabeto latino, letras maiúsculas e minúsculas; alfabeto grego, letras minúsculas) representam conjuntos de significantes e significados de um determinado campo teórico; as linhas pontilhadas que separam as perspectivas das partes representam fronteiras entre as culturas e subculturas ou seus campos conceituais.

Tradicionalmente, a bioquímica é abordada nas perspectivas microscópica e submicroscópica que contêm partes específicas da realidade bioquímica, limitando-a ao universo não visível da matéria ao nível dos tecidos e células, das moléculas e átomos. Essas perspectivas microscópicas e submicroscópicas são estruturadas pela cultura escolar, constituídas por suas subculturas (Biologia – anatomia, fisiologia, histologia, citologia etc.; Química – atomística, ligações químicas, reações químicas, soluções, química orgânica etc.; e a bioquímica – constituintes biológicos e químicos para a compreensão das reações químicas celulares e extracelulares compreendidas como metabolismo) e por seus respectivos conceitos científicos. O reducionismo excessivo no processo educacional bioquímico isola a bioquímica nela mesma, em uma compreensão exclusivamente “abstrata” (não visível) que dificulta a sua conceitualização.

Como perspectiva de compreensão pautada na complexidade (MORIN, 2003), consideramos um processo de ensino e aprendizagem que contemplem a recursividade que parte de uma visão macroscópica para uma visão micro e submicroscópica e, com isso, retorne à generalização macroscópica construindo novos conhecimentos nesse processo. Essa perspectiva também deve considerar outros pontos de vista conceituais transversais ao eixo estruturante cartesiano, enriquecendo a compreensão da realidade de maneira difusa.

No Esquema 13, podemos observar esse movimento representado pela seta dupla que conduz o reducionismo e a generalização, bem como as relações transversais entre os sistemas e os conjuntos conceituais de subculturas científicas do campo não visual (microscópicas e submicroscópicas) e do campo visual (macroscópicas e situacionais). O caminho da construção de conceitos científicos, nessa perspectiva, é livre e flexível à realidade de cada estudante, visto que os conceitos cotidianos se articulam com os conceitos científicos no campo situacional e macroscópico, sendo a conceitualização científica macroscópica a responsável pela ampliação dos campos conceituais não visíveis da bioquímica nas perspectivas não visíveis.

O professor deve conhecer a planificação conceitual bioquímica tradicional não visível e os seus conjuntos de significantes e significados textuais e não textuais para favorecer a compreensão conceitual dos estudantes, a partir da consideração dos sistemas e conjuntos macroscópicos e situacionais das culturas extraescolares e escolares. Essa compreensão e planificação possibilitará ao professor mediar a construção do conhecimento dos estudantes, considerando as particularidades culturais. De modo que a ausência de determinados significantes no processo de conceitualização de uma parte específica comprometerá a

compreensão e a reflexão conceitual articulada para que se compreenda holisticamente a ciência materializada em nossa realidade.

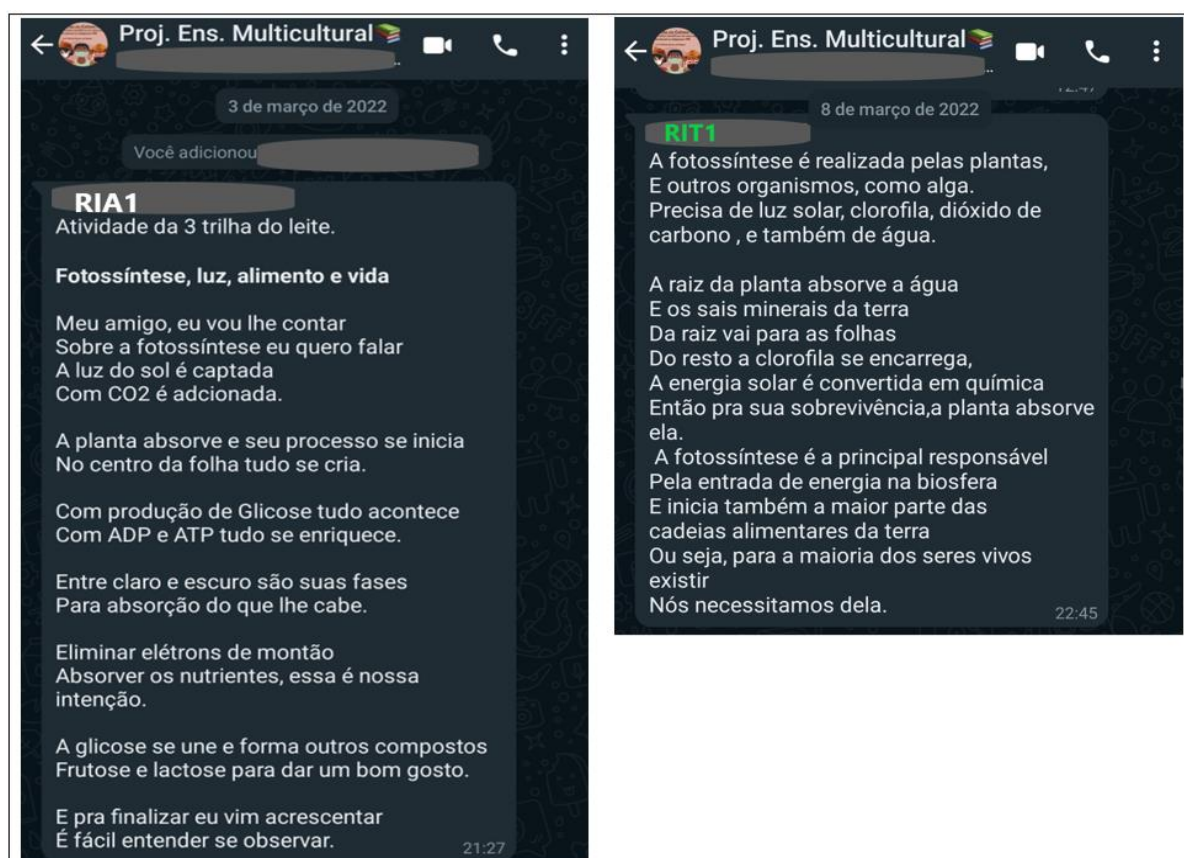
Precisamos compreender os campos conceituais científicos e cotidianos de maneira integrada, por exemplo, os processos bioquímicos (interações atômicas e moleculares, reações e vias metabólicas) ou os processos celulares (compreensão de processos vitais de uma célula específica – intracelular – a partir das ações coordenadas e integradas de organelas, processos vitais intercelulares quando células do mesmo tipo e de tipos diferentes se relacionam) ou a fisiologia macroscópica (funcionamento de órgãos isoladamente e associados a outros órgãos do seu sistema ou entre órgãos e sistemas diferentes) ou, ainda, a compreensão de como a cultura interfere na vida (interação fenotípica e genotípica, a influência dos hábitos como alimentação e exercícios físicos na saúde etc.) contribuirão com o conhecimento de parte da nossa própria vida. A bioquímica é complexa e não é isolada da realidade biológica e social que nos constituem.

O caminho da conceitualização é individual, nunca padronizado, visto que habilidades e conhecimentos prévios são fruto da constituição sociocultural de cada pessoa. Por isso, a teoria dos campos conceituais de Vergnaud (1990) nos conduz a elaborar a identificação e o planejamento dos elementos (situação, significante e significado) relativos aos campos conceituais envolvidos na construção de um determinado conhecimento que envolve os processos vinculados à dimensão operatória, da realidade cultural extraescolar entre a relação significado-situação e, também, aqueles vinculados à dimensão predicativa do conhecimento, da realidade cultural escolar, oriunda da relação significado-significante. Conforme Acioly-Régnier (2019), é, justamente, com a consideração conjunta dos processos de conceitualização extraescolar e escolar que o professor conseguirá mediar a construção conceitual do estudante.

Falhas na consideração conjunta dos contextos extraescolar e escolar, no processo de conceitualização científica em bioquímica, resultarão no que Couto et al. (2016) chamam de lacunas conceituais, isto é, condições que impedem a construção conceitual, conduzindo à equívocos conceituais ou incompreensões. É exatamente na identificação dos elementos significantes, significados e situações que o professor identifica dificuldades de conceitualização pelas inconsistências que impedem as fronteiras culturais (AIKENHEAD, 1996), tanto entre a cultura extraescolar e a cultura escolar, como entre subculturas extraescolares (indígena, quilombola, sertaneja e urbana e seus sistemas subculturais), além das e subculturas da cultura escolar.

Apresentamos, a seguir, as produções estudantis e as suas respectivas análises. Na Figura 17, observamos as poesias de dois indígenas, RIA1 e RIT 1. Vale salientar que essas atividades correspondem a um estrato do início do curso “Na Trilha do Leite” presente na casa (3). Apresenta, por tanto, um caráter de análise da construção de conceitos que está em construção no planejamento do curso.

Figura 17 — Poesias de estudantes indígenas (RIA1 e RIT1) sobre a fotossíntese postadas no grupo de *WhatsApp*®



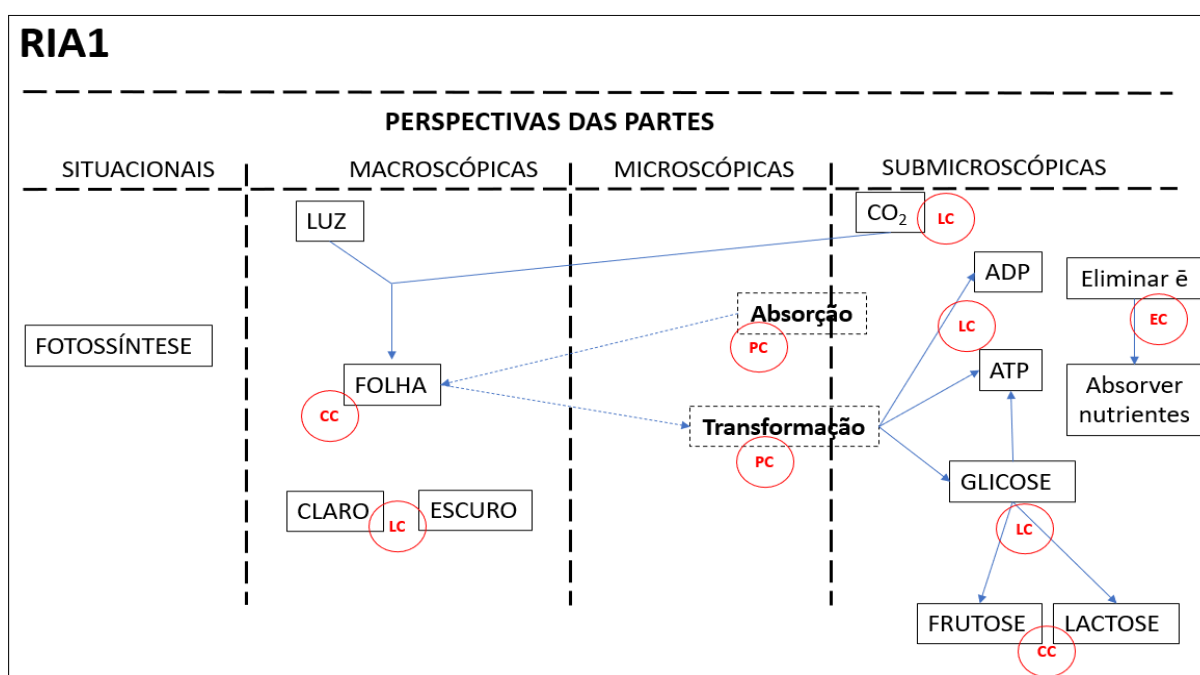
Fonte: obtido através do *WhatsApp*® e manipulado no *Paint3D*® para retirar as identificações dos estudantes

Na poesia do estudante indígena *Atikum*, RIA1, percebemos a exploração de duas perspectivas da biologia: a macroscópica, a partir dos significantes “Luz”, “CO²” e “Folha”; e submicroscópica que abriga os significantes “ADP”, “ATP”, “Glicose”, “Eliminar Elétrons”, “Absorver Nutrientes”, “Absorção e Transformação”. Na perspectiva macroscópica esclarecemos que apesar do gás carbônico (CO²) não ser visível, ele é sentido como massa de ar expirada (etapa de liberação de ar no processo de respiração), por isso, é considerado aqui um componente macroscópico, embora não o vejamos nem o sentimos no processo fotossintético. Os significantes “Absorção”, “Transformação”, “Eliminar Elétrons” e “Absorver

Nutrientes” apresentam significados complexos relacionados aos processos bioquímicos da perspectiva situada entre as perspectivas microscópicas e submicroscópicas e que não foram definidos na poesia. O significante “Folha” tem como significado o órgão morfofisiológico vegetal, comumente verde que é responsável pelo processo fotossintético, sendo a fotossíntese a situação que envolve um sistema de significantes e significados para ser compreendida.

No Esquema 14, apresentamos a análise conceitual desta produção de RIA1, em que poderemos compreender o processo de construção de conceitos.

Esquema 14 — Processo de conceitualização sobre fotossíntese feito por RIA1



Fonte: autoria própria, construído com *PowerPoint 365*®

Nota: os termos contidos em retângulos correspondem aos significantes de cada parte; os significantes em negrito contidos por retângulos pontilhados representam o não estabelecimento com o significado; as linhas que dividem as partes representam fronteiras; os vetores representam o caminho relacional entre os significantes na materialização do estudante; os círculos vermelhos e suas siglas representam a classificação analítica da conceitualização em bioquímica, onde: CC - corresponde à coerência conceitual, LC - significa lacuna conceitual, EC - equívoco conceitual e PC - conceito parcialmente consolidado.

A conceitualização, nesse caso, apresenta significantes que são interligados entre si, mas também podem ser considerados significantes isolados como “Claro” e “Escuro”. Esse isolamento pode ser compreendido como uma lacuna caracterizada pela ausência de significantes que os conectem aos demais significantes da construção do conhecimento.

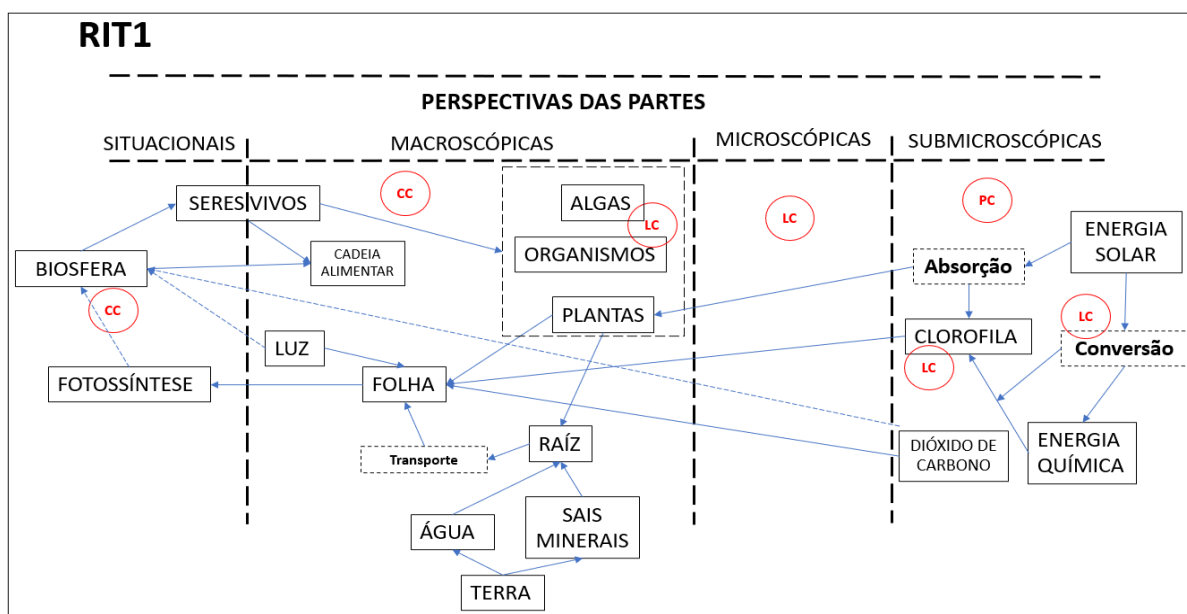
Percebe-se a influência do paradigma cartesiano na compreensão isolada de significantes como “luz” e “CO²” em que o estudante não se refere ao contexto desses conceitos

de maneira isolada. Outro ponto de identificação da influência do paradigma cartesiano é a ausência de uma passagem processual entre as perspectivas macroscópica e submicroscópica que desconsidera a perspectiva microscópica. Nesse caso, a consideração dos sistemas significantes microscópicos como “estômato”, “célula vegetal”, “cloroplasto”, “tilacoide”, “membrana”, “fótons”, dentre outros, são importantes para a construção conceitual sobre a fotossíntese. Isso nos faz perceber a imbricação entre os elementos da teoria dos campos conceituais, em que a relação entre significantes, significados e situação influencia diretamente no processo de construção conceitual.

Em outras palavras, a identificação dos significantes e significados de uma situação a ser estudada possibilita, ao professor durante o processo avaliativo, identificar os motivos das falhas na conceitualização do estudante (lacunas, equívocos, conceitualização parcial e conceitualização coerente), percebendo o porquê da não travessia das fronteiras culturais. Isso possibilita ao docente melhorar a aprendizagem através da mediação.

No Esquema 15, a seguir, verificamos a análise de conceitualização do estudante RIT1, cuja poesia também aparece na Figura 17.

Esquema 15 — Processo de conceitualização sobre fotossíntese feito por RIT1



Fonte: autoria própria, construído com *PowerPoint 365*®

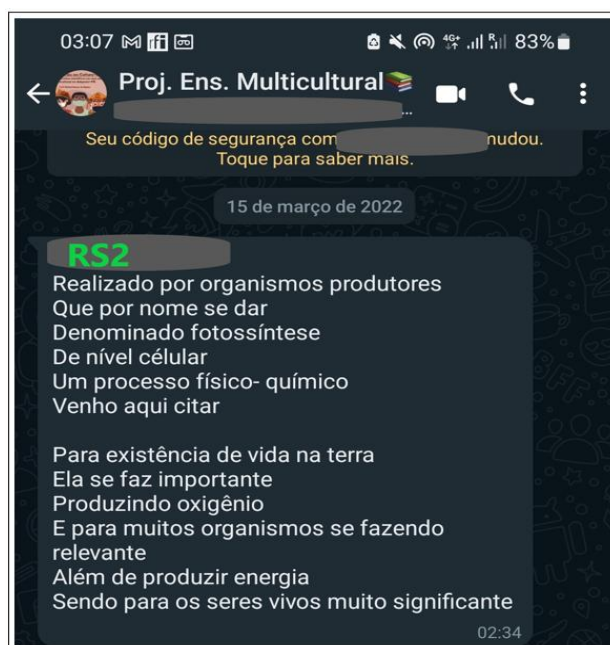
Nota: os termos contidos em retângulos correspondem aos significantes de cada parte; os significantes em negrito contidos por retângulos pontilhados representam o não estabelecimento com o significado; as linhas que dividem as partes representam fronteiras; os vetores representam o caminho relacional entre os significantes na materialização do estudante; os círculos vermelhos e suas siglas representam a classificação analítica da conceitualização em bioquímica, onde: CC - corresponde à coerência conceitual, LC - significa lacuna conceitual, EC - equívoco conceitual e PC - conceito parcialmente consolidado.

O estudante RIT1 apresenta um pensamento numa perspectiva sistêmico-complexa por situar a fotossíntese como parte da biosfera. Assim, ele apresenta pontos de relações conceituais atrelados aos conceitos do campo da ecologia como “Biosfera”, “seres vivos”, “cadeia alimentar”, organismos que estão situados nas perspectivas situacionais e macroscópicas. Além disso, relaciona conceitos relativos à energia como energia solar e energia química, que são conceitos também aplicados ao campo ecológico.

A construção do sentido conceitual sobre a fotossíntese é quase que completamente estruturada sobre a perspectiva macroscópica, em que estão as bases conceituais do estudante com conceitos bem estabelecidos. Os poucos significantes da perspectiva submicroscópica apresentam lacunas para a compreensão dos processos bioquímicos estabelecidos pelos significantes “Absorção” e “Conversão”. Além disso, os conceitos de energia não são claramente estabelecidos, mas, embora estejam assentados sobre a perspectiva bioquímica, eles partem de um embasamento macroscópico de grande influência cognitiva. As lacunas conceituais são estabelecidas na perspectiva microscópica que não apresentou significantes de nenhum sistema conceitual pertencente a essa parte e, também, na perspectiva submicroscópica que não apresentou elementos conceituais bioquímicos.

Na Figura 18, visualizamos a produção textual do estudante RS2 também de gênero poético.

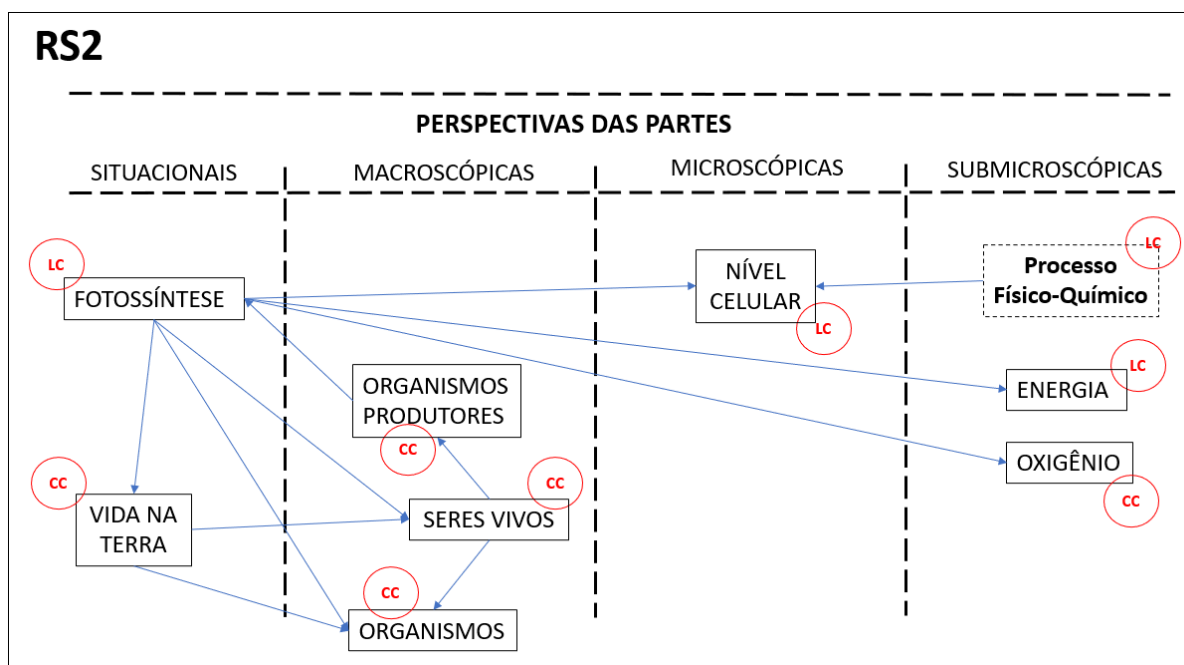
Figura 18 — Poesia do estudante sertanejo (RS2) sobre a fotossíntese postada no grupo de *WhatsApp*®



Fonte: obtido através do *WhatsApp*® e manipulado no *Paint3D*®

A poesia do sertanejo RS2 explora e se estrutura sobre a perspectiva macroscópica, com aporte teórico do campo conceitual da Ecologia para explicar a fotossíntese em uma perspectiva sistemática, mas que é ausente de uma compreensão profunda da fotossíntese enquanto processo bioquímico da fisiologia botânica. No Esquema 16, analisamos a conceitualização sobre fotossíntese na produção do estudante RS2.

Esquema 16 — Processo de conceitualização sobre fotossíntese feito por RS2



Fonte: autoria própria, construído com *PowerPoint 365*®

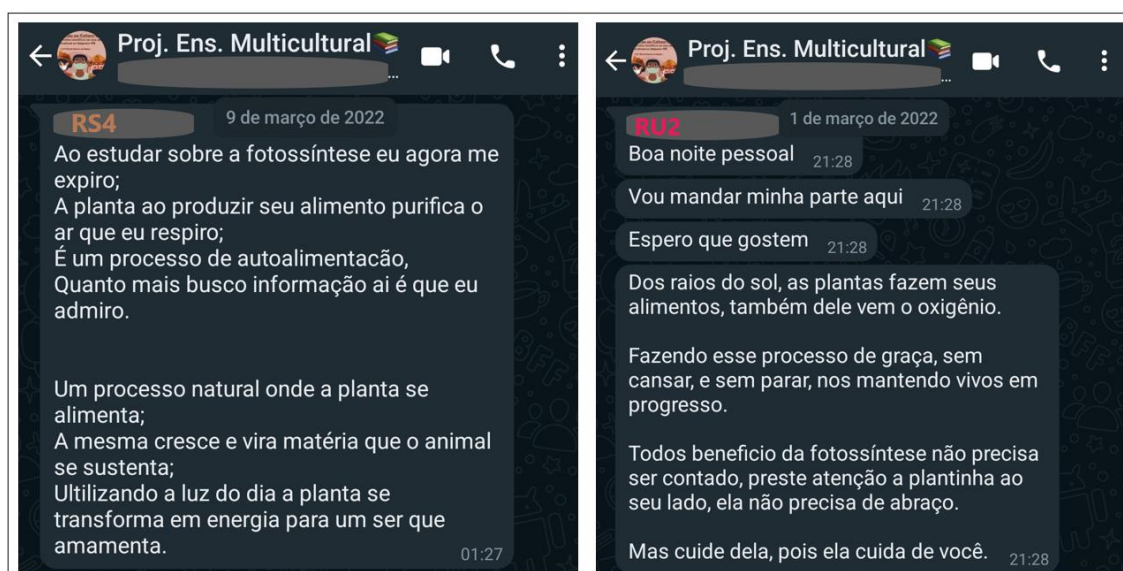
Nota: Os termos contidos em retângulos correspondem aos significantes de cada parte; os significantes em negrito contidos por retângulos pontilhados representam o não estabelecimento com o significado; as linhas que dividem as partes representam fronteiras; os vetores representam o caminho relacional entre os significantes na materialização do estudante; os círculos vermelhos e suas siglas representam a classificação analítica da conceitualização em bioquímica, onde: CC - corresponde à coerência conceitual, LC - significa lacuna conceitual, EC – equívoco conceitual e PC – conceito parcialmente consolidado.

A conceitualização sobre a fotossíntese de RS2 apresenta maior estruturação conceitual na perspectiva macroscópica, na qual ele usa conceitos e respectivos grupos de significantes do campo da Ecologia. As lacunas conceituais se estabelecem nos domínios pouco estruturados da biologia (perspectivas microscópicas e submicroscópicas) em relação a conceitos como “Nível Celular” e “Energia” que não são aprofundados na produção, impedindo identificar as concepções que o estudante tem sobre eles, especialmente quanto aos conceitos processuais como o processo físico-químico. Considerando a travessia de fronteiras culturais, percebemos seu comprometimento não oriundo das relações interculturais, como conflitos e desacordos,

mas pela falta de significantes e significados de campos conceituais microscópicos e submicroscópicos que impedem a construção do conhecimento sobre a fotossíntese.

Na Figura 19, observamos as materializações do estudante sertanejo RS4 e do estudante urbano RU2. Ressaltamos uma diferença entre as duas poesias: a primeira, de RS4 expõe considerações exclusivamente teóricas, enquanto RU2 ilustra elementos afetivos que o gênero literário poético permite.

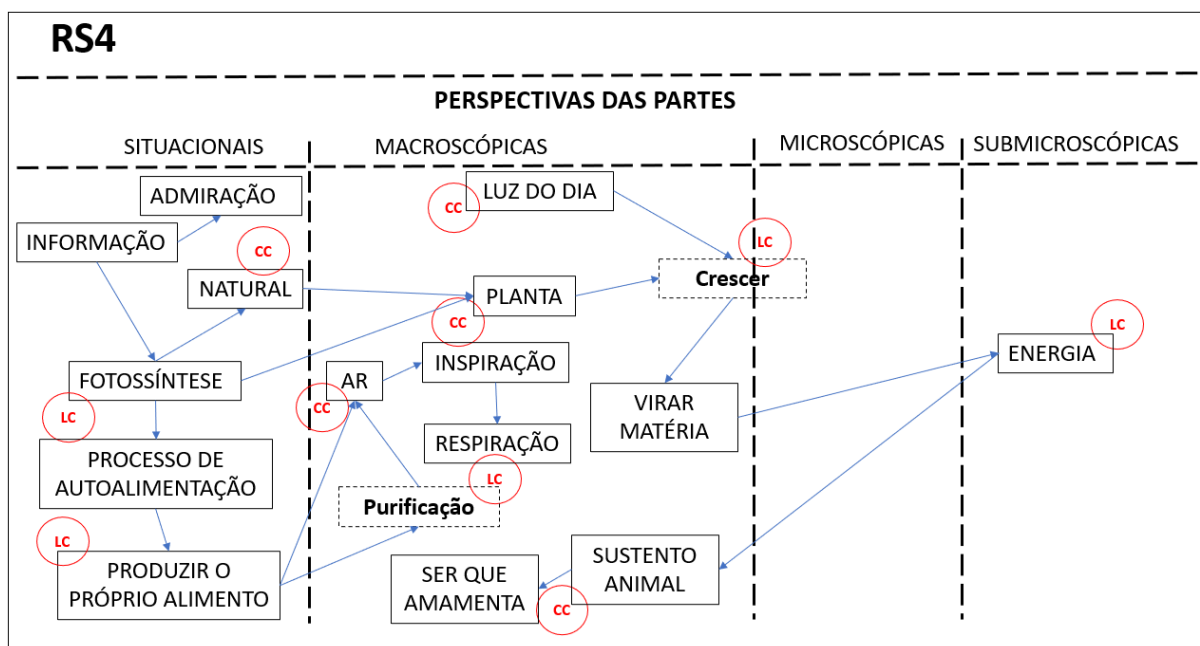
Figura 19 — Poesias dos estudantes sertanejo (RS4) e urbano (RU2) sobre a fotossíntese postada no grupo de *WhatsApp*®



Fonte: obtido através do WhatsApp® e manipulado no Paint3D® para retirar as identificações dos estudantes

O estudante RS4 apresenta um elemento conceitual que nenhum outro estudante conseguiu relacionar em suas produções: a relação da fotossíntese com o leite. Esta relação é identificada quando ele, em uma abordagem também ecológica, vincula a planta com a fonte de alimento para animais que amamentam, numa relação indireta ao leite. A análise conceitual da produção de RS4 é apresentada no Esquema 17.

Esquema 17 — Processo de conceitualização sobre fotossíntese feito por RS4



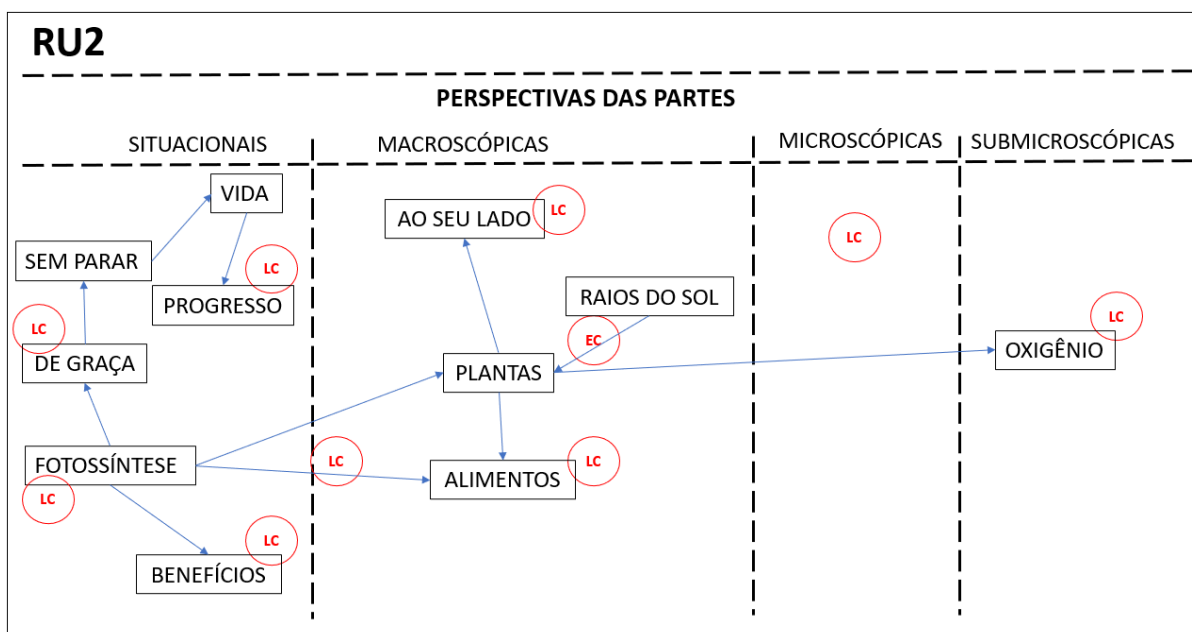
Fonte: autoria própria, construído com *PowerPoint 365*®

Nota: os termos contidos em retângulos correspondem aos significantes de cada parte; os significantes em negrito contidos por retângulos pontilhados representam o não estabelecimento com o significado; as linhas que dividem as partes representam fronteiras; os vetores representam o caminho relacional entre os significantes na materialização do estudante; os círculos vermelhos e suas siglas representam a classificação analítica da conceitualização em bioquímica, onde: CC - corresponde à coerência conceitual, LC - significa lacuna conceitual, EC - equivoco conceitual e PC - conceito parcialmente consolidado.

Embora o estudante RS4 apresente uma produção com diversidade de significantes, ele utiliza sinônimos para se referir à fotossíntese, como “Processo de Autoalimentação” e “Produzir o Próprio Alimento”. Mas não se aprofunda nos conceitos bioquímicos que envolvem aspectos celulares e moleculares. A estrutura básica de raciocínio está centrada no campo da Ecologia. Apresenta uma característica de construção do conhecimento semelhante às demais, em que a travessia de fronteiras culturais fica comprometida pela ausência de base conceitual.

No Esquema 18, observamos a análise do trabalho de RU2 que apresenta problemas conceituais relacionados às lacunas que, por sua vez, representam conceitualizações incompletas, impedindo a compreensão conceitual. Outro ponto que se pode observar é a utilização de termos situacionais que expressam generalizações indefinidas, como “Progresso”, “Benefícios”. Alguns significantes apresentam significados distintos como “Ao seu lado” que equivale a ambiente ou, ainda, “de graça” que representa relação sem gasto, pois, apesar de haver gastos, esses são superados pelo armazenamento de energia química.

Esquema 18 — Processo de conceitualização sobre fotossíntese feito por RU2

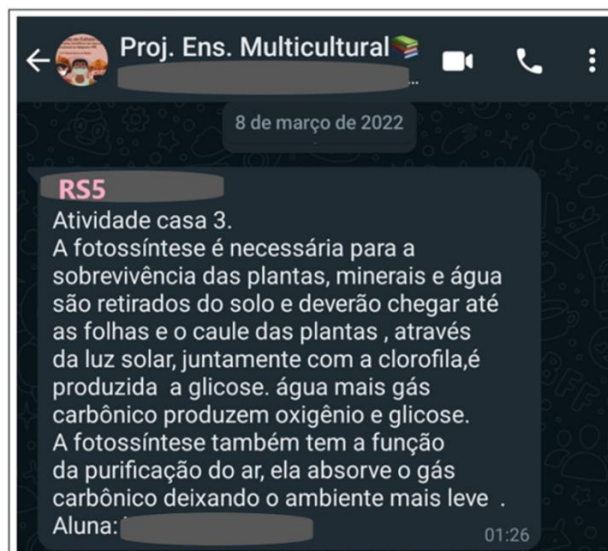


Fonte: autoria própria, construído com *PowerPoint 365*®

Nota: os termos contidos em retângulos correspondem aos significantes de cada parte; os significantes em negrito contidos por retângulos pontilhados representam o não estabelecimento com o significado; as linhas que dividem as partes representam fronteiras; os vetores representam o caminho relacional entre os significantes na materialização do estudante; os círculos vermelhos e suas siglas representam a classificação analítica da conceitualização em bioquímica, onde: CC - corresponde à coerência conceitual, LC - significa lacuna conceitual, EC - equívoco conceitual e PC - conceito parcialmente consolidado.

Na Figura 20, apresentamos o texto da estudante sertaneja RS5, em que é possível perceber a desarticulação conceitual para explicar a fotossíntese. Relações incompletas e algumas más compreensões se revelam, como a de que “luz solar e clorofila produzem glicose” ou a relação entre o consumo de gás carbônico e produção de oxigênio que ocorre na fotossíntese com a “leveza do ar”, em que a estudante faz uma relação com a qualidade do ar.

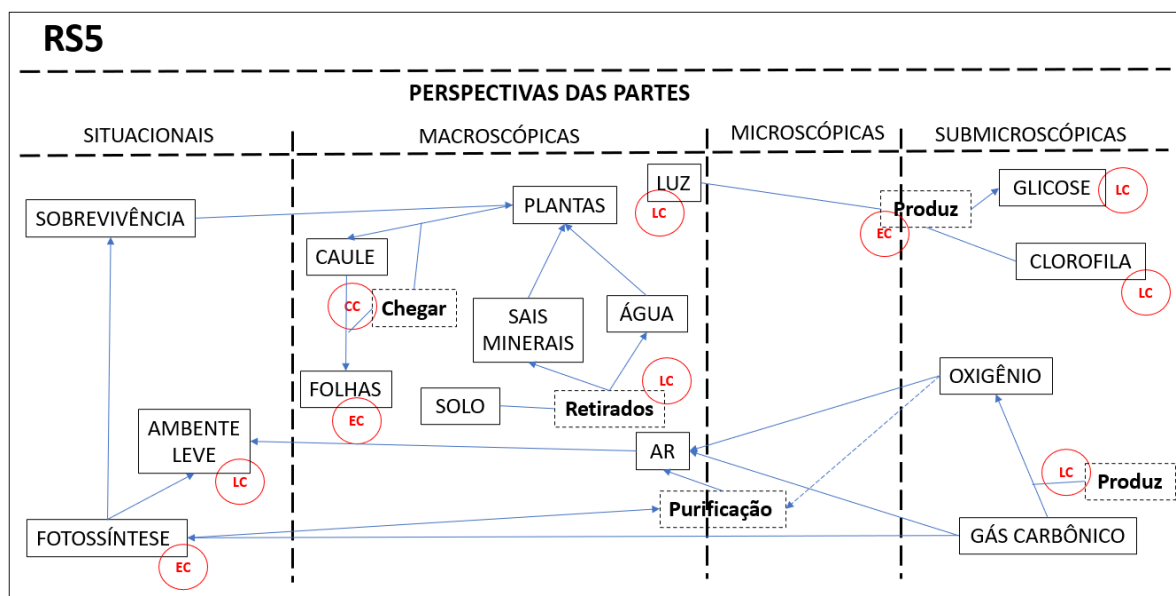
Figura 20 — Produção textual da estudante sertaneja (RS5) sobre a fotossíntese postada no grupo de *WhatsApp*®



Fonte: obtido através do *WhatsApp*® e manipulado no *Paint3D*®

No Esquema 19, verificamos as relações de conceitualização da estudante RS5, em que percebemos em detalhes os problemas desse processo que também é estruturado na perspectiva macroscópica. Todavia apresenta problemas da ordem básica da conceitualização dos campos conceituais que é, justamente, a apropriação de significantes e significados dos campos conceituais que estão implicados na compreensão da fotossíntese.

Esquema 19 — Processo de conceitualização sobre fotossíntese feito por RS5



Fonte: autoria própria, construído com *PowerPoint 365*®

Nota: os termos contidos em retângulos correspondem aos significantes de cada parte; os significantes em negrito contidos por retângulos pontilhados representam o não estabelecimento com o significado; as linhas que dividem as partes representam fronteiras; os vetores representam o caminho relacional entre os significantes na materialização do estudante; os círculos vermelhos e suas siglas representam a classificação analítica da conceitualização em bioquímica, onde: CC - corresponde à coerência conceitual, LC - significa lacuna conceitual, EC - equívoco conceitual e PC - conceito parcialmente consolidado.

Além de características comuns às outras produções – como a ausência de significantes de perspectiva microscópica e a superficialidade na conceitualização dos campos conceituais da perspectiva submicroscópica – destacamos, nessa análise da conceitualização, a má compreensão da produção de glicose através da fotossíntese sendo reduzida a uma reação somativa de que a luz mais a clorofila produz a glicose. Equívocos conceituais são revelados conjuntamente ou em compreensões parciais ou lacunares.

Na produção de RS5, a fotossíntese aparece desarticulada da folha, órgão botânico da perspectiva macroscópica que é essencial para a compreensão do processo fotossintético, em que, a partir dela, se conduz o reducionismo microscópico e submicroscópico através das suas partes. A compreensão dos conceitos do campo macroscópico influencia diretamente a compreensão dos campos micro e submicroscópicos. O reducionismo conceitual deve estar conectado ao conceito macroscópico básico, visto que ele é estruturado fisicamente, favorecendo a compreensão conceitual e o desenvolvimento de outros conhecimentos a partir dele. Verificamos aqui a importância do paradigma cartesiano na estruturação conceitual, visto

que a complexidade se estrutura a partir do cartesianismo, mas não se limita a ele. RS5 apresentou dificuldades na articulação conceitual de campos conceituais diferentes, sem conseguir executar uma sistematização coerente mesmo no campo macroscópico.

A seguir, na Figura 21 apresentamos a produção textual poética de RS1, na qual a fotossíntese é explicada através de significantes do campo literário do romantismo, sob a influência de termo da cultura sertaneja como “caceteiro” que significa uma qualidade excepcional, bem como termos que romantizam a fotossíntese e a atrelam à essência humana como “genialidade”, “beleza” e “perfeição”. Sobre questões da cultura científica, a fotossíntese é relacionada à “produção do próprio alimento” e de que transforma “a luz solar como fonte de alimento”. Existem, nessas únicas menções conceituais do campo científico, relações superficiais que revelam – em primeiro plano – lacunas profundas na perspectiva ecológica da fotossíntese, além de equívoco conceitual como a visão de que a luz é fonte de alimento quando, na verdade, é fonte de energia essencial ao processo fotossintético.

Figura 21 — Poesia do estudante sertanejo (RS1) sobre a fotossíntese postada no grupo de *WhatsApp*®

RS1

Versos sobre a Fotossíntese

A fotossíntese nós mostra
 Como ser bem caceteiro
 Mostrando há todos nois
 Que produz seu proprio alimento

A fotossíntese é sua genealidade
 Mostrando também que
 possui a grande capacidade
 que a natureza e bela e perfeita
 E possui suas curiosidades

A fotossíntese e bastante curioso
 Por ser um processo longo e complexo
 Transformando á luz solar como fonte de alimento

Fonte: obtido através do *WhatsApp*® e manipulado no *Paint3D*®

A seguir, apresentaremos produções estudantis sobre a fotossíntese que mesclam textos e imagens. Essa atividade da Casa 3 buscou aplicar o multiletramento, não apenas na exposição das informações durante as atividades síncronas e assíncronas do curso, mas também serviu

para a valorização das produções dos estudantes, a partir das habilidades que eles se sentem mais à vontade para se expressar explorando as habilidades multiletradas deles.

A estudante quilombola RQ fez uma atividade textual à mão e ilustrada, por meio de colagens (Figura 22), na qual percebemos uma produção caracterizada pela tradição da informação científica escolar presente nos livros didáticos. As colagens informam sobre as perspectivas microscópicas, em que a primeira apresenta perspectivas da organela cloroplasto e a segunda, apesar de ser uma perspectiva microscópica, faz relação ao cloroplasto com perspectivas sistêmicas da fotossíntese, relacionadas às fases luminosa (fotoquímica) e química. A produção é apresentada na Figura 22.

Figura 22 — Produção da estudante quilombola (RQ) sobre a fotossíntese

RQ Fotossíntese

- A fotossíntese é um processo realizado por alguns organismos autotróficos fotossintetizantes, como plantas, algas e alguns procariontes. Eles captam a luz solar, transformam em energia química e produzem as compostos orgânicos (carboidratos ou açúcares) a partir de água e dióxido de carbono.
- A fotossíntese é um processo longo e complexo mas que pode ser resumido de forma geral pela seguinte equação:

$$6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O} + \text{h}\nu \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$$
- Em plantas e algas, a fotossíntese ocorre no interior dos cloroplastos.
- O cloroplasto é uma organela que apresenta uma membrana externa e uma membrana interna. Seu interior tem lamelas membranosas, ligadas a pequenas bolhas denominadas tilacoides.

1. Membrana biológica lipoproteica altamente permeável que controla a entrada e saída de moléculas através de canais permeáveis.

2. Transportador para proporcionar de fôsfato e sacarose. A membrana forma os tilacoides.

3. Estroma

4. Membrana interna

5. Membrana externa

6. Cloroplasto

7. Tilacoide

- A fase química não depende da luz e é realizada em outra parte do cloroplasto, o estroma. Nela os produtos da fase anterior, a fotoquímica, se juntam ao dióxido de carbono atmosférico para produzir glicose, água e amido, no denominado ciclo de Calvin-Benson.
- A fotossíntese é resultado da junção dos dois fases descritas anteriormente e pode ser resumida de forma esquemática na figura abaixo.

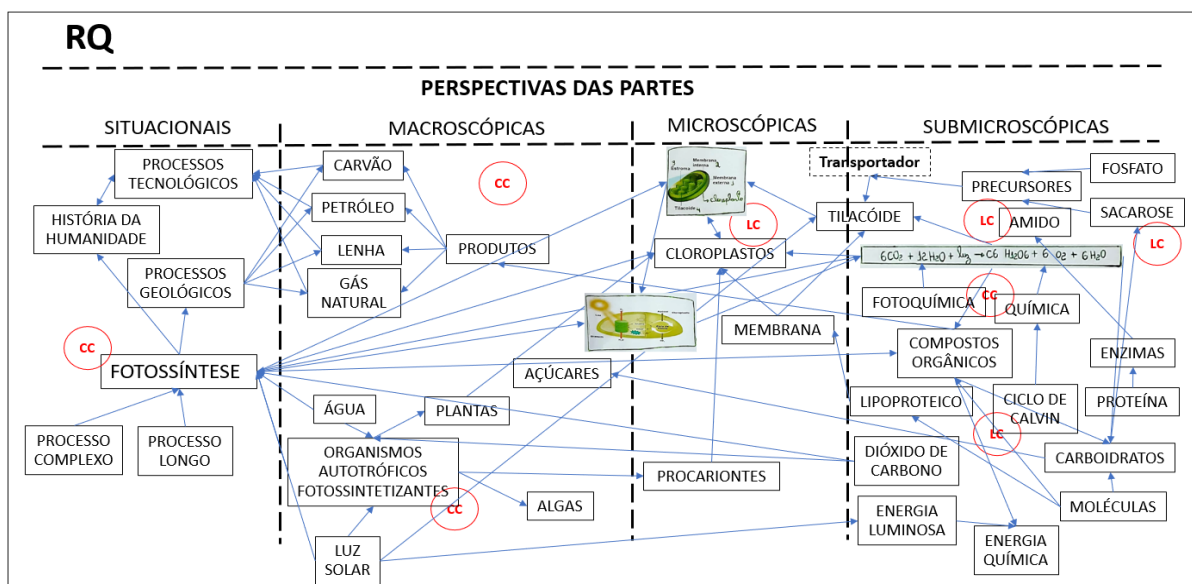
Do produtos gerados a partir da fotossíntese medonam a história - material da humanidade, pois deram origem a recursos como o petróleo, gás natural, celulose, couro e lenha. Esses recursos ocorrem em decorrência da transformação da luz solar em reservas de energia (fotossíntese) seguida por outros processos geológicos e biológicos.

RQ

Fonte: arquivo em PDF e manipulado no *Paint3D*® para retirar a identificação da estudante

Na análise conceitual, apresentada no Esquema 20, a seguir, podemos verificar que a estudante RQ relaciona significantes de diferentes campos conceituais que estão situados nas diferentes perspectivas das partes. Aqui, comparativamente com as produções poéticas anteriores, percebemos que a produção textual descritiva do processo fotossintético ilustrada não limitou as relações interdisciplinares para explicar a fotossíntese, ao contrário, possibilitou maiores relações. A estudante utiliza significantes situacionais que permitem ao professor identificar abordagens interdisciplinares da fotossíntese, como a sua influência com os combustíveis orgânicos e relações com a história humana. A estudante também qualifica a fotossíntese como um processo complexo e longo; por isso, fazemos, nesta identificação relacional, uma possibilidade de formação pautada nos paradigmas científicos. Na relação, podemos perceber claramente que um caminho longo e complexo precisa ser compreendido em partes e interligado com o todo.

Esquema 20 — Processo de conceitualização sobre fotossíntese feito por RQ



Fonte: autoria própria, construído com *PowerPoint 365*®

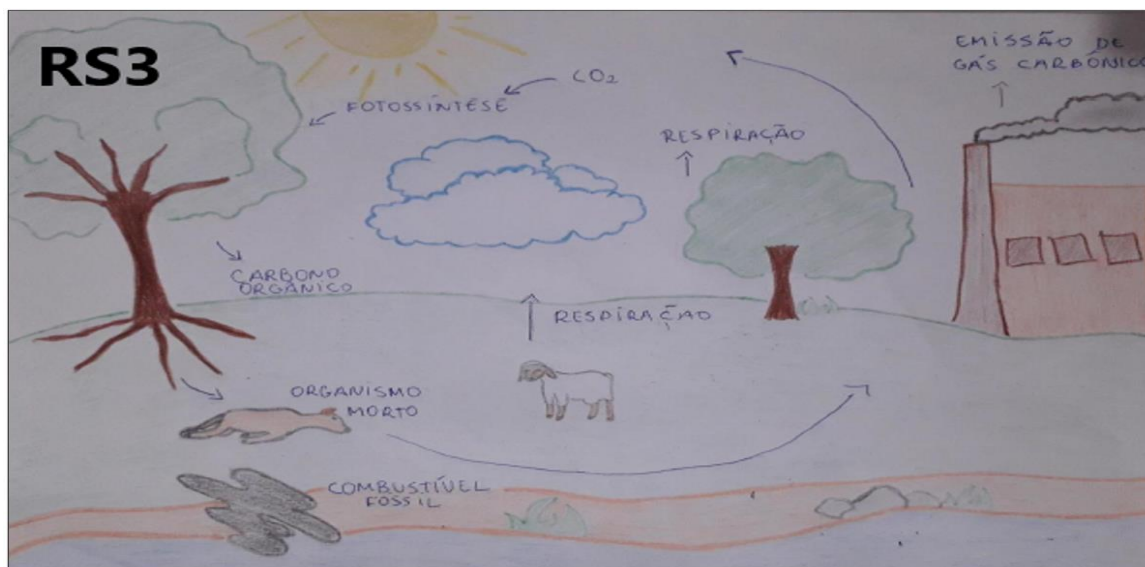
Nota: os termos contidos em retângulos correspondem aos significantes de cada parte; os significantes em negrito contidos por retângulos pontilhados representam o não estabelecimento com o significado; as linhas que dividem as partes representam fronteiras; os vetores representam o caminho relacional entre os significantes na materialização do estudante; os círculos vermelhos e suas siglas representam a classificação analítica da conceitualização em bioquímica, onde: CC - corresponde à coerência conceitual, LC - significa lacuna conceitual, EC - equívoco conceitual e PC - conceito parcialmente consolidado.

Quanto à conceitualização em bioquímica, percebemos a coerência conceitual nas perspectivas situacionais e macroscópicas, normalmente muito mais ricas e representativas do que as perspectivas reduzidas. Enquanto nas perspectivas microscópicas e submicroscópicas os significantes apresentam lacunas conceituais, por exemplo, o cloroplasto é considerado isoladamente esquecendo-se da célula vegetal. A perspectiva submicroscópica é marcada pela ausência de significantes moleculares importantes para a compreensão das reações e processos bioquímicos citados pela estudante. Por exemplo, não há menção às composições do amido e da sacarose com menção aos monossacarídeos.

Na

Fotografia 2, apresentamos a produção do estudante RS3 que consiste em um desenho responsável por retratar a fotossíntese a partir do ciclo da matéria/energia/carbono. É uma perspectiva que relaciona a fotossíntese na parte macroscópica, mas de maneira sistêmica em que ela é observada como ponto chave à compreensão do equilíbrio energético mundial, sobretudo a partir da matéria orgânica produzida pelos vegetais fotossintetizantes.

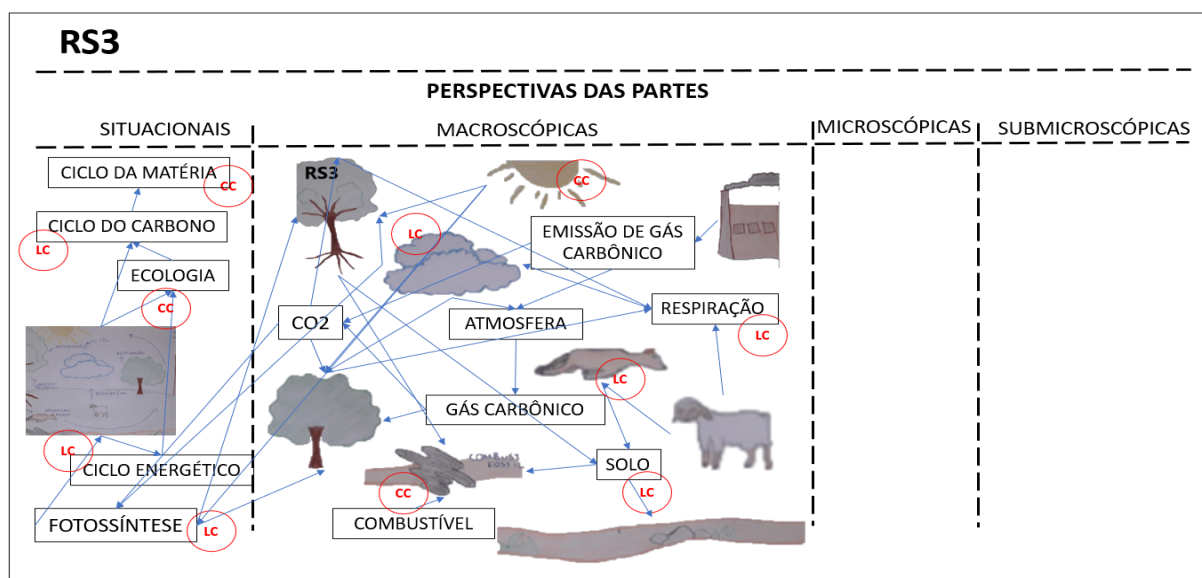
Fotografia 2 — Desenho do estudante sertanejo (RS3) sobre a fotossíntese



Fonte: fotografia por celular (produzido pelo estudante RS3)

No Esquema 21, encontramos a análise da produção estudantil que é multimodal por combinar significantes imagéticos através de desenhos à mão e de setas que indicam sentidos, processos e palavras.

Esquema 21 — Processo de conceitualização sobre fotossíntese feito por RS3



Fonte: autoria própria, construído com *PowerPoint 365*®

Nota: os termos contidos em retângulos correspondem aos significantes de cada parte; os significantes em negrito contidos por retângulos pontilhados representam o não estabelecimento com o significado; as linhas que dividem as partes representam fronteiras; os vetores representam o caminho relacional entre os significantes na materialização do estudante; os círculos vermelhos e suas siglas representam a classificação analítica da conceitualização em bioquímica, onde: CC - corresponde à coerência conceitual, LC - significa lacuna conceitual, EC - equívoco conceitual e PC - conceito parcialmente consolidado.

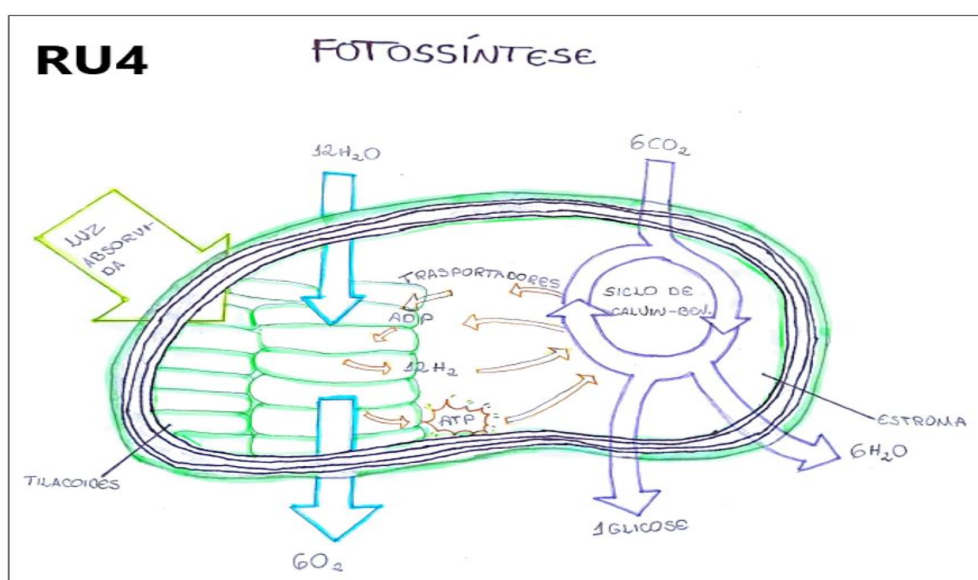
A ecologia é um campo conceitual que é facilmente integrado à fotossíntese. A consideração dela foi verificada em outras produções. No entanto, verificamos que à medida que a ecologia proporciona um pensamento sistêmico que lhe é característico – permitindo que os estudantes façam relações entre conceitos ecológicos macroscópicos e situacionais exercitando o pensamento interdisciplinar – há uma desconexão com as perspectivas microscópicas e moleculares que envolvem não apenas a fotossíntese, como também a própria ecologia.

Verificamos que o estudante desenha duas árvores, mas uma delas tem a estrutura radicular destacada, o que representa a relação dela com o solo, meio pelo qual se disponibiliza a matéria decomposta, representada pelo animal morto. Esta situação, por exemplo, poderia ter sido relacionada à microbiota do solo e a sua participação na degradação da matéria em partículas moleculares e atômicas. Relacioná-la com a fotossíntese na perspectiva molecular pode ter se dado considerando as biomoléculas e a transferência de carbono nesse processo que é complexo. A exploração do conceito de água, no desenho, também é visível quando só observamos a sua forma gasosa, representada pelas nuvens, mas o papel da água nesse ciclo é subestimado.

Na

Fotografia 3, vemos o desenho esquemático do estudante urbano RU4 sobre a fotossíntese. Trata-se da representação esquemática do cloroplasto com detalhes do processo fotossintético em nível microscópico e submicroscópico.

Fotografia 3 — Desenho do estudante urbano (RU4) sobre a fotossíntese

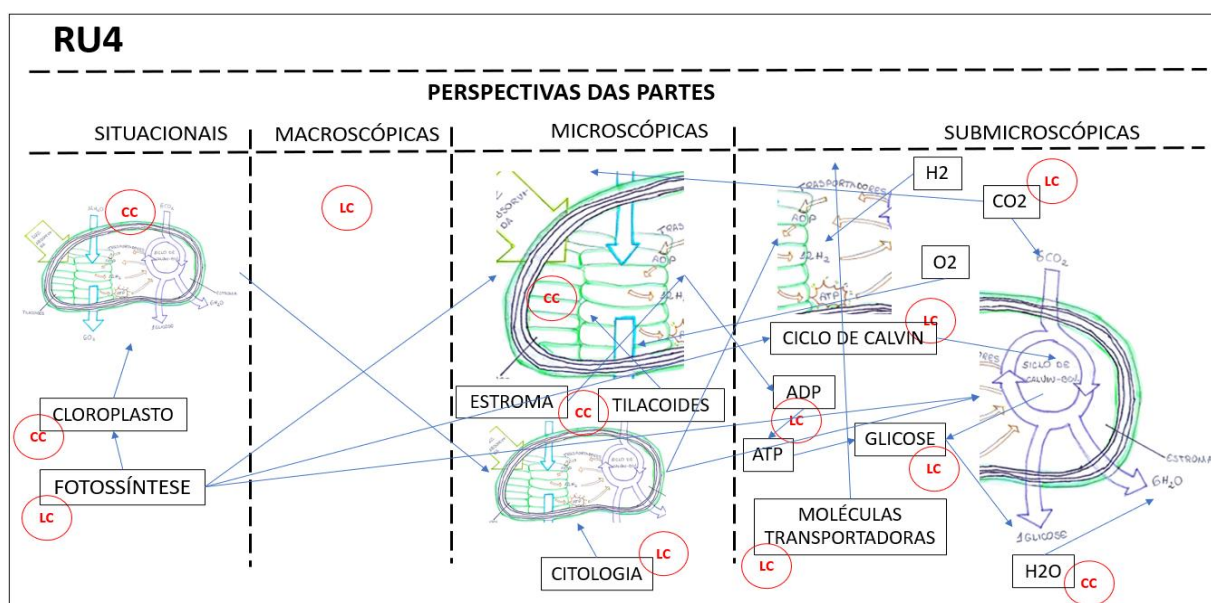


Fonte: fotografia por celular (produzido pelo estudante RS3)

O

Esquema 22 de conceitualização do estudante RU4 mostra que ele parte da fotossíntese como situação localizada sobre o domínio microscópico, visto que o processo é considerado por analisá-lo a partir dos processos bioquímicos nas fases luminosa e escura. Isso faz com que o estudante desconsidere a perspectiva macroscópica, valorizando o reducionismo na explicação e isolando-o das outras perspectivas que implicam em outros campos conceituais.

Esquema 22 — Processo de conceitualização sobre fotossíntese feito por RU4



Fonte: autoria própria, construído com *PowerPoint 365*®

Nota: os termos contidos em retângulos correspondem aos significantes de cada parte; os significantes em negrito contidos por retângulos pontilhados representam o não estabelecimento com o significado; as linhas que dividem as partes representam fronteiras; os vetores representam o caminho relacional entre os significantes na materialização do estudante; os círculos vermelhos e suas siglas representam a classificação analítica da conceitualização em bioquímica, onde: CC - corresponde à coerência conceitual, LC - significa lacuna conceitual, EC - equívoco conceitual e PC - conceito parcialmente consolidado.

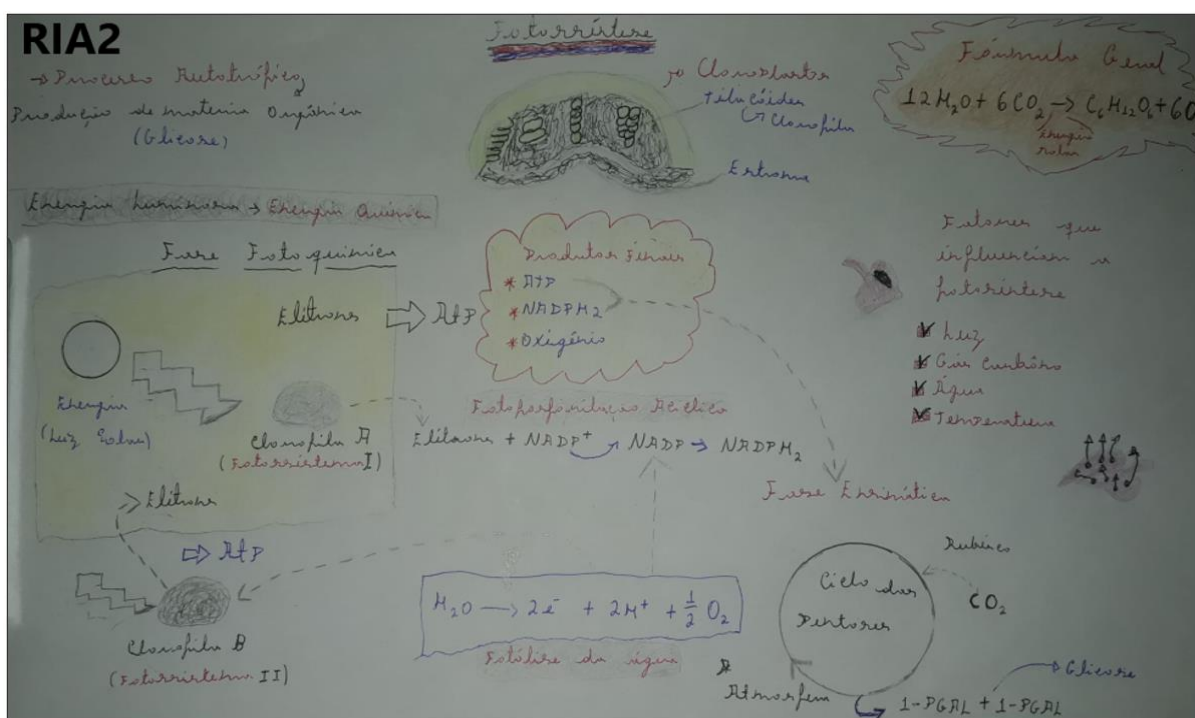
Analisando o desenho esquemático do cloroplasto relacionado ao processo fotossintético que foi produzido pelo estudante urbano RU4, fica clara a valorização da perspectiva microscópica. Nessa lógica, a coerência conceitual é bem estabelecida, visto que na perspectiva submicroscópica apresenta lacunas conceituais pela não separação entre fase luminosa e escura. Do mesmo modo, também não apresenta relações das moléculas “glicose”, “moléculas transportadoras”, “ATP”, “ADP”, “H₂O”, “CO₂” e “O₂” em nível molecular e atômico; por exemplo, a glicose como monossacarídeo básico aos demais carboidratos

complexos como a celulose e o amido, a consideração das moléculas transportadoras como proteínas e a relação dessas moléculas com a as estruturas, funções e situações macroscópicas.

Essa separação isola a conceitualização bioquímica do contexto de vida do estudante, impedindo a travessia de fronteiras culturais e a compreensão de situações que remetem à compreensão da fotossíntese. Sendo necessário à travessia de fronteiras e a busca pela conceitualização bioquímica em detrimento das lacunas conceituais. De tal modo, é válido considerar um ensino e aprendizagem pautados na apresentação de significantes e significados de outros campos conceituais, como a química e seus diversos conteúdos que são subculturais, tal qual a biologia que, juntamente à química, constituem a interdisciplinaridade básica da bioquímica.

Na Fotografia 4, visualizamos o esquema conceitual produzido pelo estudante indígena *Atikum* RIA2. O esquema foi feito à mão e fotografado. Nele, verificamos significantes conceituais e processuais que interligam partes e que relacionam perspectivas macroscópicas com as demais perspectivas micro e submicroscópicas. Neste esquema conceitual, o estudante não se limitou à representação textual, buscou representar o próprio olhar através do desenho.

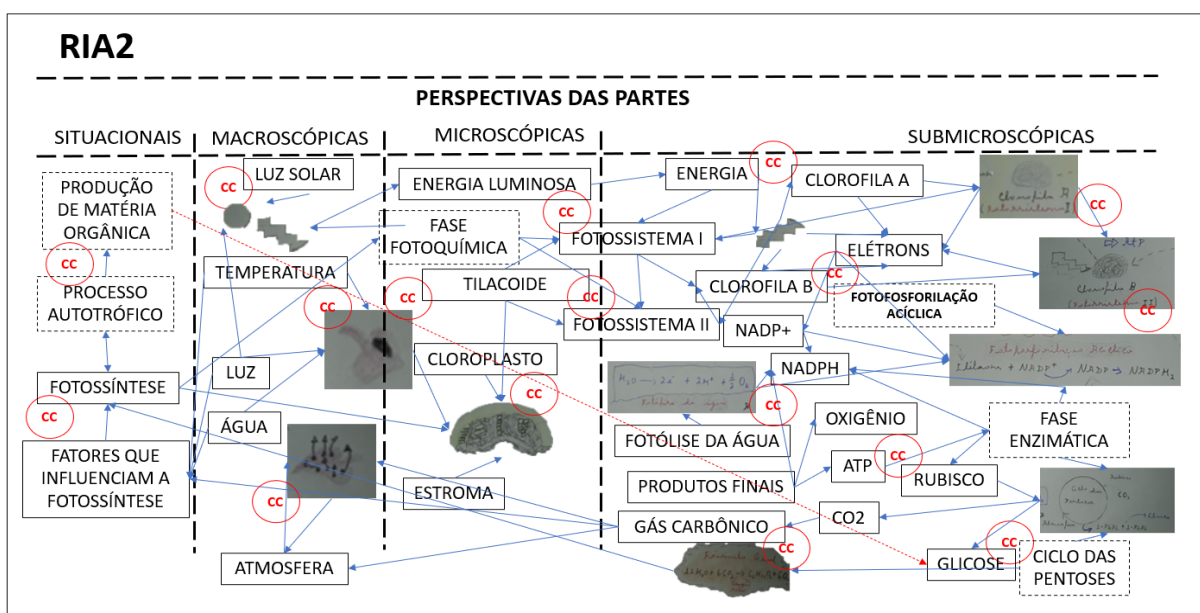
Fotografia 4 — Desenho do estudante indígena *Atikum* (RIA2) sobre a fotossíntese



Fonte: fotografia por celular (produzido pelo estudante RS3)

No Esquema 23, vemos o posicionamento dos significantes imagéticos e textuais nas respectivas partes. O estudante RIA2 apresentou perspectivas situacionais sinônimas ao processo fotossintético, não apresentou a relação entre a fotossíntese e as diferentes situações, limitando o pensamento a conceitualizar exclusivamente sobre a fotossíntese. Em outras palavras, pode-se dizer que a fotossíntese não foi generalizada às perspectivas situacionais interdisciplinares como a produção de energia fóssil ou relações ecológicas.

Esquema 23 — Processo de conceitualização sobre fotossíntese feito por RIA2



Fonte: autoria própria, construído com *PowerPoint 365*®

Nota: os termos contidos em retângulos correspondem aos significantes de cada parte; os significantes em negrito contidos por retângulos pontilhados representam o não estabelecimento com o significado; as linhas que dividem as partes representam fronteiras; os vetores representam o caminho relacional entre os significantes na materialização do estudante; os círculos vermelhos e suas siglas representam a classificação analítica da conceitualização em bioquímica, onde: CC - corresponde à coerência conceitual, LC - significa lacuna conceitual, EC - equívoco conceitual e PC - conceito parcialmente consolidado.

Todavia, o estudante se aprofunda na conceitualização sobre a fotossíntese. Aborda significantes de perspectivas macroscópicas, microscópicas e, principalmente, as submicroscópicas ou moleculares. O desenho de uma folha com um corte tecidual busca revelar suas constituições microscópicas especialmente quando, no esquema, tal folha se conecta ao cloroplasto, organela importante à fotossíntese. Na perspectiva microscópica, significantes textuais e imagéticos são utilizados para apresentar e relacionar o cloroplasto, como o estroma e os tilacoides.

As fases fotossintéticas são devidamente identificadas como fase fotoquímica e fase enzimática. Elas, então, foram relacionadas aos componentes físicos e químicos, bem como com os seus respectivos processos e suas reações bioquímicas. Ao final do esquema conceitual, RIA2 retorna ao conceito situacional inicial “Fotossíntese”, quando finaliza com a fórmula geral da fotossíntese que resume os processos complexos que ele abordou durante a construção do esquema.

Após a análise teórica geral do processo de conceitualização, nos ocupamos de uma análise das diferentes perspectivas teóricas consideradas. Quanto à conceitualização bioquímica, classificamos modalidades conceituais, de acordo com Couto *et al.* (2016), como conceitos coerentes, lacunas conceituais e equívocos. A ocorrência desses conceitos nas produções obedeceu ao percentual observado de acordo com a totalidade de conceitos de cada produção estudantil, em que até 50% de ocorrência foi considerado baixo, entre 50% e 70% equilibrado e acima de 70% alta ocorrência. Os resultados são analisados no Quadro 39.

Quadro 39 — Análise da conceitualização em bioquímica e sua relação com o número de significantes

ESTUDANTE	CARACTERÍSTICAS DA CONCEITUALIZAÇÃO BIOQUÍMICA											
	Coerentes			Lacunas			Equívocos			Significantes		
	B	E	A	B	E	A	B	E	A	B	E	A
RU2												
RU4												
RS2												
RS3												
RS4												
RS5												
RIA1												
RIA2												
RIT1												
RQ												

Fonte: autoria própria

Nota: B: baixo percentual de ocorrência (menos de 50%); E: percentual de ocorrência equilibrado (entre 50 e 60%); A: alto percentual de ocorrência (acima de 60%). Os campos não preenchidos retangulares indicam nulidade pela ausência da observação de algumas das características de conceitualização.

Existe uma relação entre os tipos de produções com o número de significantes utilizados e a conceitualização sobre a fotossíntese. Os estudantes RIA2 (que produziu um esquema conceitual) e RQ (um texto ilustrado) apresentaram alta ocorrência de conceitos coerentes, baixa ocorrência de lacunas conceituais e nenhum equívoco conceitual e ambos fizeram uso de grande número de significantes textuais e imagéticos.

Embora Couto *et al.* (2016) identifiquem diferentes classificações para a conceitualização em bioquímica – incluindo a caracterização de uma lacuna conceitual – é em Vergnaud (2000) que nós nos apoiamos para compreender as falhas de conceitualização que chamamos de lacunas. Para o autor, existem três fontes de lacunas entre o real e os signos: (1) a lacuna entre o real e os invariantes operatórios; (2) a lacuna entre os significados e os significantes da língua; (3) a lacuna entre os invariantes operatórios e os significados. Isso nos permite classificar as lacunas verificadas na conceitualização da bioquímica, conforme demonstrado no Quadro 40, abaixo.

Quadro 40 — Caracterização das lacunas conceituais em bioquímica segundo Vergnaud (2000)

TIPOS DE LACUNAS	DESCRIÇÃO DA LACUNA
Entre o real e os invariantes	<ul style="list-style-type: none"> • Há dificuldades para a representação do real nas perspectivas micro e submicroscópicas. • Os significantes nas perspectivas não visuais, de nível celular e molecular, pertencem à cultura científica, não havendo aporte relacional com as culturas extraescolares que não seja através da recursividade, apoiada pelos invariantes macroscópicos. • Este tipo de lacuna é potencializado pela lógica cartesiana que impede as conexões recursivas mantendo os esquemas e seus invariantes operatórios isolados.
Entre os significados e os significantes da língua	<ul style="list-style-type: none"> • O conceito de energia, muito importante na conceitualização bioquímica, apresentou situações lacunares entre o significado e os significantes, não só da língua escrita, como também na representação imagética. • A energia foi descrita, por vezes, como um significante químico, outras vezes, físico de ordem luminosa e indiretamente termodinâmica, sendo representada com simbologia de raio elétrico desenhado. Essas relações comprometem a conceitualização sobre fotossíntese. • Determinados conceitos de potencial transdisciplinar, como é o conceito de energia, devem ser trabalhados no ensino das ciências de maneira complexa em que se consideram os significados da física, da biologia, da química e de outros campos, como a espiritualidade (importante ao se considerar o interculturalismo).
Entre os invariantes operatórios e os significados	<ul style="list-style-type: none"> • O conceito de energia também proporcionou lacunas desse tipo quando o invariante “energia” é empregado para caracterizar diferentes tipos de energia. A compreensão do tipo energético na bioquímica é um ponto crucial à sua conceitualização. • O significado de uma queimadura é diferente do significado de um choque elétrico, que também se mantém tradicionalmente desconexo do significado

	de fadiga muscular e mental ou, ainda, da fisiologia mecânica e sonora, envolvidas laringofaríngeas, mas todos esses significados se constituem em esquemas e subesquemas tradicionalmente separados que empregam o mesmo invariante “energia”, mas que possui significados diferentes.
--	---

Fonte: elaborado a partir de Vergnaud (2000)

Essas lacunas em bioquímica são de dois tipos: campos conceituais não visíveis e de ordem paradigmática. A primeira sofre influência direta da ausência de invariantes operatórios que, conseqüentemente, afetam os significantes e significados do nível macroscópico que é bem estabelecido cognitivamente. Podemos classificar os invariantes da fotossíntese conforme a perspectiva ou nível da biologia não visível em:

- a) invariantes microscópicos: célula vegetal, parede celular, membrana celular, citoplasma, cloroplasto, tilacoide, estroma, estômato, vasos condutores, parênquima etc.
- b) invariantes submicroscópicos: componentes da membrana do tilacoide, moléculas (água, oxigênio, ATP, NADP⁺, proteína, proteína pigmentante, clorofila, enzima, lipídeo, carboidrato, glicose, sacarose, frutose, amido, celulose, hemicelulose), átomos, cátions e ânions, elétrons, energia, fóton e éxciton, comprimento de onda luminosa.
- c) invariantes de fenômenos reacionais e dinâmicos em nível microscópico e submicroscópico: transferência de energia, excitação, energia elétrica, energia térmica, fotólise, síntese, reações químicas, osmose, difusão, absorção luminosa, Ciclo de Calvin, fosforilação, oxidação, fotooxidação, reação de redução etc.

O segundo tipo lacunar se estabelece paradigmaticamente ao nível do pensamento, em que o paradigma cartesiano impõe uma estrutura de percepção isolada dos esquemas e dos seus componentes invariantes: significantes e de significados. Há de se destacar, aqui, que o paradigma científico se estabelece do ponto de vista prático e do pensamento de maneira imbricada, no qual a estrutura escolar e a prática docente, por exemplo, são tradicionalmente estabelecidas sob o paradigma cartesiano, de modo que a escola ensina o estudante a pensar e a agir sob a égide desse paradigma. Esse fato promove dificuldades no estabelecimento de conceitualizações interdisciplinares da bioquímica.

A energia é um conceito chave para a compreensão da fotossíntese, visto que geralmente ela é subestimada à classificação de “energia luminosa” ou “energia solar”, mas passa por

transformações de ordem físico-química que interferem diretamente na compreensão da fotossíntese. Primeiro, os fótons transferem a energia para os fotossistemas de clorofila que se energizam com os fótons e transferem essa energia para elétrons excitando-os. A energia elétrica, chamada de éxciton, será transferida ao longo da membrana do tilacoide para ser usada na construção de moléculas de ATP e NADPH. Em todo esse processo, a energia é transformada (energia luminosa > energia elétrica ou éxciton > energia química). A fotossíntese é um processo em que os elétrons de moléculas excitadas de clorofila são passados por uma série de aceptores que convertem a energia eletrônica em energia química (VOET, VOET e PRATT, 2002).

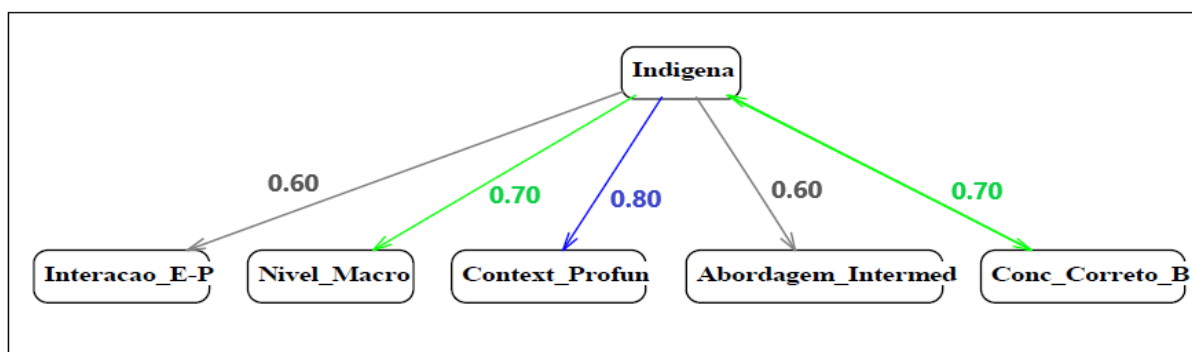
Podemos dizer, então, que o paradigma científico como fator de organização do pensamento é um elemento importante para a compreensão da travessia de fronteiras culturais e que isso implica, diretamente, no processo de conceitualização de sistemas complexos que envolvem diferentes campos conceituais como a bioquímica.

O número de significantes utilizados contribui com o processo de conceitualização da fotossíntese que, por sua vez, é complexo por se relacionar com diferentes campos conceituais. Relações do processo de conceitualização com questões interculturais podem ser feitas. Com esse intuito, aplicamos a ASI nesses resultados para a compreensão relacional entre as variáveis que operam no processo de conceitualização multicultural.

Inicialmente, analisamos as implicações referentes às culturas indígena, sertaneja e urbana. Como só tivemos uma estudante quilombola, a análise para esta cultura não pode ser realizada. Para a geração dos grafos implicativos, centramos nosso olhar na compreensão das relações com as culturas, com a produção escolar, com a identificação dos paradigmas científicos na estrutura do pensamento na conceitualização sobre a fotossíntese, com as perspectivas da biologia e com o interacionismo assíncrono.

O Grafo implicativo 10 apresenta as alusões vinculadas aos estudantes indígenas, em que se verificam as tendências à interação assíncrona com o professor (Interacao_E-P), à dominância da perspectiva macroscópica da biologia (Nivel_Macro), à abordagem do conteúdo científico intermediária (Abordagem_Intermed), à baixa frequência de conceitos corretos ou coerentes (Conc_Correto_B) e a uma contextualização profunda (Context_Profun), quando relacionam os conteúdos com questões da própria cultura.

Grafo implicativo 10 — Implicações da conceitualização referentes à cultura indígena



Fonte: CHIC 7.0 (2014), adaptado para inserção dos índices implicativos através do *Paint 3D*®

Nota: vetor cinza: índice de implicação 0,60; verde: 0,70; azul: 0,80; vermelho: 0,90.

Nessas relações, podemos identificar que o estudante indígena teve, nos momentos assíncronos, maior interação com o professor quando questionava, debatia e contextualizava o conteúdo científico, marcando o professor nas postagens sobre os assuntos disponíveis nos balões. Essa característica interacionista com o docente deve ter sido potencializada pela mediação intercultural proposta pelo professor, que buscou, a todo o momento, ouvir a todos, questionar e interagir interculturalmente. A “Trilha do Leite” foi pensada para proporcionar essa mediação assíncrona que valoriza a interculturalidade.

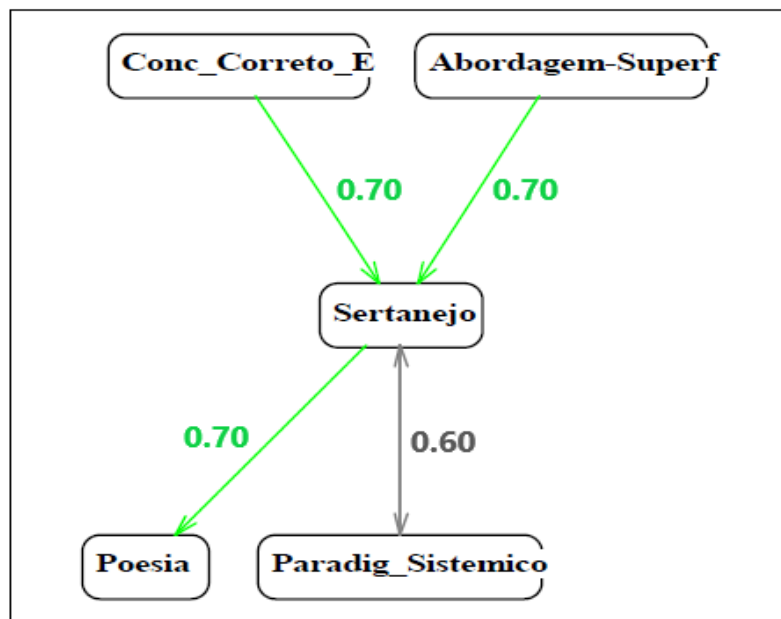
Os indígenas foram, também, aqueles que melhor articularam os conceitos científicos com a própria cultura, não se limitando apenas na citação de relações entre conceitos, mas explicando essas relações. Essas constatações são pontos que podemos chamar a atenção ao aporte da base cultural extraescolar nas relações de conceitualização escolar, mas que podem indicar a valorização dos seus próprios saberes, característica já observada na etapa de pesquisa intercultural. Quando lhes é dado a voz, eles se expressam.

Sobre a conceitualização em bioquímica, quanto ao conteúdo da fotossíntese, a cultura indígena se apega fortemente à perspectiva macroscópica e a abordagem do conteúdo científico intermediário, quando não a tratam com superficialidade nem com profundidade o que pode explicar a tendência à baixa ocorrência de conceitos coerentes.

Já a cultura sertaneja tem como características a conceitualização correta equilibrada (nem baixa frequência de conceitos corretos, tampouco alta frequência), abordagem do conteúdo científico superficial, quando podem escolher a forma de produção escolar, a poesia tende a ser preferência e, por isso, há uma relação do pensamento com o paradigma sistêmico, como podemos observar no Grafo Implicativo 11. O paradigma sistêmico foi consistente em

todas as respostas que buscaram responder sobre a fotossíntese, a partir do campo conceitual da Ecologia.

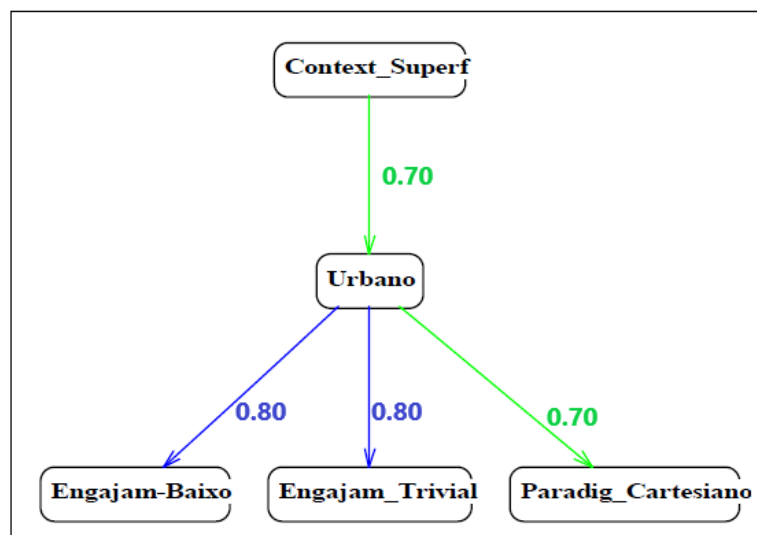
Grafo Implicativo 11 — Implicações da conceitualização referentes à cultura sertaneja



Fonte: CHIC 7.0 (2014), adaptado para inserção dos índices implicativos através do *Paint 3D*®

Nota: vetor cinza: índice de implicação 0,60; verde: 0,70.

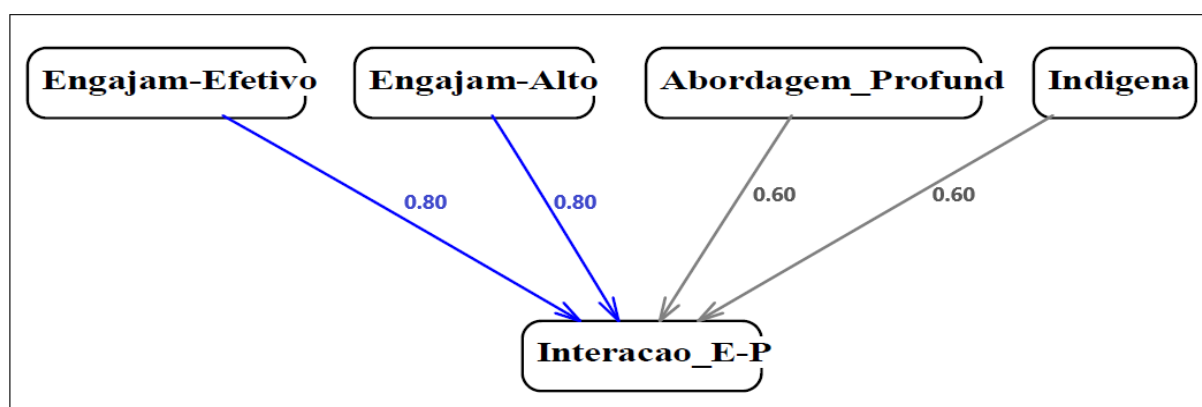
A contextualização superficial (*Context_Superf*), quando as relações contextuais são apenas citadas, correspondem às características da cultura urbana salgueirense que, por sua vez, tendeu ao baixo nível de engajamento (*Engajam-Baixo*), especialmente, quando realizaram abaixo de 50% dos balões distribuídos na “Trilha do Leite”. O engajamento trivial (*Engajam-Trivial*) se deu quando os estudantes buscaram apenas cumprir a tarefa escolar sem crítica nem reflexão. A produção sobre a fotossíntese tendeu às perspectivas do paradigma cartesiano (*Paradig_Cartesiano*), como pode ser verificado no Grafo implicativo 12.

Grafo implicativo 12 — Implicações da conceitualização referentes à cultura urbana

Fonte: CHIC 7.0 (2014), adaptado para inserção dos índices implicativos através do *Paint 3D*®.

Nota: vetor cinza: índice de implicação 0,60; verde: 0,70; azul: 0,80.

Os grafos, a seguir, apresentam as implicações concernentes ao interacionismo assíncrono. A relação de interação entre estudante e professor apresenta implicações referentes ao engajamento efetivo (*Engajam_Efetivo*), caracterizado pelas postagens críticas, reflexivas e contextuais; ao alto engajamento (*Engajam_Alto*), quando a taxa de postagens em balões superou 60%; e à abordagem profunda do conteúdo (*Abordagem_Profund*), uma característica que tende a ser da cultura indígena (*Grafo Implicativo 13*).

Grafo Implicativo 13 — Implicações referentes à interação assíncrona estudante-professor

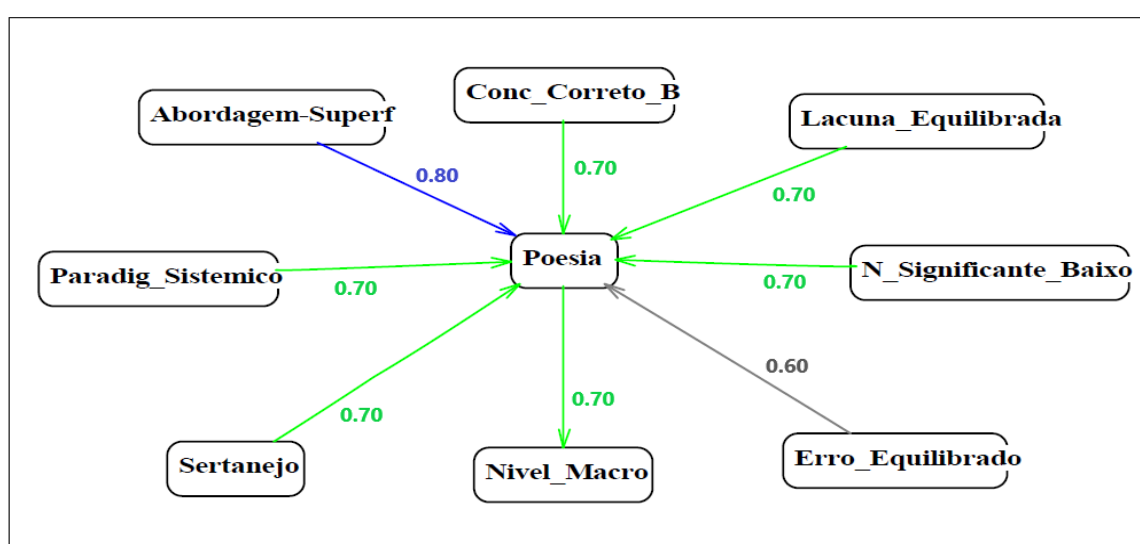
Fonte: CHIC 7.0 (2014), adaptado para inserção dos índices implicativos através do *Paint 3D*®

Nota: vetor cinza: índice de implicação 0,60; verde: 0,70; azul: 0,80.

Em relação às produções estudantis para explicar sobre a fotossíntese, percebemos que – no Grafo Implicativo 14 – o gênero textual poético (*Poesia*) implicou em expressão

conceitual, baseada na perspectiva macroscópica (Nivel_Macro), sendo a poesia uma produção que tendeu a ser escolhida por estudantes sertanejos (Sertanejo). Essa modalidade é caracterizada por um pensamento que remete ao paradigma sistêmico (Paradig_Sistêmico), com abordagem superficial do conteúdo científico (Abordagem-Superf), relacionada à baixa incidência da correta conceitualização do conteúdo científico (Conc_Correto_B), com marcante ocorrência de lacunas conceituais (lacuna_equilibrada) e erros conceituais (Erro_Equilibrado), além de reduzido número de significantes utilizados para conceituar a fotossíntese (N_Significante_Baixo).

Grafo Implicativo 14 — Implicações referentes à produção escolar no gênero textual Poesia



Fonte: CHIC 7.0 (2014), adaptado para inserção dos índices implicativos através do *Paint 3D*®

Nota: vetor cinza: índice de implicação 0,60; verde: 0,70; azul: 0,80

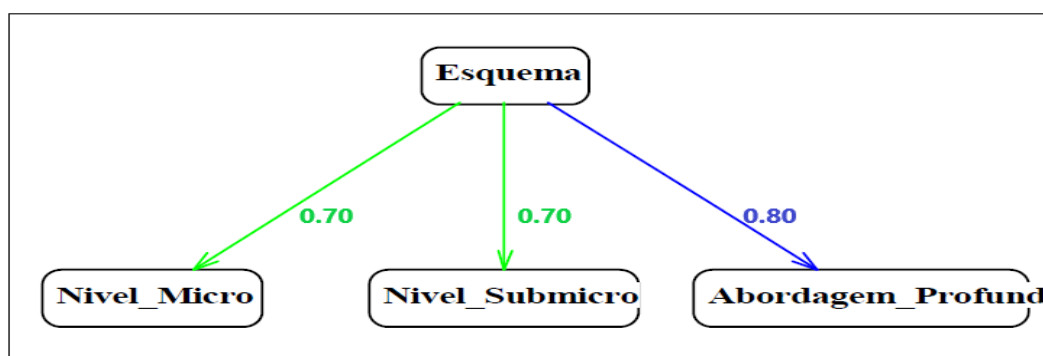
Como os estudantes estiveram livres para escolher como explicar a fotossíntese, em uma perspectiva de valorização das habilidades multimodais e multiletradas, percebe-se que – nessas relações de implicação sobre o gênero textual poético – há uma implicação da cultura sertaneja, em que expressões culturais sertanejas muito marcantes (o aboio, o cordel, o repente e o forró) são baseadas na estrutura poética. A escolha dos estudantes por explicar a fotossíntese através de uma poesia revela multiletramentos que podem ser específicos a determinadas culturas.

Todavia, a poesia apresenta o que Acioly-Régner (2019) chama de dimensão operatória, que é o saber fazer a poesia gerindo as regras métricas, as rimas para externar uma opinião, sentimento ou conhecimento e que, por sua vez, é aprendida e desenvolvida no contexto extraescolar. Porém, a vulnerabilidade da dimensão predicativa, relativa à devida apropriação dos significantes e significados implicados à bioquímica fotossintética, dificulta a

conceitualização bioquímica em uma poesia produzida por estudantes do ensino médio. Uma forma de valorizar essa expressão cultural seria por meio de projetos de ensino transdisciplinares que combinassem disciplinas da área biológica e bioquímica aplicada à disciplina de português.

As produções de esquemas conceituais implicaram em uma abordagem profunda do conteúdo científico (Abordagem_Profund), não limitando-se à perspectiva macroscópica, mas tendendo às perspectivas micro (Nivel_Micro) e submicroscópica (Nivel_Submicro), como podemos verificar no Grafo Implicativo 15. Ferrão e Santarosa (2020) destacaram a importância de esquemas conceituais que possibilitam a compreensão do processo de conceitualização pela integração de um conjunto de conhecimentos relativos a um tema, por meio de uma rede de relações. Os esquemas conceituais são, ainda, constituídos de representações simbólicas de um determinado campo conceitual que – para Vergnaud (1998) – tais representações são atribuídas à interação social, à linguagem e à progressiva representação simbólica em determinado domínio de um campo conceitual.

Grafo Implicativo 15 — Implicações referentes à produção escolar do tipo esquema conceitual



Fonte: CHIC 7.0 (2014), adaptado para inserção dos índices implicativos através do *Paint 3D*®

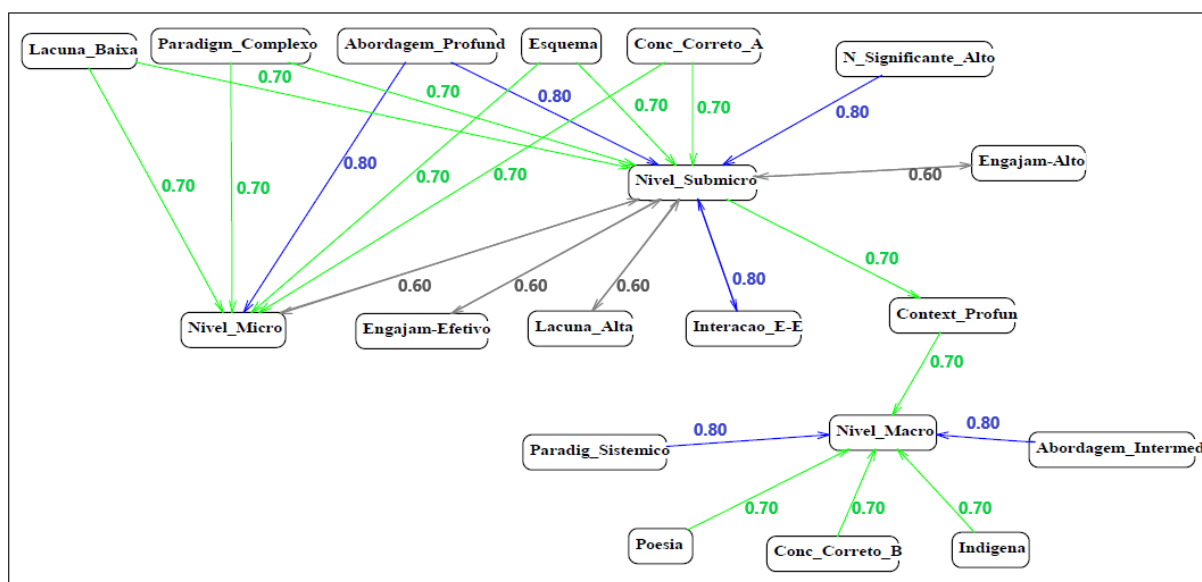
Nota: vetor cinza: índice de implicação 0,60; verde: 0,70; azul: 0,80.

Quando se trata de bioquímica, as maiores dificuldades já relatadas e reconhecidas por outros autores correspondem à falta de domínio conceitual, principalmente, na perspectiva microscópica (nível celular) e submicroscópica (nível molecular) e na articulação conceitual entre essas perspectivas. O que, para Vergnaud (1990), é exatamente a articulação entre campos conceituais diferentes requeridos para determinada conceitualização.

No Grafo Implicativo 16, observamos que as relações conceituais em bioquímica apresentam maior frequência de lacunas conceituais (Lacuna_Baixa; Lacuna_Alta) implicadas às perspectivas micro (Nivel_Micro; Nivel_Submicro) e submicroscópicas. O uso de esquemas

(Esquema) implica em maior relação às perspectivas micro e submicroscópicas que também sofrem implicação de produções caracterizadas por uma abordagem profunda do conteúdo científico (Abordagem_Profund) e com maior domínio conceitual (Conc_Correto_A). Características que refletem maior qualidade do engajamento estudantil (Engajam-Alto; Engajam-Efetivo) também implicam nessas perspectivas biológicas micro e submicroscópica e, por isso, contribuem com o processo de conceitualização escolar sobre a fotossíntese.

Grafo Implicativo 16 — Implicações referentes às perspectivas macro, micro e submicroscópica da biologia



Fonte: CHIC 7.0 (2014), adaptado para inserção dos índices implicativos através do *Paint 3D*®

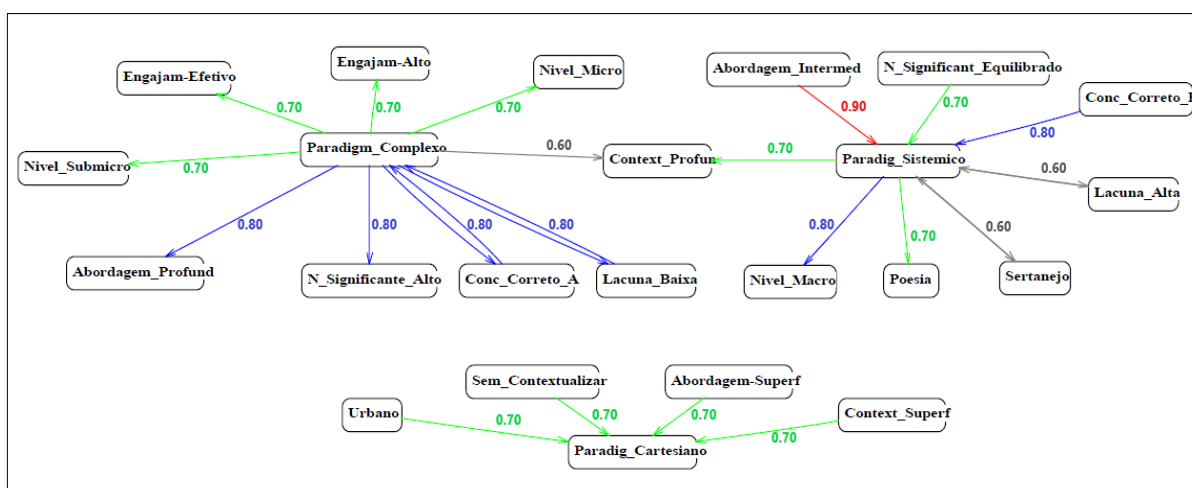
Nota: vetor cinza: índice de implicação 0,60; verde: 0,70; azul: 0,80.

A variável de contextualização profunda (Context_Profun) sofre implicação da perspectiva submicroscópica (Nível_Micro) e implica na perspectiva macroscópica (Nível_Macro), devido a conceitos do campo científico ecológico, como, por exemplo, “luz” (macro e microscópica) e “energia” (micro e submicroscópica). Esses dois conceitos apresentam diferentes significados quando relacionados a outros campos conceituais: “luz solar”, “partícula de luz”, “fótons”, “luz absorvida”, “energia solar”, “energia térmica”, “energia química”. Servindo, assim, como elo entre as perspectivas macro e submicroscópica. Dessa forma, o conceito de energia pode ser um tema transversal para a mediação da aprendizagem de bioquímica que, por sua vez, poderá unir perspectivas macro, micro e submicroscópicas, auxiliando o professor a partir do contexto do estudante para a conceitualização científica.

O processo de conceitualização científica se estrutura no pensamento e sua materialização, à prática, se deve graças às influências paradigmáticas da ciência que estruturam a cultura escolar. Nessa estruturação o paradigma cartesiano responde com maior prevalência por ser um paradigma vigente e aceito há muitos anos, tendo sido a base da estruturação escolar brasileira (BEHRENS, 2015). Ao se refletir sobre a bioquímica, que é uma área científica interdisciplinar e complexa, podemos identificar características ligadas às influências paradigmáticas. Considerando que o curso “Na Trilha do Leite” foi planejado e proposto segundo o paradigma da complexidade, em que tanto o dispositivo assíncrono como as aulas síncronas mediaram a construção de um pensamento complexo – tanto do ponto de vista dos conhecimentos científicos, ao considerar as perspectivas ou níveis da biologia do campo macroscópico ao submicroscópico e interdisciplinar, quanto do ponto de vista dos conhecimentos extraescolares.

Assim, o Grafo Implicativo 17 apresenta as relações de implicação dos paradigmas científicos (cartesiano, sistêmico e complexo) relacionadas ao engajamento estudantil em atividades assíncronas, ao tipo de produção escolar escolhida pelo estudante para explicar a fotossíntese e as relações conceituais e, por fim, à estrutura do pensamento dos estudantes.

Grafo Implicativo 17 — Implicações referentes à influência dos paradigmas científicos na conceitualização sobre fotossíntese



Fonte: CHIC 7.0 (2014), adaptado para inserção dos índices implicativos através do *Paint 3D*®

Nota: vetor cinza: índice de implicação 0,60; verde: 0,70; azul: 0,80; vermelho: 0,90.

O paradigma complexo (Paradigma_Complexo) implica em processos de conceitualização com uso de maior número de significantes (N_Significante_Alto), em que os conceitos científicos foram abordados com maior profundidade (Abordagem_Profund) e, por

isso, houve relação com a alta ocorrência de conceitos coerentes (Conc_Correto_A) e com a baixa ocorrência de lacunas conceituais (Lacuna_Baixa). Além disso, o paradigma complexo implicou em relações conceituais pertencentes às perspectivas microscópicas (Nivel_Micro) e submicroscópicas (Nivel_Submicro). Também exige engajamento assíncrono alto (Engajam_Alto) e profundo (Engajam_Profun).

As relações contextuais profundas (Context_Profun) são elos entre as relações de implicação entre os paradigmas complexo (Paradigma_Complexo) e sistêmico (Paradigma_Sistemico). Isso reforça a compreensão sobre o potencial que a cultura extraescolar tem no processo de conceitualização científica em perspectivas de ensino e aprendizagem não cartesianas. As relações entre os diferentes campos conceituais e suas perspectivas macro, micro e submicroscópicas devem partir de sistemas conceituais da cultura extraescolar dos estudantes para que, assim, a cultura escolar faça sentido, favorecendo a conceitualização científica.

O paradigma sistêmico (Paradigma_Sistemico) sofre implicações de abordagens conceituais intermediárias (Abordagem_Intermed) e do número de significantes, também intermediário (N_Significante_Equilibrado). Características implicativas que explicam entraves nas relações entre os distintos campos conceituais que limitam o pensamento, no processo conceitual, a uma dimensão complexa, mas que não deixa de fazer interconexões conceituais entre diferentes campos.

A conceitualização vinculada à perspectiva paradigmática sistêmica se caracteriza pela baixa ocorrência de conceitos corretos (Conc_Correto_B) e por um número mais elevado de lacunas conceituais (Lacuna_Alta). O paradigma sistêmico implicou em produções poéticas (Poesia) e na cultura sertaneja (Sertanejo), já que foram os sertanejos os principais estudantes que optaram por esse tipo textual. Uma relação implicativa serve de base para a compreensão mais abrangente das características do paradigma sistêmico: a sua implicação sobre a perspectiva macroscópica (Nivel_Macro). A explicação da fotossíntese pautada sobre aquilo que se vê, aumenta o número de lacunas conceituais, pois os níveis microscópicos e submicroscópicos – importantes para a conceitualização da bioquímica – não são devidamente considerados. Tal fator também limita a conceitualização coerente, reduzindo a sua ocorrência na produção textual poética.

O paradigma cartesiano (Paradig_Cartesiano), por sua vez, sofre implicação da cultura urbana (Urbano) e de relações conceituais (Abordagem_Superf) e contextuais

(Contexto_Superf) superficiais. Uma das possibilidades para esse vínculo da estrutura paradigmática cartesiana na produção dos estudantes urbanos é o simples objetivo de cumprimento da tarefa, sem o devido processo de reflexão crítica. Outro fator pode ser a relação que a cultura impõe à construção do conhecimento, diferentemente dos indígenas, quilombola e sertanejos, os estudantes urbanos não expuseram relações culturais com maior valorização dos conhecimentos cotidianos, relacionando isso com a cultura escolar. Características que podem ser compreendidas nas implicações cartesianas.

7.4.3.3 Construção de conceitos em atividades síncronas

Aqui, buscamos apresentar alguns aspectos dos processos de conceitualizações específicos da atividade síncrona, por meio de aulas ao vivo em videoconferência. Inicialmente, apresentaremos um excerto do diálogo acerca do primeiro episódio do videobook “Fotossíntese”, para podermos seguir um raciocínio analítico mais próximo das produções assíncronas sobre o mesmo tema. Em seguida, verificaremos a produção final, realizada em momento síncrono, para compreendê-la como uma perspectiva materializada do objetivo do curso “Na Trilha do Leite”, ou seja, como uma proposta pautada na interculturalidade e na complexidade para a construção de conceitos em bioquímica.

Apresentamos uma sequência de quadros com alguns trechos dialógicos entre os estudantes e o professor que media a construção do conhecimento sobre fotossíntese relacionada ao leite. As transcrições, apesar de separadas em quadros distintos, tratam da mesma discussão, mas em aulas síncronas diferentes, ministradas para estudantes como reposição de aula. Lembramos que essa foi a segunda lição e, portanto, os estudantes já haviam sido expostos à primeira lição mediada de modo síncrono e, também, a uma dezena de conteúdos: textos, imagens, vídeos e animações disponíveis de modo assíncrono na plataforma *Miro*® “Na Trilha do Leite”. As exposições síncronas e assíncronas foram diversificadas em situações e campos conceituais, tendo o leite como tema transversal. O Quadro 41 apresenta discussões referentes ao registro videográfico “3ª Caminhada Na Trilha do Leite”.

Quadro 41 — Diálogos sobre o videobook “Na Trilha do Leite - Parte 1: Fotossíntese”

(continua)

TEMPO	ESTUDANTE	FALA
01:04:31	RIT1	Pelo que entendi do vídeo, que eu saiba, é que todo o processo de nutrição da planta, vai interferir na produção do leite. Me corrige se eu estiver errado.

01:06:56	RS4	<p>Achei bastante interessante, porque a gente via que nas nossas aulas de agropecuária era muito voltado à produção. O alimento que o animal consumia tava muito relacionado à produtividade, quando a gente fala muito disso na questão da zootecnia. Já como RIT1 colocou, a gente vê mais a questão voltada para a qualidade do alimento que ele tá consumindo.</p> <p>Por que assim, da mesma forma que a vaca produz o leite de uma forma natural, né? É uma forma natural que ela produz o leite para alimentar o filhote. E da mesma forma são as plantas, que a forma natural delas não produzir para os animais, mas para o próprio desenvolvimento. Mas acaba servindo aos próprios animais. Isso é muito interessante! Aí é onde entra a questão da intervenção humana na questão do melhoramento das pastagens, questão de adubação e irrigação para estar alimentando essa planta, para ela conseguir produzir o próprio alimento e conseqüentemente poder alimentar os animais.</p>
01:09:32	RS4	<p>Eu acho que na questão da fotossíntese, tipo, se a gente entende a fotossíntese de uma planta, o processo que ela passa, pode até estar atrelado à irrigação e adubação de uma planta. E conseqüentemente será uma planta como maior teor de proteína, maior teor de carboidratos e vai refletir na produção do animal.</p>
01:10:50	RIA2	<p>Se a palha... a folha do capim, tiver uma área de contato maior vai aumentar a fotossíntese?</p>
01:11:02	Professor	<p>Imagine o seguinte RIA2: aqui estão as minhas mãos, todos sabem que eu tive três dedos amputados na mão direita. Imagine que com a minha mão esquerda eu toque a cabeça de RS5 e com a minha mão direita eu toque a cabeça de RU4. Qual dos dois terá maior contato comigo?</p>
01:11:58	RIA2	<p>RS5 por conta da maior quantidade de dedos.</p>
01:12:01	Professor	<p>Isso responde a sua pergunta sobre a influência da área de contato com a fotossíntese?</p>
01:12:13	RIA2	<p>Sim. A fotossíntese vai aumentar.</p>
01:49:36	RIA2	<p>Na questão do capim de corte roxo e outras plantas com folhas de cores diferentes do verde, elas fazem fotossíntese da mesma forma das plantas de folhas verdes?</p>
01:55:41	Professor	<p>O que acontece quando a gente tem uma planta, por exemplo, o capim-elfante-roxo, é que ele tem uma proteína, que é chamada de proteína pigmentante, que é uma proteína que reflete uma pigmentação, uma cor, é um pigmento que vai dar uma cor à planta.</p> <p>Quando a gente olha para uma planta e a vemos verde, é porque essa planta é rica em uma proteína verde pigmentante, que reflete os raios de luz de coloração verde e por isso ela se apresenta verde para a gente. Essa proteína que é verde, a gente a chama de clorofila!</p> <p>Quando uma planta é, por exemplo, roxa ou avermelhada, é rica em outro tipo de proteína pigmentante chamada ficobilina.</p> <p>Quando a gente olha a batata, que é rica em amido, que tem coloração branca porque ela tem uma proteína que reflete essa cor e é chamada de leucoplasto.</p> <p>Cada proteína pigmentante diferente terá um nome diferente por que a composição muda.</p> <p>E aí, vamos responder, especificamente a RIA2, “<i>ela faz o mesmo processo fotossintético?</i>” Faz sim! Faz a mesma coisa RIA2, porque ela substitui o pigmento que é clorofilético por um pigmento avermelhado. Então esse pigmento vermelho, por exemplo, não vai captar uma maior gama de raios. Porque a clorofila... porque a maior</p>

		parte das plantas são verdes, porque a clorofila consegue captar uma maior uma maior parcela de raios da luz do sol. Porque a luz do sol é composta por uma diversidade de raios. Cada raio reflete uma cor diferente. As cores do arco-íris, são sete cores... então cada raio reflete uma cor diferente, só que a cor verde consegue captar uma amplitude maior de raios. Então ela capta o raio amarelo, azul, verde... mas o pigmento vermelho só vai captar os raios vermelho e lilás. Então tem uma limitação no aproveitamento dessa luz, mas vai fazer o mesmo processo fotossintético que foi apresentado no videobook.
02:08:57	RS4	Fugindo um pouco do contexto que você está apresentando hoje, a gente vê uma importância muito grande das plantas na questão ambiental, né? Nessa parte onde ela inspira o CO ² e expira o oxigênio. Então é muito importante, assim... porque a gente vê muito a questão da preservação, né? Além de sombra, de descompactação do solo, a planta trás função extra que a gente ainda acaba esquecendo em nosso dia a dia.
02:10:00	RS4	A sombra é importante para combater o estresse térmico. A energia que ela estaria usando para produzir leite, vai usar para controle da temperatura corporal.

Fonte: autoria própria

Nessas falas, podemos perceber que o estudante faz relações entre a fotossíntese e questões agropecuárias relacionadas à busca por uma maior produtividade. Algumas relações percebidas com a exposição do assunto através do vídeo como RIT1, mesmo com a compreensão insegura, ficaram claras na primeira fala.

Já RS4 faz relações diretas entre a fotossíntese e a produção agropecuária, especialmente quando relaciona a importância da Forragicultura com o trato agrônomico das forragens para potencializar a produção de biomoléculas, como proteínas e carboidratos pelas plantas e, conseqüentemente, aumentar a produção do animal herbívoro. Nessa relação, o estudante considera a ecologia quando pondera sobre a finalidade da fotossíntese para a planta e não para o animal que a consome, mas que precisa dela para produzir o leite e amamentar a cria. Em outra passagem, RS4 se aprofunda na sistematização ecológica quando faz relação da planta (considerando a fotossíntese) com o consumo de gás carbônico e a com produção de oxigênio e, também, com as condições ambientais sobre relações de conforto térmico aos animais, pela oferta de sombra e pelo papel que o pasto (ou as plantas) exerce na descompactação do solo. Há uma relação desses pontos com o conceito de preservação ambiental, que compõe o campo conceitual da ecologia.

Nessas considerações, RS4 faz alusão às árvores que são importantes em um sistema de produção extensivo, por contribuir com o conforto térmico das vacas por meio da oferta de sombra. O estudante atrela à compreensão macroscópica do metabolismo corporal para efetuar

a homeostase ou o controle térmico do corpo que é uma compreensão macroscópica da bioquímica. O estudante faz relações de ordem do paradigma sistêmico relacionando conceitos zootécnicos, agrônômicos, biológicos, ecológicos e bioquímicos.

Com o estudante RIA2, observamos outra relação com a fotossíntese: a matemática e a física no campo da geometria espacial aplicada à fotossíntese, quando ele relaciona a área de contato foliar com a luz solar e conseqüentemente com a capacidade fotossintética. Ele trata do assunto conforme significantes cotidianos, como “palhada” significando a “folha do capim”, quando o próprio estudante faz a explicação do termo na fala.

Em outro momento, RIA2 faz um questionamento tomando por base o capim-elefante-roxo (*Pennisetum purpureum* Schum.⁷⁸), comum em áreas de várzea e próximas de açudes nas pequenas propriedades da região sertaneja e que, provavelmente, faz parte do contexto do estudante indígena. Esse fato é utilizado como exemplo para questionar o processo fotossintético devido à coloração roxa que a planta apresenta em suas folhas. A explicação dessa pergunta não fica limitada à explicação bioquímica sobre o tipo de proteína pigmentante, ou o limite à resposta simplória de que o processo fotossintético também ocorrerá, mas recorre à tentativa de uma explicação sobre os raios luminosos do campo conceitual da física óptica.

As clorofilas possuem duas faixas de absorção, uma no vermelho (comprimento de onda longo) e uma no azul (comprimento de onda curto). A ficoeritrina absorve luz azul e verde, ao passo que a ficocianina absorve luz amarela. Juntos, esses pigmentos absorvem a maior parte da luz visível do espectro solar. (VOET, VOET, PRATT, 2002, p. 533).

Com toda limitação que o professor apresentou acerca do campo conceitual da física óptica ao buscar explicar sobre a relação das cores das plantas com a fotossíntese, é de se registrar a busca por uma abordagem do conteúdo bioquímico não-tradicional que isola a bioquímica às perspectivas micro e submicroscópicas. As lições e as próprias produções estudantis que tratam sobre fotossíntese não são relacionadas aos outros conteúdos bioquímicos, como a bioquímica do leite.

No Quadro 42, acompanhamos algumas falas dos estudantes RQ e RU2 em uma aula de reposição da mesma lição sobre fotossíntese. Nesses excertos, podemos verificar a valorização

⁷⁸ Segundo González (1985) o capim-elefante-roxo (*Pennisetum purpureum* Schum.) é uma espécie de gramínea cespitosa, com folha comprida e lanceolada (como a folha da cana-de-açúcar que também é uma gramínea) de origem africana da região do Togo e que foi introduzida no Brasil na década de 1970. Apesar de ser muito exigente em água, não adaptada à região semiárida, o capim-elefante é bastante difundido em pequenas propriedades que possuem algum tipo de recurso hídrico como açudes, várzeas e regiões ribeirinhas ao Rio São Francisco pelo rápido crescimento, ideal para a alimentação animal.

que os estudantes fazem a respeito do videobook como ferramenta importante ao aprendizado da bioquímica. Essas opiniões reforçam a nossa perspectiva de que a complexidade do conteúdo bioquímico ser tradicional exige alto grau de abstração ao aprendizado de conceitos e fenômenos fora do nosso campo de visão. A complexidade da realidade composta por contextos escolares e extraescolares diversos – naturalmente interdisciplinares e transdisciplinares – exige também outras maneiras de representação dos diferentes campos conceituais e da materialização da linguagem não limitada ao texto.

Quadro 42 — Diálogos sobre o videobook "Na Trilha do Leite - Parte 1: Fotossíntese" na primeira aula de reposição

TEMPO	ESTUDANTE	FALA
00:18:56	RQ	Achei bem interessante o vídeo. Eu entendi um pouco que a energia luminosa, ela passa por um processo químico, né? Para a realização da fotossíntese. Eu fiquei com uma dúvida: como seria a captação dos nutrientes da vaca, como que elas fazem para receber esses nutrientes através das plantas? Como seria esse processo?
00:19:09	Professor	Na verdade, a energia luminosa, que é um elemento físico, influencia o processo químico da fotossíntese, RQ. E quanto as suas perguntas, elas serão apresentadas nos próximos episódios do videobook, o segundo episódio vai abordar a digestão e o terceiro a absorção dos nutrientes. Assim como nesse videobook vocês viajaram no interior das plantas e das células vegetais, nos próximos episódios vocês vão viajar no interior da vaca.
00:22:34	RQ	Eu achei o vídeo bem esquemático. A explicação toda bem detalhada. E tem a questão da parte visual. A gente só falar de bioquímica é difícil de a gente imaginar, assim... como seriam essas reações. O senhor colocou lá, tudo bem detalhadinho, qual o processo que ocorre. E os elétrons que são transferidos de uma molécula para outra... então visualizar esse processo fica melhor de compreender o assunto.
00:24:03	RU2	Gostaria de ter assistido nas outras aulas. Ajudaria muito a entender o conteúdo.

Fonte: autoria própria

Há de se destacar o interesse revelado por RQ sobre um assunto que ainda seria objeto de apresentação no segundo e terceiro episódio do videobook. Isso fala muito sobre o objetivo de apresentação seriada dessa ferramenta de apoio didático à perspectiva de ensino digital. O conteúdo é apresentado de maneira complexa, a partir de significantes da perspectiva macroscópica, passando para a microscópica ou celular até a submicroscópica ou molecular, com recursividade suficiente para conectar um campo conceitual a outros, uma perspectiva a outras e um enredo narrativo a outro, tanto dentro dos episódios como entre eles.

Os dois estudantes, RQ e RU2, abordam a importância do vídeo para a aprendizagem em bioquímica, em que destacamos quando RQ comenta “A gente só falar de bioquímica é

difícil de a gente imaginar(...)”, ou o desejo de RU2 em ter assistido o vídeo em outras aulas por que *“ajudaria muito a entender”*.

A complexidade (MORIN, 2003) como paradigma do pensamento também é um paradigma de prática e, sobretudo, constitui-se no campo linguístico da representação semiótica que forma o processo cognitivo. Aikenhead (1996, 1997) defendeu a consideração das representações culturais para promover a travessia de fronteiras culturais, não apenas entre as culturas indígenas e escolares, mas entre as subculturas que constituem as culturas indígenas canadenses e as subculturas relativas à cultura escolar.

Da mesma maneira, Vergnaud (1990) apresenta a teoria dos campos conceituais por perceber que os conceitos da matemática se integram aos demais conceitos da vida cotidiana, como aqueles relativos ao mundo do trabalho, após a sua experiência na educação profissional, constituindo-se de uma perspectiva complexa ou não-cartesiana. Mais tarde, Acioly-Régner (1994, 2015, 2019) toma por base os campos conceituais para pôr ênfase às diferentes constituições culturais que emergem na conceitualização escolar e que, tradicionalmente, não são consideradas.

Por sua vez, Roxane Rojo (2017) pauta o multiletramento como elemento importantíssimo à sociedade moderna, considerando não apenas a semiótica textual, imagética e cinematográfica ou animada, mas também os letramentos digitais que a nossa proposta assumiu como ponto chave à consideração da complexidade da realidade escolar multicultural e interdisciplinar.

Em outra aula de reposição da mesma lição, aplicada ao estudante indígena *Atikum* RIA1, destacamos as falas expostas no Quadro 43 que reforçam as visões relativas à facilidade de compreensão dos processos bioquímicos fotossintéticos que os estudantes, RQ e RU2, já haviam falado e a visão holística como elemento cultural indígena.

Quadro 43 — Diálogos sobre o videobook "Na Trilha do Leite - Parte 1: Fotossíntese" na segunda aula de reposição

TEMPO	ESTUDANTE	FALA
01:57:59	RIA1	Bem interessante! A gente vê coisa que a gente nem imaginava. Super detalhado... a gente vê as partes submicroscópicas mesmo. Assim, a gente fica... rapaz, a vida é uma coisa muito interessante, uma coisa extraordinária, que se passam coisas dentro de nós, de todos os seres vivos, né?
01:58:45	RIA1	O vídeo contribuiu porque ele é mais detalhado. Porque tudo o que, geralmente, a gente vê na sala de aula, é uma coisa muito vaga, que deixa muito a desejar. Que a gente tenta imaginar o porquê e a gente tem que ir além do que já foi ensinado, né?

02:29:41	RIA1	A gente viu biologia, química... em outras partes física, fisiologia, tudo! A gente viu várias partes da ciência, né? Que é tudo interligado. A gente, <i>Atikum</i> , pensa que tudo está interligado, onde toda ação tem uma reação.
----------	------	---

Fonte: autoria própria

Na primeira fala de RIA1, é possível perceber a compreensão dos fenômenos bioquímicos das seguintes maneiras: com entusiasmo “*Bem interessante!*”; com surpresa “*A gente vê coisa que a gente nem imaginava.*”; com posicionamento da perspectiva molecular “*a gente vê as partes submicroscópicas mesmo*”. O estudante apresenta uma relação de encantamento com o videobook relacionado à perspectiva de sua vida, expressando uma valorização não percebida na fala dos outros estudantes. Há uma compreensão holística interdisciplinar da cultura escolar com as perspectivas extraescolares *Atikum*, especialmente, pela compreensão de uma conectividade que rege a vida. Essa filosofia é peculiar aos indígenas e remete a outra complexidade: característica da filosofia indígena, em que podemos aqui citar o Ailton Krenak (1992):

É um caminho que só podemos fazer dentro da tradição e aprender que além do nosso conhecimento restrito sobre uma ou outra coisa avançada para uma percepção que é integral, tudo está ligado, as coisas que têm existência física, elas foram todas fundadas a partir da palavra que foi ordenado a criação do mundo, que quando nós narramos as histórias antigas nós criamos o mundo de novo, limpamos o mundo. (KRENAK, 1992, p. 204).

Com a apreciação das falas dos estudantes no momento síncrono, percebemos que a interculturalidade é expressa através de três processos: (1) a didática do professor centrada na perspectiva da interculturalidade democrática e dialógica; (2) a mediação do videobook como ferramenta didático-pedagógica de apoio ao ensino; (3) a participação dos estudantes na interação com o professor.

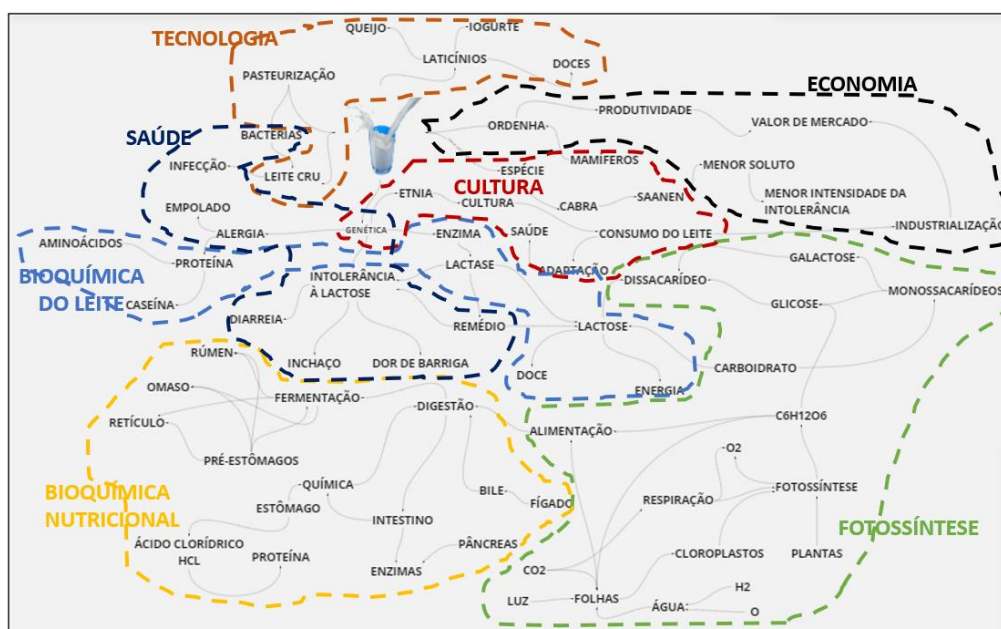
Por meio das exposições didáticas que o professor faz, possibilitam-se as construções de relações entre o conteúdo científico de maneira interdisciplinar e intercultural. Isso tanto permite a conceitualização, enquanto processo de construção do conhecimento a partir do arcabouço conceitual que o estudante já tem, quanto o estimula a participar no momento assíncrono.

O videobook contribui com a mediação integrada de significantes e significados de campos conceituais diferentes e de difícil abstração, por permitir a representação dos símbolos que caracterizam as perspectivas microscópicas e submicroscópicas das subculturas científicas abrigadas na cultura escolar.

As respostas dos alunos tomaram por base o que entenderam sobre a fotossíntese após assistirem ao videobook. Ao considerar o que entenderam, eles trazem as suas visões sobre o conteúdo científico, mas alicerçadas nas realidades extraescolares que lhes são particulares. Em todo esse processo, a ação do professor é determinante para a instalação de um ensino intercultural, pois parte dele a sensibilidade para perceber as diferenças culturais e, conseqüentemente, planejar materiais didáticos destinados ao seu grupo multicultural e de considerar efetivamente os estudantes de maneira democrática e equitativa na sala de aula.

Para finalizarmos, apresentamos, na Figura 23, o esquema conceitual a partir da pergunta “O leite faz mal?”. O esquema conceitual foi construído coletivamente com a participação de apenas quatro estudantes sendo um urbano, dois sertanejos e um indígena (RU1, RS4, RS5 e RIA2).

Figura 23 — Atividade final do curso "Na Trilha do Leite"



Fonte: Miro® com adaptações feitas a partir do PowerPoint 365® e Paint 3D®

O esquema conceitual construído coletivamente se apresenta constituído de sete campos científicos para responder se o leite faz mal, ou não. Identificamos a consideração de três campos conceituais da bioquímica: bioquímica do leite, bioquímica nutricional vinculada à anatomia fisiologia da nutrição e a fotossíntese. Além de outros campos conceituais distintos vinculados à particularidade cultural dos estudantes: o campo conceitual relacionado à economia agropecuária, contribuição do estudante sertanejo RS4 que é filho de pequenos produtores rurais; o campo conceitual étnico-cultural e produtivo, já que as produções

agropecuárias também resguardam aspectos de identificação cultural; o campo conceitual da saúde, quando buscaram explicar os sintomas e outros aspectos vinculados aos problemas de saúde causados pelo leite e seus derivados; e o campo conceitual da tecnologia do leite, em que foram considerados diferentes laticínios.

O esquema conceitual se caracteriza pela complexidade, interdisciplinaridade e interculturalidade, enquanto uma produção coletiva entre estudantes de culturas diferentes. Além de todos os outros resultados analisados nessa etapa de pesquisa, essa produção final representa o atendimento do objetivo do curso que é “estabelecer a construção de conceitos científicos em bioquímica de maneira complexa, decolonial, intercultural e interdisciplinar por meio da modalidade de ensino digital”.

Vergnaud (2010) define a conceitualização como “a identificação dos objetos, de suas propriedades e de suas relações” o que reforça a consideração de produções, tais quais os esquemas conceituais, como uma das mais adequadas à compreensão da aprendizagem, justamente, por comportar as características do processo de aprendizagem elencadas pelo autor.

O esquema conceitual final representa, não apenas a conceitualização em si, mas também o processo de construção ou transformação do conhecimento. Para essa transformação do conhecimento – segundo Vergnaud (2010) para estudar o conhecimento – é preciso estudar o seu desenvolvimento; para estudar o conhecimento, é preciso até mesmo tentar transformar o conhecimento. Isso significa que o estudo do conhecimento não deve estar contido no sujeito estudado, mas também no sujeito que estuda.

Como pesquisador-participante, a reflexão para a compreensão sobre o conhecimento deve ser também interna, do ponto de vista metacognitivo, em que a autorreflexão sobre os próprios conhecimentos e práticas contribuirá para a mediação da conceitualização, mas também sofrerá transformações na conceitualização implicada na prática docente.

A representação não pode ser funcional se ela não exerce seu papel na regulação da ação e das expectativas do sujeito (VERGNAUD, 1985), nesse caso, a expectativa do sujeito pode ser bem explicada com o contexto de vida e a cultura do sujeito, pois se a representação não fizer sentido ao estudante, é por que ela não está apoiada em situações e sistemas conceituais do próprio contexto de vida dele. Ela será “afuncional”. Assim se constituem as verificações da conceitualização em bioquímica (lacunas conceituais, erros e conceitualização coerente), elas representam o que pode não ter sentido às expectativas do sujeito.

Na literatura, a dificuldade de conceitualização sobre a fotossíntese é bem reportada por Wandersee (1983), em pesquisa aplicada a estudantes em transição do ensino fundamental menor para o fundamental maior (*elementary to college*), o autor verificou que muitos estudantes desconhecem a função da folha atribuindo a ela a capacidade de captação de água. Alguns autores na década de 1980 já reportavam a incapacidade que os estudantes tinham em relacionar a fotossíntese com outros fenômenos físicos, químicos e biológicos, como a respiração na planta e absorção de água (ROTH, 1985; BELL, 1984); ou que os conhecimentos prévios sobre fotossíntese – da ordem do senso comum – e suas más compreensões são bem estabelecidas na estrutura cognitiva dos estudantes limitando-os de construir o conhecimento (PINES, WEST, 1986).

Lucas (1993) fez um ensaio teórico em defesa de um método de ensino de biologia de maneira complexa que integrasse a física, a química e a matemática, em que se posiciona especificamente sobre a fotossíntese. O autor critica o ensino compartimentalizado atribuindo-lhe como um dos responsáveis pelos erros conceituais e pelas incompreensões sobre o assunto. O autor define a fotossíntese como um assunto biológico complexo que comporta numerosos aspectos conceituais e afirma que “por conveniência levou-se em consideração aspectos relacionados à ecologia, bioquímica, a anátomo-fisiologia e as trocas de energia” (LUCAS, 1993, p. 109). Talvez, tenhamos um ensaio prático à proposta de Lucas (1993) neste trabalho, afinal a fotossíntese foi relacionada à bioquímica do leite, sem deixar que outros campos conceituais essencialmente importantes deixassem de ser estudados.

Lumpe e Staver (1995) verificaram dificuldades de aprendizagem, em que destacam a relação que os estudantes fazem entre fotossíntese e alimento como um dos pontos de erros e incompreensões sobre a fotossíntese, quando não conseguem explicar, por exemplo, como produzem o próprio alimento a partir dos minerais e água do solo, do gás carbônico e da luz solar. Há nesse exemplo, uma lacuna conceitual que Vergnaud (2000) identificou sua ocorrência entre significado e significante da língua, pois a perspectiva do invariante operatório “alimento” tem significado diferente do “alimento do ser autotrófico” ou “próprio alimento”. Sem a construção de um novo conhecimento sobre o conceito alimento, a concepção prévia dos estudantes contribuirá com lacunas e equívocos conceituais.

Souza e Almeida (2002) perceberam que os estudantes do ensino fundamental reconhecem a importância das plantas como produtoras de oxigênio e de alimento, mas confundem os significados e os conceitos ligados à fotossíntese. Os autores discutem a

polissemia do termo “fotossíntese” como obstáculo inicial e identificam sentidos diversos que o conceito tem para alguns estudantes como, por exemplo, ser utilizado como sinônimo de reprodução, energia, respiração, pigmentação da planta, transformação e, por fim, alimento. Percebemos, aqui, uma amálgama dos problemas discutidos e encontrados em nossos resultados que, mais uma vez, valoriza a nossa percepção de que os conceitos microscópicos e submicroscópicos da fotossíntese são ensinados de maneira estanques, visto que são fenômenos dinâmicos e desconectados da realidade complexa.

Em um interessante estudo teórico-bibliográfico de Melillán et al. (2006), realizou-se um levantamento de estudos sobre as concepções teóricas sobre a fotossíntese dos estudantes de nível fundamental, ensino médio e ensino superior, em dez países (Argentina, Brasil, Espanha, Estados Unidos, França, Israel, Nova Zelândia, Portugal, Reino Unido e Turquia). Verificou-se condições padronizadas das concepções alternativas sobre a fotossíntese, bem como a possível permanência dessas concepções ao longo de todo o período de escolarização.

Embora os autores não tratem sobre questões paradigmáticas diretamente, visto que usam os temas como “ensino tradicional”, “formação docente deficitária”, “materiais curriculares tradicionais”, “influências negativas do contexto sociocultural cotidiano”, “dificuldades para descrever fenômenos biológicos em termos químicos”, “dificuldades do campo conceitual”, “consideração do homem como o centro da criação”, “erros e planejamentos inadequados dos livros didáticos”, “utilização de mais de um termo para um conceito – respiração interna, respiração externa, respiração celular, respiração aeróbica...”, “resumos”, “propostas muito tradicionais para ensino e aprendizagem”, dentre outros, podemos perceber que parte da crítica se constrói sobre o paradigma científico cartesiano, do ponto de vista da prática e do pensamento.

As estruturas de formação de professores, os currículos escolares, os materiais e livros didáticos, as representações e abordagens são, essencialmente, cartesianas. Como elementos de formação educacional estabelecem a estrutura cartesiana ao nível do pensamento. Melillán et al. (2006) constataram que os conceitos alternativos sobre fotossíntese aprendidos no ensino fundamental vão sendo, não apenas mantidos, mas também aprofundados no ensino médio e no ensino superior; todavia não mencionam uma crítica direcionada ao reducionismo paradigmático da estrutura educacional que reverbera na formação filosófica dos estudantes, reforçando as incompreensões de conceitos e processos complexos. Almeida (2005) já havia chamado atenção sobre os discursos estudantis acerca da fotossíntese que, para o autor,

indicavam a persistência de explicações padronizadas e superficiais, desde o ensino fundamental.

Harres et al. (2006) defenderam a importância de se considerar o conhecimento prévio sobre a fotossíntese antes de introduzir o assunto, mas outros autores colocam às concepções prévias – também chamadas por eles de concepções alternativas – como elementos responsáveis pela incompreensão e pelas lacunas conceituais sobre a fotossíntese (PINES, WEST, 1986; LUMPE, STAVER, 1995; SOUZA, ALMEIDA, 2002; MELILLÁN et al., 2006).

Zompero e Laburú (2014) trabalharam os significados de fotossíntese através de multimodos de representação, não se limitando ao texto, mas o associando às figuras esquemáticas e às atividades investigativas experimentais e, por isso, eles defendem a melhora no processo de conceitualização sobre fotossíntese, após o estudo multimodal pela diversidade representacional do conceito fotossintético. Tais verificações corroboram com o nosso estudo, por proporcionar um processo de ensino e aprendizagem pautado na multimodalidade e multiletramento textual, imagético, esquemático, videográfico, animado e digital expandindo a capacidade de conceitualização por meio da ampliação de situações, de invariantes operatórios e de significantes.

Outros estudos mais recentes (TAUCEDA, DEL PINO, 2016; CARVALHO, MENDONÇA, LIMA, 2017; PAÉZ et al. 2020; CAMPOS, ALMEIDA, 2021; OLIVEIRA et al. 2022) demonstraram que a preocupação em desenvolver o ensino e aprendizagem da fotossíntese continua desafiadora. Desses autores, destacamos nesta discussão Tauceda e Del Pino (2016) que analisaram a aprendizagem dos estudantes do ensino médio sobre a fotossíntese, de acordo com a teoria dos campos conceituais de Gerard Vergnaud (1990) e constataram que a conceitualização não ocorreu e justificaram que “as situações utilizadas nas aulas não faziam referência aos elementos conceituais relevantes das estruturas cognitivas dos alunos”. No artigo, verificamos que a barreira para a conceitualização se deu sob a perspectiva microscópica e macroscópica, sendo, exatamente, o que os autores caracterizam como as situações didáticas que não faziam referência aos elementos conceituais prévios dos estudantes, resultando, assim, na ausência de invariantes operatórios nas respostas sobre fotossíntese.

Já Oliveira et al. (2022) exploraram a interdisciplinaridade da fotossíntese, porém – mesmo com a diversidade temática com a qual a fotossíntese se relacionou e foi identificada pelos estudantes – eles se limitaram à perspectiva macroscópica, quando propuseram a construção do conhecimento ligando experimentos científicos com a germinação, e o

crescimento do milho sob condições controladas de temperatura, água e luz, com a fotossíntese e o contexto de vida agrário da região de Lajeado no estado brasileiro do Rio Grande do Sul.

Após todo o exposto, defendemos que a nossa proposta de construção conceitual, que está pautada na complexidade, alinha-se à teoria dos campos conceituais, visto que a didática é aplicada a um contexto de diferentes situações, objetivando conceitualizações focadas na bioquímica caracterizadas na interculturalidade, na interdisciplinaridade e na prática contextual.

Observamos que o dispositivo “Na Trilha do Leite” e todo o material de suporte – como videobook e problematizações animadas e contextualizadas associada às aulas síncronas – expuseram aos estudantes diferentes situações que expõem esquemas e seus conjuntos de invariantes operatórios, significantes e significados, contribuindo, assim, com a conceitualização a partir das culturas diversas que são consideradas e valorizadas.

Além, disso, percebemos que a liberdade de produção escolar sofre influência da cultura, a exemplo da sertaneja que tende à produção escrita poética, peculiar das tradições do repente e do aboio usadas para cantar a vida. As produções que integram texto e imagens oferecem maior possibilidade de conceitualizar, principalmente, em níveis micro e submicroscópicos, o que potencializa a aprendizagem da bioquímica, a exemplo da fotossíntese.

A estrutura do pensamento e a forma como os estudantes se reportam ao conteúdo apresentado no videobook revela que eles buscam apoio em seu conhecimento prévio, que é composto pelo saber científico da escola e pelo saber cultural dos contextos extraescolares. Assim, o sertanejo busca compreender a fotossíntese fazendo as relações com o meio produtivo agropecuário do sertão pernambucano; ou, também, da relação holística que faz o indígena *Atikum* ao visualizar fenômenos microscópicos e submicroscópicos que ocorrem nas células das plantas ou, ainda, a valorização das imagens e animações que fez a estudante quilombola relacionando com a dificuldade de aprender bioquímica em aulas tradicionais, em que a oralidade e o texto são valorizados, dificultando a abstração para representar mentalmente fenômenos não visuais.

A cultura extraescolar responde diretamente à construção dos saberes em bioquímica, mas com domínio sobre a perspectiva macroscópica, direcionando ao professor a responsabilidade de promover a travessia de fronteiras culturais entre campos conceituais da perspectiva macroscópica com as demais. Nesse ponto, a multimodalidade e o multiletramento

são essenciais à conceitualização de áreas bioquímicas que têm campos conceituais pouco estruturados como os níveis celulares e moleculares.

A fotossíntese se relaciona com o paradigma sistêmico e complexo quando é relacionada ao campo científico da ecologia em nível macroscópico que é bem estruturado mentalmente. Permitir essa rede de relações em níveis pouco estruturados continua sendo um desafio aos professores e escolas.

A conceitualização em bioquímica deve romper com os limites do paradigma cartesiano, o ensino bioquímico separado e reduzido nele mesmo impede a percepção de que esse campo conceitual não se constitui apenas de conceitos estáticos e materiais, como também de conceitos fenomenológicos diversos e dinâmicos que integram seus constituintes materiais, como as células, organelas, moléculas, átomos e unidades subatômicas como os elétrons. A bioquímica necessita de um novo currículo pautado na complexidade, preocupado em melhor estruturar os invariantes operatórios, significantes e significados dos processos que o constituem. A bioquímica precisa de uma nova forma de pensar e de ser praticada, pautada no paradigma da complexidade para contribuir com a conceitualização científica.

Por último, a sindemia por Covid-19 foi um problema constante na execução do estudo, desde a mudança do planejamento da intervenção, passando pelo processo de criação, até a aplicação que comprometeram o cumprimento adequado do cronograma e a aplicação da intervenção. Porém, a todo momento, esse cenário foi enxergado – por nós – como uma oportunidade de estudo e inovação para o desenvolvimento da ciência na Educação, especificamente às áreas Ensino de Ciências e Ciências da Educação. O ensino remoto, utilizado no Brasil, não nos permitiria uma pesquisa que aplicasse princípios teóricos essenciais, como a complexidade, a interculturalidade e o rompimento com o ensino tradicional aplicado por videoconferência.

As pontes interculturais entre as culturas escolar e extraescolar são possíveis de serem feitas nos processos de ensino e aprendizagem em uma perspectiva intercultural e complexa, quando as peculiaridades culturais são consideradas em planos didático-pedagógicos que promovam a democracia educacional, a partir da dialogicidade, da equidade – através da preocupação com as peculiaridades culturais expressas nas habilidades estudantis – e, por fim, da oportunidade do protagonismo intercultural, por considerar que todo estudante pode contribuir com o processo educacional e que essa construção do conhecimento não é padronizada.

7.5 O Todo: o que nos contam as partes?

Para Edgar Morin (2000), existe uma inadequação que se aprofunda e se amplia gravemente entre, de um lado, os saberes desunidos e compartimentalizados e, do outro, as realidades ou problemas cada vez mais multidisciplinares, transversais, multidimensionais, transnacionais, globais e planetários. Como resultado dessa inadequação conflituosa, ocorre a invisibilidade do contexto, do global, do multidimensional e do complexo. Como solução para esse problema, Morin (2000) responsabiliza a educação para evidenciar tais elementos para a compreensão da realidade que, por sua vez, é complexa.

Nesta tese, buscamos aplicar tais princípios da complexidade, em uma tentativa de revelar o contexto, o global, o multidimensional e o complexo. Iniciamos o estudo a partir da compreensão do contexto, no qual estão inseridos o pesquisador-atuante, os estudantes e as comunidades extraescolares que constituem e são constituídas pelos alunos. Mas o contexto não se caracteriza apenas sob a influência sociocultural das comunidades escolar e extraescolares, ele é multidimensional! Nesse processo, consideramos o processo histórico-cultural, as relações históricas dessa diversidade humana no curso de Ensino Médio Integrado ao Técnico em Agropecuária, a partir da constituição multicultural dos professores em nível epistemológico e prático, a historicidade do desempenho escolar estudantil que revela uma *apartheid* educativo interno. A identificação e compreensão da cultura individualizada nos estudantes (essa é outra multidimensionalidade que particulariza o global, devido ser parte do todo tal qual o todo se faz da parte) e a multidimensionalidade da construção de conceitos em bioquímica.

Assim, o estudo revela de maneira plurifacetada a compreensão de partes de um todo. A complexidade é a união entre a unidade e a multiplicidade (MORIN, 2000). A união dessas partes e sua interpretação também estarão sujeitas a uma determinada realidade expressada pela particularidade do nosso referencial do real, mas nunca da realidade. Sobre isso, Morin (2000) nos alerta:

Não devemos esquecer jamais de manter nossas ideias em seu papel mediador e impedir que se identifiquem com o real. Devemos reconhecer como dignas de fé apenas as ideias que comportem a ideia de que o real resiste à ideia. Esta é uma tarefa indispensável na luta contra a ilusão. (MORIN, 2000, p. 28).

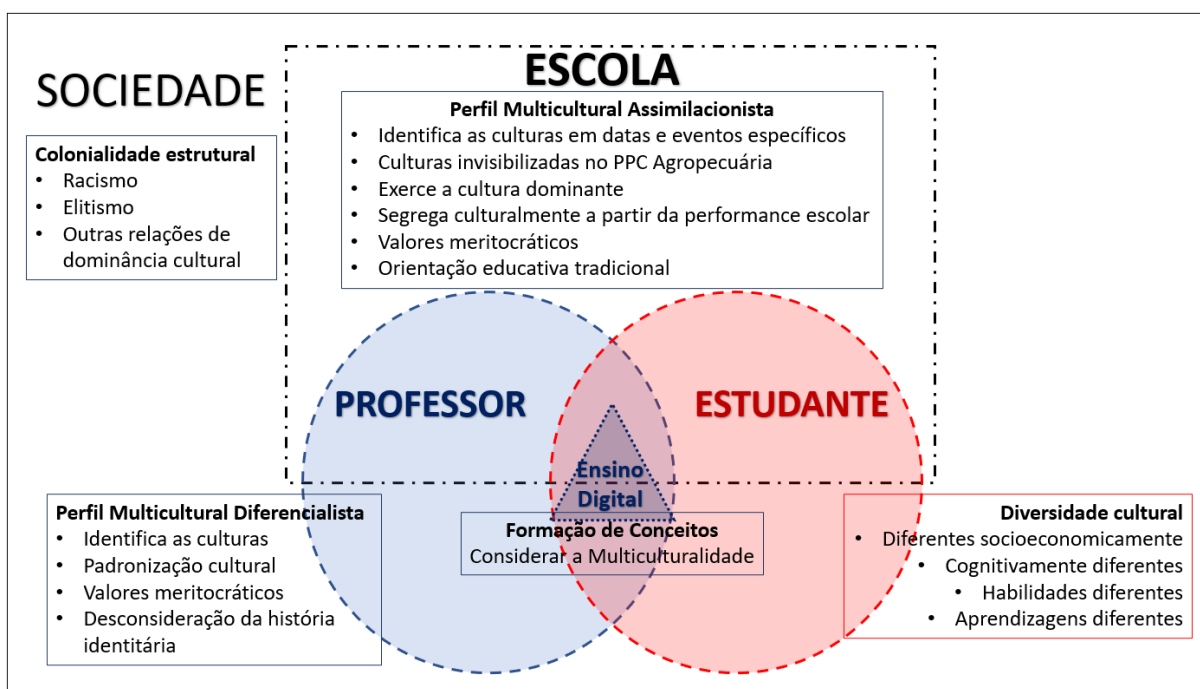
Como elemento recursivo à apresentação do pesquisador-atuante (professor), disposto no início deste trabalho, e que está imerso na multidimensionalidade desta ideia que é esta tese de doutoramento, continuamos a citar Edgar Morin (2000):

Poder-se-ia crer na possibilidade de eliminar o risco de erro, recalcando toda afetividade. De fato, o sentimento, a raiva, o amor e a amizade podem nos cegar. Mas é preciso dizer que já no mundo mamífero e, sobretudo, no mundo humano, o desenvolvimento da inteligência é inseparável do mundo da afetividade, isto é, da curiosidade, da paixão, que, por sua vez, são a mola da pesquisa filosófica e científica. A afetividade pode asfixiar o conhecimento, mas pode também fortalecê-lo. Há estreita relação entre inteligência e afetividade: a faculdade de raciocinar pode ser diminuída, ou mesmo destruída, pelo déficit de emoção; o enfraquecimento da capacidade de reagir emocionalmente pode mesmo estar na raiz de comportamentos irracionais. Portanto, não há um estágio superior da razão dominante da emoção, mas um eixo intelecto ↔ afeto e, de certa maneira, a capacidade de emoções é indispensável ao estabelecimento de comportamentos racionais. (MORIN, 2000, p. 20).

É exatamente a paixão pela educação, pela pesquisa e pelo bem-estar social dos estudantes culturalmente diversos, associada à racionalidade que nos fez imaginar, planificar e materializar uma ideia, na qual a complexidade, o inesperado (sindemia), e a paixão se constituíram como elementos de motivação ao desafio de desenvolvê-la.

Neste tópico, organizaremos as partes para a compreensão do todo que iniciamos por descrevê-lo, a partir do Esquema 24 que resume os nossos resultados e as nossas interpretações, de acordo com a nossa referência do real, ela é apenas uma das distintas maneiras de traduzir o real.

Esquema 24 — Compreendendo a educação multicultural em partes que compõem o todo



Fonte: autoria própria com uso do PowerPoint 365® e Paint 3D®

Observamos que o esquema é composto por quatro elementos básicos: a sociedade, a escola, o professor e o estudante. Essa composição social tem representação cartesiana, pois, a partir da sociedade da região brasileira, apresenta um recorte social específico que é a escola até chegar em âmbitos individuais, quando considera o professor e o estudante como unidades básicas desse recorte social. Eles fazem parte da escola e, também, da sociedade em que a escola se faz inserida. Como Mariotti (2000) afirmou, o paradigma da complexidade é resultado do abraço entre os paradigmas sistêmico e cartesiano, o esquema traduz também essa complexidade através das relações entre os elementos que o compõem de forma multidimensional. Não à toa, as representações são tracejadas e apresentam transparência, características que indicam a permeabilidade e intersecções que definem as relações interpessoais, sincretismo cultural e outras influências de um conjunto sobre o outro, ou juntamente com o outro (em uma perspectiva multicultural). Mas as separações dos conjuntos que representam os elementos do esquema também indicam identidades e diferenças dos indivíduos que constituem a escola e a sociedade.

Cada elemento apresenta uma característica identificada em nosso estudo que os situam no contexto e ajudam a entender as relações entre as partes. Sobre isso, Morin (2000) afirmou que a relação entre o todo e as partes é mais do que o contexto, é o conjunto das diversas partes ligadas a ele, de modo interretroativo ou organizacional.

Percebe-se um triângulo que representa o ensino digital e que representa o modelo tripolar de Rabardel (1995) aplicado, por nós, para a compreensão da interação educativa digital. O triângulo, que também é tracejado e transparente, se posiciona na faixa interseccional entre professor e estudante, mas uma parte dele está na escola e a outra na sociedade. É a representação da educação digital durante a pandemia que virtualizou a escola nos aparelhos celulares e computadores utilizados em qualquer lugar, desde que haja sinal de Internet.

Em nossa narrativa descritiva dessa relação complexa, partimos da multiculturalidade do professor. Essa constituição inconsciente que rege as suas ideologias de sociedade, de educação e de atuação docente na sala de aula. A identificação do perfil multicultural diferencialista do corpo docente atuante no EMI Agropecuária (vinte e nove entrevistados de um total de trinta professores) revelam como se dão as relações multiculturais a partir do professor.

Em nossa pesquisa, verificamos que proporcionar uma educação digital, intercultural, decolonial e multiletrada apresenta inúmeros percalços, desde o estudo dos dispositivos

disponíveis para aprender a utilizá-los, passando pelo tempo laboral insuficiente do professor em serviço para estudar os dispositivos e planejar um currículo disciplinar com o objetivo aplicado ao seu público (o sistema escolar além de conteudista não dispõe de uma adequada proporção de estudantes por professor o que proporcionaria um acompanhamento individualizado e direcionamento das aulas), até a questão financeira, já que todos os dispositivos, mesmo os ditos “gratuitos” apresentam limites de utilização que obrigam o professor a comprá-lo com determinado tempo de uso, com custo geralmente em dólar. Considerando a inexistência de infraestrutura democraticamente acessível à sociedade brasileira, o ensino remoto se constituiu como um modelo elitista e, nessa ótica argumentativa, esse modelo é reforçado pelas ferramentas de educação digitais.

Como verificamos o histórico da performance escolar por cultura dos estudantes do EMI Agropecuária, de 2011 até 2018, percebemos que o insucesso e o sucesso escolar são socialmente determinados direcionando o fracasso aos grupos minoritários como quilombolas e indígenas. A problemática do perfil multicultural docente se dirige a esse resultado, pois verifica-se que há alguma influência da atuação docente na promoção da colonialidade estrutural da sociedade brasileira também no seio escolar. A formação do professor, a escola e a formação dos estudantes obedecem às influências de um paradigma que se relaciona com a estrutura filosófica e educacional dominante em nossa sociedade.

A escola, com seus regimentos sobre a estrutura educacional em um espectro local, impacta diretamente a atuação de professores e estudantes. A escola, por mais inclusiva que seja, mostra que se restringe à inclusão ao acesso. Embora existam projetos de pesquisa, ensino e extensão que tratam das questões étnico-raciais, estes servem para a identificação e possível respeito às presenças dessas culturas na instituição. Todavia, as culturas são invisibilizadas na escola do ponto de vista didático-pedagógico, a exemplo do Projeto e Plano de Curso do Ensino Médio Integrado ao Técnico em Agropecuária (BRASIL, 2019 - PPC EMI Agro), que não reconhece as identidades. Isso proporciona uma padronização da educação que é ofertada, sem considerar as peculiaridades didático-pedagógicas de tais grupos, contribuindo, assim, com a representação social brasileira que exclui pretos, indígenas, quilombolas e pobres.

Embora a nossa proposta esteja focada na construção de conceitos científicos em um contexto multicultural brasileiro, interessa-nos compreendê-los no íntimo do estudante como processo cognitivo. Mas não apenas isso, queríamos também perceber o papel do método de

ensino que, por sua vez, está implicado à essência humana do professor que exerce seu trabalho sob a força regimental da escola. Esta, a escola, é uma representação menor da sociedade.

A construção de conceitos em ciências é um elemento chave para compreender a sociedade, assim como para transformá-la. É conhecendo a forma de aprender que contribuiremos com a desconstrução de conceitos socialmente estruturados e aceitos, tais quais o racismo, o elitismo, os preconceitos de toda a natureza como, por exemplo, entender que a problemática da compreensão da bioquímica não está restrita a um povo e a uma cultura dominante, como essa colonial que herdamos. Gulatis (2008) criticou a educação de países em desenvolvimento por ser elitista, em que falta equidade quanto às oportunidades, reflexo das injustiças sociais, culturais, de gênero, econômicas e entre os contextos rural e urbano.

Compreender as peculiaridades culturais para a construção de conceitos científicos em domínios pouco estruturados – como é o caso da bioquímica que é estudada em nível microscópico e submicroscópico – pode contribuir com maior oportunidade aos estudantes de povos e etnias marginalizados na sociedade brasileira. A evolução cognitiva não caminha para o estabelecimento de conhecimentos cada vez mais abstratos, mas, ao contrário, para a sua contextualização (BASTIEN, 1992) e isso explica os nossos achados de construção de conceitos que se estruturam no nível macroscópico, exatamente no domínio do contexto de vida dos estudantes.

Realizar a travessia de fronteiras culturais entre campos conceituais de perspectivas micro e submicroscópicas para a macroscópica é o desafio da construção de conceitos em bioquímica. As representações multimodais e o estudo e a compreensão atribuídos pelo multiletramento são possibilidades importantes para a enculturação científica nesses domínios não visíveis. Permitir o aprendizado em bioquímica conforme as culturas possibilitará que futuros profissionais das ciências agrárias, das ciências biológicas e da área de saúde sejam também de etnias e culturas minoritárias, como indígenas, quilombolas, sertanejos, dentre outros, já que a bioquímica é um campo conceitual básico a estas áreas de atuação. A conceitualização é complexa desde o processo cognitivo e tudo o que lhe influencia, advindo do meio, tal como o meio influenciado pela materialização da conceitualização em ações do sujeito sobre o meio social. Vergnaud (2002) também abordou a conceitualização de maneira complexa relacionando-a ao sistema educacional, inclusive tecendo críticas ao paradigma cartesiano, que limita o desenvolvimento conceitual.

A educação é um sistema de atores e de relações entre atores de uma grande complexidade. É de tal complexidade, que somos fatalmente conduzidos a

reduzir os fenômenos observados (êxito, fracassos, disfunções, crises, violências) a relações causais, para a análise das quais só retemos certas condições, ignorando outras. Essa redução é, às vezes, operada após reflexão, porque não podemos levar tudo em conta e porque certos determinantes pesam mais que outros. Contudo, esses processos redutores permanecem frequentemente inconscientes, e testemunham, na maioria das vezes, uma conceitualização insuficiente das condições e fenômenos que intervêm nos processos educativos. (VERGNAUD, 2002, p. 9).

No livro “os sete saberes necessários para a educação do futuro”, Edgar Morin (2000) defende que a educação deve promover a “inteligência geral” apta a referir-se ao complexo, ao contexto, de modo multidimensional e dentro da concepção global. Seguindo essa cartilha, não podemos deixar de destacar que o nosso trabalho é, também, político, pois – motivado nas peculiaridades multiculturais do *campus* Salgueiro – temos a certeza da contribuição científica para o desenvolvimento do Ensino de Ciências e das Ciências da Educação, em prol de uma sociedade mais justa, inclusiva e equitativa a partir da educação.

A educação é um ato político que propõe a conscientização dos educandos, desenvolvendo a autonomia, de forma que possam intervir na realidade, modificando-a (FREIRE, 1996), o nosso trabalho põe a ciência em prática em prol do desenvolvimento científico e social. Debruçamo-nos sobre uma determinada e pequena problemática do contexto educacional multicultural brasileiro e os resultados revelam mais do que apenas implicações científicas, mas também um posicionamento por uma educação libertadora, pública, equitativa, crítica e democrática. Cumprimos esse papel em um tempo marcado por agravamentos de ordem sanitária, econômica, ambiental e social potencializadas por uma crise política nacional e por um projeto de governo que se empenhou em atacar indígenas, quilombolas, pretos, homossexuais, mulheres, nordestinos, pobres, além da ciência e da educação brasileira

CAPÍTULO VI

CONSIDERAÇÕES FINAIS

“Para articular e organizar os conhecimentos e assim reconhecer e conhecer os problemas do mundo, é necessária a reforma do pensamento.”

Edgar Morin (2000)

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Boa ventura de Sousa Santos (2019) definiu a linha abissal como o limite entre exclusões abissais causadas pelo capitalismo, pelo colonialismo e pelo patriarcado e que separam o Norte e o Sul. Porém, mesmo após a o fim da colonização brasileira, as linhas abissais se fazem presentes em situações e contextos diferentes das colonialidades do poder, do saber e do ser, como definidas por Leal e Moraes (2018).

Por que iniciar as considerações finais falando sobre decolonialidade? Porque ela já estava presente, mesmo sem ser mencionada. Este projeto é também uma afirmação do Sul, é uma denúncia da linha abissal multicultural na educação brasileira, a partir da consideração da aprendizagem de estudantes de culturas originárias, historicamente, separadas por essa linha abissal ainda existente. E isso se revela na escola! Sendo o conhecimento o nosso ideal libertário decolonial – por ser base da consciência, da crítica e do empoderamento – a compreensão da construção de conceitos científicos deve ser compreendida como um farol que contribui às travessias fronteiriças do pensamento, dos indivíduos e da sociedade.

Nossas considerações finais contemplarão uma análise dos resultados, dos fundamentos teórico-metodológicos e as perspectivas futuras.

8.1 Considerações sobre os resultados

Concluimos, sobre cada parte dos resultados conectados entre si e buscando uma análise do todo, com relações já apresentadas ou fazendo novas relações para a compreensão dos aspectos globais. Assim, interessa-nos compreender cada resultado e suas relações sobre o perfil multicultural dos professores, a performance escolar por culturas, a investigação intercultural, a construção de conceitos e a análise global do todo.

Vimos, por exemplo, que o corpo docente apresenta um perfil multicultural diferencialista, mas que professores bacharéis transitam perfis mais conservadores do que os licenciados, em que os bacharéis se aproximam mais do perfil assimilacionista. A formação dos professores influencia o conhecimento e a ideologia sobre aspectos do multiculturalismo e tal forma de pensar as questões multiculturais na sala de aula se expressam na prática didático-pedagógica. A multiculturalidade diferencialista é definida por Candau e Moreira (2008) como reconhecedoras das diferenças para garantir a expressão das distintas identidades culturais,

reconhecendo os seus próprios espaços, mas padroniza as culturas a partir da cultura dominante na crença de uma meritocracia inexistente.

Considerar todos iguais em um processo de aprendizagem é uma contribuição à manutenção de uma linha abissal que coloniza o saber, o ser e o poder. Sem um ambiente democrático que considere os saberes tradicionais, as habilidades específicas às culturas, a forma de pensar e conceitualizar, as peculiaridades sócio-históricas e socioeconômicas, o estudante fora do falso padrão social estará alijado de desenvolver-se humanamente. Este estará, então, sujeito à exploração da sociedade e da cultura dominante por não ter acesso ao saber, que mantém a condição de não poder e perpetuará uma estrutura social colonial que explora o ser.

O reflexo do perfil multicultural docente pode ser verificado na performance escolar de estudantes de diferentes culturas, em que percebemos que a inclusão do acesso à escola não é uma garantia de que ela exista no interior escolar. As baixas performances excluem os estudantes quilombolas (aqueles que mais evadem) e os indígenas: duas culturas que têm em comum uma construção étnico-social marcada pela exploração, subjugação, apropriação cultural e racismo pela colonialidade. A não consideração de suas realidades favorece a condição de manutenção da linha abissal.

A escola e os professores devem se empenhar em desenvolver políticas e didáticas que atendam à educação multicultural, que promovam a interculturalidade, que relacionem a ciência escolar com as ciências extraescolares e que sejam dialógicas, dando voz aos estudantes, principalmente aqueles que historicamente são silenciados e invisibilizados. Com a tríade intercultural investigativa, conseguimos perceber a existência de peculiaridades de cada uma das culturas extraescolares e que tais características implicam em hábitos, habilidades e saberes que emergem na sala de aula.

Sabemos que condições estruturais e sistemáticas da educação institucionalizada atrapalham os professores, os impedem de atuar com uma educação multicultural e interdisciplinar e individualizada, devido ao excesso de aulas, à alta relação professor-aluno, ao programa curricular inadequado e ao sistema escolar fiscalizatório e produtivista, conforme percebido nas opiniões dos professores. A escola desconhece as culturas que a constituem, como verificado no PPC do EMI Agropecuária (BRASIL, 2019). Essas condições problematizam e dificultam, ainda mais, o processo de ensino e aprendizagem intercultural.

Constatamos que o curso “Na Trilha do Leite” – em estrutura síncrona e assíncrona – contribuiu com a construção de conceitos em bioquímica, pela consideração de diferentes

situações e seus esquemas, significantes e significados multimodais que ajudaram a conceitualizar sobre a fotossíntese e, com isso, estabelecer um pensamento influenciado paradigmaticamente sistêmico e complexo. A estrutura da conceitualização em bioquímica se apoia na perspectiva macroscópica devido à base conceitual estruturada pelos sentidos, principalmente a visão. As perspectivas microscópicas e submicroscópicas apresentam-se difíceis de conceitualizar, devido ao domínio pouco estruturado dos conceitos que requerem maior abstração.

A construção de conceitos em bioquímica deve considerar um ensino centrado na complexidade. A bioquímica apresenta conceitos estáticos e estruturais, mas também conceitos cinéticos e processuais que exigem maior abstração. Esquemas e seus componentes invariantes operatórios, significantes e significados diversos, desde a simbologia textual e oral à simbologia imagética e cinética contribuirão com um processo conceitual mais robusto. Cabe ao professor, usar as situações explorando suas condições complexas, para mediar à travessia de fronteiras culturais entre os conceitos do nível macroscópico contextual e os níveis micro e submicroscópicos da bioquímica.

Considerar e valorizar as diferentes modalidades de materialização escolar, como a oralidade, o desenho, os esquemas e os letramentos digitais, favorece o aprendizado fundamentado na interculturalidade e no reconhecimento das produções do conhecimento de cada cultura. A não exclusividade do texto na escola possibilita a verificação da aprendizagem por considerar as diferentes habilidades dos estudantes. Muitas delas são valorizadas pela sua cultura de origem, como a oralidade é valorizada entre os quilombolas e indígenas, que é o meio de manter as próprias tradições e conhecimentos vivos; ou do aboio e repentes sertanejos que tiram versos de improviso aplicando métrica, estrutura e diversidade de vocabulário, que também pode ser expresso na literatura de cordel.

A pandemia por Covid-19 aprofundou a linha abissal, especialmente quando colocou a escola na casa dos estudantes, na virtualidade dos eletrônicos ultrapassados, danificados, compartilhados. Da Internet de má qualidade e da câmera desligada que contribuiriam com os julgamentos dos professores quanto à presença e o compromisso dos estudantes com uma escola invisível, isto é, uma escola que não enxergava as condições alheias e com um currículo extensivo, baseado na produtividade não planejado e que focava, apenas, no controle do cumprimento das atividades.

Esse cenário também afetou professores, já que, sem o pagamento de assinaturas dos aplicativos para desenvolvimento desta proposta de ensino digital, este estudo não teria sido possível. E o custo não é barato! Situação que nos impõe uma problemática: como é possível promover uma educação digital se o sistema capitalista, especificamente da área da tecnologia da informação, condiciona a educação ao poder econômico? As instituições de ensino precisam investir em softwares livres. A ciência da informação, do ensino e da educação precisam desenvolver aplicativos úteis (TICE – Tecnologia da Informação, Comunicação e Educação) e gratuitos para a universalização da educação digital.

Os problemas sociais das famílias se apresentaram no período da pandemia e se acentuaram, impondo o trabalho aos estudantes. A construção de conceitos em uma casa sem estrutura para o estudo soma-se à condição de complexidade. A ausência dos estudantes nas aulas síncronas se justificava pelo trabalho para ajudar financeiramente a família, ou para dividir responsabilidades com os cuidados de irmãos menores ou de avós. Ou ainda, por problemas de ordem tecnológica devido à falta de estrutura e acesso. Ou seja, as condições não eram ideais à escolarização, forçando-nos à sobrecarga das aulas de reposição e destruindo a teoria meritocrática brasileira.

8.2 Considerações sobre os fundamentos teórico-metodológicos

Após as considerações pertinentes aos resultados – em que expomos um olhar decolonial e complexo – fazemos, então, algumas considerações sobre os fundamentos teórico-metodológicos para compreender a função e a contribuição deste estudo. Consideraremos nossos fundamentos para comentários finais sobre a interculturalidade, o planejamento de um curso digital em lugar do ensino remoto, a construção de conceitos científicos, o multiletramento, a intervenção didático-pedagógica digital, a pesquisa mista, a análise estatística implicativa e o paradigma complexo.

8.2.1 Considerações sobre a interculturalidade

O tema intercultural foi suportado por diferentes teorias e metodologias, como a multiculturalidade de Candau e Moreira (2008), a travessia de fronteiras culturais de Aikenhead (1996, 1997 e 2001), a consideração da cultura extraescolar na teoria dos campos conceituais feita por Acioly-Régnier (2015, 2019), a tríade investigativa intercultural de Kidman, Yen e

Abrams (2013), o multiletramento segundo Rojo (2017), o modelo tripolar de Rabardel (1995) e suas as relações entre instrumentos e a instrumentalização na educação.

O conceito de multiculturalidade de Candau e Moreira (2008) – que é dividido em três classificações: multicultural assimilacionista, multicultural diferencialista e intercultural – foi a nossa base para o desenvolvimento do questionário do perfil multicultural dos professores. As definições que a autora faz sobre os tipos multiculturais nos serviu de guia para extrapolarmos a teoria da multiculturalidade e aplicarmos às questões multiculturais da realidade educacional do professor, desde a sua formação profissional, até as concepções sobre o multiculturalismo e aspectos multiculturais relacionados à prática didático-pedagógica. Identificar o perfil multicultural de um sujeito ou de uma comunidade, caso da comunidade docente, contribuiu com a percepção de relações desses sujeitos com o objeto multicultural em investigação.

A teoria de travessia de fronteiras culturais de Aikenhead (1996, 1997, 2001) serviu de base para planejar um projeto de pesquisa em educação multicultural, ou em cultura cruzada, como aborda o autor. Além disso, a teoria orienta à identificação e à caracterização das culturas implicadas para, a partir delas, o professor identificar objetos científicos transversais que facilitem a mediação entre as culturas escolar e extraescolar e seus conhecimentos: o científico e o cotidiano, respectivamente.

O que se valoriza nessa teoria é a identificação de possíveis elementos das culturas extraescolares, como a religião, por exemplo, que pode apresentar obstáculos à aprendizagem científica, além dos processos de assimilação e enculturação entre culturas e subculturas que influenciam a aprendizagem. É uma importante opção para o desenvolvimento de práticas de ensino de ciências em contexto multicultural e de acompanhamento da aprendizagem com identificação dos obstáculos ou facilidades de travessia através da mediação do professor.

Com Acioly-Régnier (2010, 2019), a teoria dos campos conceituais de Vergnaud (1990) passou a enfatizar elementos específicos do processo de conceitualização, com a consideração das culturas extraescolares. Uma vez considerada a cultura dos estudantes, contribui-se, também, com a conceitualização científica. Esse aporte multicultural na teoria dos campos conceituais contribuiu com o planejamento de situações de ensino, auxiliando o professor a conduzir um plano didático-metodológico que potencialize a aprendizagem. Também contribui com a identificação do processo de construção de conceitos através da consideração equilibrada entre os conceitos pertencentes aos conhecimentos cotidiano e escolar.

A tríade investigativa intercultural de Kidman, Yen e Abrams (2013) teve grande importância ao projeto por constituir a metodologia de uma das partes da pesquisa. Foi possível coletar informações das constituições culturais dos estudantes e suas relações de maneira completa, devido à consideração dos contextos escolar, familiar e comunitário. Os resultados obtidos permitiram uma compreensão robusta sobre as essências culturais dos estudantes, contribuindo com um estudo etnográfico escolar e com a preparação do plano de curso da intervenção didática da quarta parte da pesquisa.

O multiletramento de Rojo (2017) apresentou duas possibilidades que foram exploradas em nosso estudo: 1) o multiletramento como ferramenta de ensino e 2) o multiletramento como habilidade estudantil. A primeira possibilidade permitiu a exposição de conteúdos multimodais que combinavam texto, imagens, gráficos, tabelas, quadros, animações, filmes e mídia digital e que, por sua vez, foram trabalhados no processo de ensino multiletrado, contribuindo com a aprendizagem devido à exposição de situações, invariantes operatórios, significantes e significados. Já a segunda permitiu a valorização das habilidades dos estudantes para o cumprimento de atividades de conceitualização e de verificação da aprendizagem, como a poesia, o texto ilustrado, os esquemas e os desenhos. O multiletramento permitiu a aplicação da multiculturalidade na educação bioquímica por considerar as diferentes características culturais.

O modelo tripolar de Rabardel (1995) e as suas considerações sobre instrumento e instrumentalização computacional na educação contribuíram com o planejamento de um curso digital que objetivou evitar os erros da má aplicação das TICs na educação e se opor ao ensino remoto. A oposição ao ensino remoto se deu por conta da caracterização do ensino tradicional e por não permitir a interculturalidade plena. O planejamento tripolar constituído entre homem-objeto-máquina permitiu aplicar o objetivo básico da teorização de Rabardel (1995) que é a transformação do objeto (um determinado conteúdo científico), através de processos de conceitualização mediados pela máquina e seus *softwares*, o professor e interações estudantis. Com o modelo tripolar, pudemos identificar a característica desequilibrada das relações entre os três componentes do modelo na modalidade de ensino remoto. Além disso, debruçamo-nos sobre outro aspecto intercultural que se deu entre a cultura analógica e a digital.

8.2.2 Construção de conceitos

A construção de conceitos em bioquímica, segundo Couto *et al.* (2016), é analisada a partir de classificações da conceitualização em bioquímica, em que se verificam a conceitualização coerente, as lacunas conceituais e os equívocos. Do ponto de vista da construção de conceitos de bioquímica, a metodologia possibilita identificações do processo permitindo, assim, a discussão do conteúdo conceitual, mas o processo cognitivo nessa proposta não é aprofundado necessitando de suportes teórico-metodológicos.

Assim a associação da metodologia de Couto *et al.* (2016) com outras teorias e métodos que foram complementares à identificação e à interpretação analítica da construção de conceitos. Carneiro-Leão *et al.* (2009) versa sobre a importância de considerar as perspectivas da biologia em níveis macroscópico, microscópico e submicroscópico, bem como a teoria dos campos conceituais de Vergnaud (1990), e a teoria de travessia de fronteiras culturais de Aikenhead (1996).

Através da teoria dos campos conceituais, foi possível identificar unidades importantes à conceitualização da bioquímica, como os invariantes operatórios, significantes e significados que pertencem a diferentes campos conceituais. Existe uma relação entre a exposição e uso dos invariantes na materialização conceitual dos estudantes com as classificações conceituais de Couto *et al.* (2016), visto que o baixo número de invariantes e significantes implicam em equívocos e lacunas conceituais. Outra contribuição da teoria de Vergnaud (1990) é a identificação de invariantes operatórios e significantes em cada perspectiva da biologia conforme Carneiro-Leão *et al.* (2009).

O esquema analítico desenvolvido – por nós – a partir dessas teorias e métodos possibilitou perceber a conceitualização de maneira dinâmica, tal qual a travessia de fronteiras de Aikenhead (1996, 1997). O que nos fez perceber que há uma complementariedade entre as teorias utilizadas. O ensino da bioquímica deve se preocupar em promover relações complexas, multidimensionais, e o professor deve mediar a travessia de fronteiras culturais entre os níveis macroscópico com os níveis microscópico e submicroscópico. Essa relação entre os níveis revela a conceitualização bioquímica, de acordo com Acioly-Régner (2010, 2019), pois os níveis micro e submicroscópico fazem parte da cultura escolar de diferentes campos conceituais da biologia e, por isso, devem ser integrados à cultura extraescolar, materializada em nível macroscópico para promover adequada conceitualização.

O ensino pautado na complexidade favorece a construção conceitos em bioquímica, que é uma disciplina interdisciplinar, mas as produções unicamente textuais, principalmente a poesia, limitam o processo de conceitualização em bioquímica. A conceitualização se amplia com o uso de elementos do multiletramento.

O método de análise da construção de conceitos em bioquímica, desenvolvido neste trabalho através da integração de diferentes teorias, foi adequado à interculturalidade, e à interdisciplinaridade da bioquímica. Esse processo permitiu a identificação de falhas no processo de conceitualização e na identificação das relações entre a conceitualização e a cultura dos estudantes.

8.2.3 Intervenção didática digital: o curso “Na Trilha do Leite”

O Modelo das Múltiplas Perspectivas Pernambuco (MoMuP-PE) tem potencial para orientar planos de educação digital pautados na flexibilidade cognitiva, especialmente pela exposição das situações de conceitualização por meio de problematizações e travessias temáticas vinculadas ao caso “O leite faz mal?”, derivado em minicasos que possibilitaram diferentes percursos para a construção do conhecimento em bioquímica. O MoMuP-PE foi a base para a estruturação do plano de curso, assim como para o desenvolvimento do dispositivo “Na Trilha do Leite” de funcionalidade assíncrona.

O dispositivo “Na Trilha do Leite” originou: mediação, interação social e construção de conceitos mais fortes e generalizados. Além disso, promoveu mediação dos campos conceituais através de situações dispostas em videobook, questionários *online*, animações, sites com matérias textuais ou reportagens gravadas, vídeos do *YouTube*® e mapa ilustrado que compõe o tabuleiro, constituindo-se como ferramentas multiletradas com potencial de mediação conceitual.

Além de proporcionar a interação digital do estudante com os objetos digitais, o dispositivo permitiu, também, a interação social entre os estudantes e com o professor. O *Miro*® aplicativo – que serviu de plataforma para o desenvolvimento do dispositivo “Na Trilha do Leite” – não exige o uso da câmera, de tal modo, é possível de acessá-lo através do celular, *notebook* ou tablete. Sem dúvidas, é uma ótima ferramenta digital para criação de conteúdo e ferramentas didático-pedagógicas virtuais, contribuindo com o engajamento e com a aprendizagem de maneira dinâmica. Todavia, a aplicação tem a gratuidade limitada, o que

compromete o desenvolvimento pedagógico, visto que a plataforma bloqueia as ações após determinado limite de interações. O valor cobrado é alto e em dólar.

A construção de conceitos em bioquímica apresentou-se mais forte pela consideração dos conceitos cotidianos baseados na perspectiva macroscópica. As pontes e os estímulos ao pensamento complexo exigidos nas relações interculturais, interdisciplinares e transdisciplinares apresentadas – através da exposição de diferentes campos conceituais a partir de situações, significantes e significados baseados nas perspectivas biológicas micro e submicroscópicas que partem da perspectiva macroscópica da cultura extraescolar – proporcionaram travessias de fronteiras conceituais que se aproximam da complexidade.

A influência do paradigma cartesiano, que estrutura o pensamento e a educação, apresentou-se como ponto de resistência à construção de conceitos complexos e mais generalizados. Essa resistência só pode ser dirimida com o desenvolvimento do pensamento e do método complexo no ensino das ciências.

Os *softwares* de desenvolvimento e edição de vídeos e animações (o *Wondershare Filmora*® e o *Animaker*®) apresentam muitas limitações na versão gratuita, sendo necessário pagar suas respectivas assinaturas. Frente a isso, os governos deveriam investir em recursos digitais, tanto para aquisição quanto para a formação contínua do professor na área de ensino digital e desenvolvimento de recursos digitais. Na pandemia, os professores foram totalmente responsabilizados a darem aulas, sendo obrigados a usarem os aplicativos de videoconferência. A situação do ensino remoto agravou a crise na educação brasileira, devido aos problemas sociais atrelados aos estudantes e aos professores.

8.2.4 Metodologia de pesquisa mista

A metodologia de planejamento de métodos mistos, de Santos *et al.* (2017), é de suma importância para o planejamento e a execução de uma pesquisa de métodos mistos. As classificações procedimentais compostas por símbolos constituem o sistema de notação da pesquisa mista. Isso permite ao pesquisador um desenho planejado do uso de cada tipo de metodologia qualitativa e quantitativa, vinculando, assim, o procedimento metodológico, o que favorece alcançar os objetivos da pesquisa além da compreensão multidimensional dos resultados pela combinação de teorias e métodos.

A metodologia mista se integra à perspectiva do paradigma complexo porque se preocupa em compreender a realidade investigada pela integração de métodos qualitativos e

quantitativos que ampliam os referenciais de análise de um mesmo objeto. Assim, nós anulamos a dicotomia tradicionalmente entendida como antagônica, unindo duas perspectivas diferentes, mas complementares.

Outra orientação metodológica para o desenvolvimento e a aplicação dos métodos quali-quantitativos é a fertilização cruzada, ou *cross-fertilization*, utilizada por Carraher (1989). Essa metodologia visa mesclar métodos, teorias ou análises de uma mesma natureza (qualitativa ou quantitativa) ou integrar as duas. A fertilização cruzada nos possibilitou traçar um roteiro analítico entre as quatro partes estudadas para a compreensão do todo. Para Carraher (1989), a fertilização cruzada é como um cruzamento de paradigmas de pesquisas, o que, para nós, configura-se como uma metodologia integrada ao pensamento complexo.

A análise estatística implicativa foi um método estatístico salutar às nossas análises, pois a natureza estatística probabilística de quase implicação permite às pesquisas em humanidades – como a educação – uma compreensão de tendências entre variáveis que favorecem a explicação de fenômenos de ordem social. O grande número de variáveis dependentes e independentes que exercem suas influências em um determinado objeto de pesquisa, em ciências humanas, impossibilita o controle e a padronização dos coeficientes de variação e, por isso, a estatística tradicional determinista – como a análise de variância, aplicada nas áreas de ciências agrárias, biológicas e da saúde – apresenta limitações às interpretações dos fenômenos de ordem social.

Essa limitação da estatística tradicional na área da educação contribui com o fortalecimento do pensamento cartesiano, potencializando a quase exclusividade da análise qualitativa à área de ciências humanas e a quantitativa às áreas das ciências exatas, da terra, da saúde e das tecnológicas. A ASI é um método adequado aos estudos em ciências da educação e ao ensino de ciências, sobretudo por possibilitar o reforço das análises qualitativas, podendo, ainda, contribuir com relações não identificadas na análise qualitativa.

O paradigma científico da complexidade foi importante, neste trabalho, por possibilitar uma estrutura de pesquisa que integrou diferentes teorias e métodos de natureza qualitativa e quantitativa. Além de proporcionar uma pesquisa holística entre objetos complementares à construção de conceito em bioquímica. Apesar de ter sido desafiado pelas circunstâncias, foi possível desenvolver a pesquisa guiada pelo paradigma da complexidade e assim compreender relações fora da exclusividade cartesiana. A complexidade, embora desejada, será sempre limitada quanto à percepção de quem a desenvolve, bem como em relação a uma determinada

fração da realidade. Nós buscamos a complexidade e, ao mesmo tempo em que nos aproximamos dela, paramos longe de alcançá-la, devido às limitações do pensamento humano e do trabalho acadêmico que são limitados, enquanto a complexidade é infinita.

8.3 Perspectivas futuras

O nosso estudo lança luz sobre a construção de conceitos em bioquímica em contexto multicultural, abordagem complexa e organização metodológica inovadora através do dispositivo didático-pedagógico digital que, por sua vez, mostrou resultados interessantes a respeito da conceitualização. Tal fato possibilita perspectivas de estudos aplicadas aos contextos multiculturais locais, como também em níveis nacional e internacional.

Apesar de termos alcançado nossos objetivos e contribuído com o desenvolvimento científico, como toda pesquisa, identificamos lacunas que não foram possíveis de serem atendidas e que potencializam o progresso científico na continuidade das investigações. Por exemplo, quais são as relações entre as subculturas extraescolares com os campos conceituais microscópicos e submicroscópicos? Será que os conceitos das perspectivas invisíveis podem estar relacionados com a espiritualidade na cultura indígena? A filosofia indígena pautada na compreensão de um mundo interconectado ecologicamente estaria mais próxima dos paradigmas sistêmico e complexo? Isso facilitaria a aprendizagem de conceitos científicos na perspectiva complexa?

Devido à participação de apenas uma estudante quilombola, as características culturais não puderam ser generalizadas. Por que os quilombolas são os que mais evadem? O baixo rendimento escolar é reflexo de quais fatores, exatamente? Não podemos justificar que a evasão se dá, exclusivamente, pelas notas baixas, elas contribuem, mas quais são os outros fatores interculturais? A afetividade, a contextualização das disciplinas com a cultura quilombola, as relações de poder veladas e explícitas da colonialidade que nos constitui são fatores que contribuem com a evasão e o baixo desempenho dos quilombolas?

A formação continuada de professores em decolonialidade, interculturalidade e interdisciplinaridade contribuiriam com a melhoria do desempenho de estudantes de culturas e etnias historicamente subjugadas? Conhecer as comunidades e as escolas quilombolas e indígenas pode nos ajudar a melhorar os índices escolares dos nossos estudantes e dos nossos professores? Quais os impactos práticos que a ciência escolar pode causar aos estudantes e às suas comunidades? Normalmente, em uma linha de raciocínio tradicionalmente colonial,

pensamos que a ciência escolar basta aos problemas sociais. Será mesmo? Como os povos tradicionais resolvem os seus problemas relacionados à bioquímica? Quais são as ciências deles e como elas se relacionam com a ciência ensinada na escola?

Por quais motivos os estudantes sertanejos têm melhor desempenho? Quais as peculiaridades da educação favorecem a aprendizagem de sertanejos e urbanos? Quais são as outras habilidades que podem ser exploradas na sala de aula além da poesia? Por que estudantes urbanos foram os que apresentaram maior tendência de pensamento estruturado no paradigma cartesiano?

Nos tempos atuais, com o desenvolvimento das TICs, principalmente nesse período de crise socio sanitária mundial, quais são as relações interculturais entre as culturas analógica e digital? Quais foram as reais implicações – do ponto de vista cultural – para a instrumentalização das TICs na educação? Como as culturas e subculturas extraescolares se relacionam com as culturas e subculturas analógica e digital?

Como os paradigmas metodológicos (da didática) poderão ser aplicados aos diferentes estudos da área de ensino de ciências e ciências da educação? O que precisamos para possibilitar a transformação da visão dicotômica em holística? Os métodos qualitativos continuarão sendo diferentes dos métodos quantitativos, a dicotomia continuará a existir, mas a sua compreensão no meio científico deve buscar transformar-se ao entendimento holístico e complementar o que tais metodologias possuem. A complexidade precisa da compreensão cartesiana para se desenvolver a partir dela.

Todas essas perguntas nos levam a responder os problemas educacionais contemporâneos. A busca em solucioná-las nos auxiliará a democratizar a escola e a ciência escolar e a elevar os índices educacionais implicados aos professores e aos estudantes. Não existe construção de conceitos sem “formação” de professores. A compreensão isolada da conceitualização dos estudantes tem importância por jogar luz ao objeto estudado, mas sua compartimentalização obriga a aumentar o foco de luz no objeto, deixando de iluminar também o seu ambiente.

Diante disso, destacamos algumas perspectivas futuras em potencial que, como continuidade deste estudo, considera três pontos específicos: a interculturalidade e a decolonialidade, a construção de conceitos e o espectro local da região de Salgueiro.

8.3.1 Perspectivas quanto à interculturalidade e decolonialidade

A educação multicultural apresenta perspectivas de aprofundamento dos estudos no Brasil devido à considerável diversidade cultural que temos no país, com 305 povos indígenas e 274 línguas nativas (IBGE, 2010), onde Pernambuco é o quarto estado com maior população indígena⁷⁹ que compõe 13 etnias (SILVA, 2016), a exemplo dos indígenas *Atikum* e *Truká*. Uma vasta população quilombola que não estão presentes apenas no estado do Acre, na região Norte brasileira, e, no estado de Pernambuco, as comunidades quilombolas estão presentes em 47 municípios da região litorânea ao sertão do estado (CARRIL, 2017). O cenário ainda conta com outras populações tradicionais como sertanejos, agricultores, ribeirinhos, pescadores, dentre outros.

Nesse ponto de vista, há espaço para pesquisas epistemológicas, metodológicas e empíricas visando o desenvolvimento de práticas de ensino intercultural e de currículos interculturais, sobretudo com o objetivo de favorecer a aprendizagem de ciências. Pesquisas aplicadas aos novos desafios impostos pela transição da cultura analógica à digital e as diferentes formas de produção comunicacional como produção escolar não centrada no texto. O multiletramento tem importante relação com a conceitualização que merece ser estudada profundamente à luz do contexto multicultural.

8.3.2 Perspectivas quanto à área de construção de conceitos em bioquímica

A aplicação e o desenvolvimento de teorias e métodos em construção de conceitos, em contextos multiculturais, e o aprofundamento científico sobre a construção de conceitos em bioquímica – considerando os aportes culturais – permitirão a melhoria da mediação didática do professor e a aprendizagem do estudante.

Ampliação de estudos que apliquem a teoria dos campos conceituais (VERGNAUD, 1990) na área de ciências e bioquímica. A teoria de travessia de fronteiras culturais (AIKENHEAD, 1996, 1997) deve ser mais bem explorada na pesquisa de construção de conceitos, já que em nossos estudos (SANTOS DE AQUINO, CARNEIRO-LEÃO, AMARAL, 2019) verificamos que, no Brasil, essa teoria é utilizada como suporte aos estudos de abordagem CTSA.

⁷⁹ Estados com maior população indígena: 1º lugar o estado do Amazonas com 168.700 pessoas, 2º lugar o Mato Grosso do Sul com 73.295 pessoas, em 3º lugar a Bahia com 56.381 pessoas e 4º o estado de Pernambuco com 53.284 pessoas (SILVA, M. P. 2016).

Aprofundar a verificação da aprendizagem intercultural e na educação digital sob a ótica do MoMuP-PE, visto que aplicamos o modelo para o planejamento e para o desenvolvimento do dispositivo digital criado na plataforma *Miro*® e do curso “Na Trilha do Leite”, unindo as modalidades síncronas e assíncronas.

8.3.3 Perspectivas no âmbito local, regional e internacional

O âmbito local se constitui do ambiente escolar do curso de Ensino Médio Integrado ao Técnico em Agropecuária e, por isso, possibilitando aprofundar estudos relacionados às comunidades externas à escola, levando em consideração às culturas quilombola, indígenas, sertaneja e urbana. Ao IFSertãoPE às perspectivas de aprofundamento da pesquisa na escola, bem como desdobramentos à aplicação da pesquisa para o desenvolvimento de um currículo intercultural ou, ainda, ao desenvolvimento de planos de formação de professores para atender às demandas e especificidades multiculturais da escola, como o acompanhamento didático-pedagógico dos estudantes.

As escolas quilombolas, indígenas e rurais têm muito para nos ensinar. Futuras pesquisas no chão dessas escolas terão muito a contribuir com o avanço do ensino de ciências, das ciências da educação e da educação multicultural na região de Salgueiro, ou em nível estadual, regional, nacional e internacional.

Neste trabalho, ao analisar as tendências de pesquisas na área de educação multicultural, percebemos que mundialmente a área tende a expandir-se a partir do momento que a comunidade científica incorpora necessidades sociais atuais se interessando pelo desenvolvimento de pesquisas aplicadas às diferentes realidades socioculturais. Essa expansão se dá no respeito às peculiaridades de cada país e suas regiões, mais precisamente se dá conforme a necessidade de cada povo e etnia. Neste ponto, o nosso trabalho joga luz às questões da educação multicultural no campo da “cultura, cognição e afetividade” como base de múltiplas perspectivas científicas para a área.

Podemos, finalmente, concluir que este estudo representa a aplicação da complexidade à pesquisa científica educacional, por ampliar perspectivas teórico-metodológicas, analíticas, epistemológicas, social e paradigmática com foco na construção de conceitos científicos. Executar este trabalho foi uma relação de resistência multidimensional mediante as dificuldades enfrentadas para o desenvolvimento, específico da pesquisa, assim como para a ciência e a educação brasileira.

REFERÊNCIAS

ACIOLY-RÉGNIER, N. M. Construir conhecimentos em diferentes contextos: uma questão de significantes, de significados e de situações. IN: AZEVEDO, T. M. (Org.). **Conhecimento, linguagem e educação**. Caxias do Sul: EDUCS, p. 27-52, 2019.

ACIOLY-RÉGNIER, N. M. **Culture et cognition** : domaine de recherche, champ conceptuel, Cadre d'intelligibilité et objet d'étude fournissant des instruments pour conduire des analyses conceptuelles et méthodologiques en psychologie et en sciences de l'éducation. Education. Université Lumière Lyon 2. 2010.

ACIOLY-RÉGNIER, N. M. Des instruments techniques aux instruments psychologiques : béquilles intellectuelles ou aides à la conceptualisation en mathématiques ? **Carrefour de l'éducation**, n. 26, p. 115-128, 2008.

ACIOLY-RÉGNIER, N. M. **La juste mesure** : une étude des compétences mathématiques des travailleurs de la canne à sucre du Nordeste du Brésil dans le domaine de la mesure. Thèse de doctorat, Paris : Université René Descartes – Paris V, 1994. Disponível em : <<https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-03503845>>. Acesso em: jun 2022.

ACIOLY-RÉGNIER, N. M.; RÉGNIER, J. C. Repérage d'obstacles didactiques et socioculturels au travers de l'ASI des données issues d'un questionnaire. **Troisième Rencontre Internationale A.S.I., Analyse Statistique Implicative**, Palerme, Italie, Oct. 2005, p. 63-87.

AGUILAR, B. S.; SERRANO, R. M.; ALFAYA, E. M.; GARCÍA, M. A. O. Choque cultural en las aulas: profesores analógicos vs alumnado digital. El caso de Ana. **Edutec – Revista Electrónica de Tecnología Educativa**, n. 43, p. 1-12, 2013.

AIKENHEAD, G. S. Integrating Western and Aboriginal Sciences: cross-culture Science teaching. **Research in Science Education**, v. 31, nº. 3, p. 337-355, 2001.

AIKENHEAD, G. S. Science Education: border crossing into the subculture of Science. **Studies in Science Education**, v. 27, p. 1-52, 1996.

AIKENHEAD, G. S. **Toward a first nations cross-cultural science and technology curriculum**. Culture and Comparative Studies, William W. Cobern, 2ª ed. p. 217-238, 1997.

ALIANÇA, P. T. S. M. S. **O caminho feito ao andar: itinerários formativos do professor bacharel no Ensino Médio Integrado**. Dissertação de Mestrado em Educação Profissional do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. 2016. 139 p.

ALMEIDA, R. O. Noção de Fotossíntese: obstáculos epistemológicos na construção do conceito científico atual e implicações para a educação em ciência. **Candobá** – revista Virtual, v. 1, p. 16-32, 2005. Disponível em: <http://www.ler.esalq.usp.br/aulas/lce1302/fotossintese_nocao.pdf> Acesso em: jan 2022.

ALMEIDA-FILHO, N. Sindemia, infodemia, pandemia de Covid-19: hacia una epidemiología de enfermedades emergentes. **Salud Colectiva**, v. 17, e3748, 2021. DOI: <https://10.18294/sc.2021.3748>.

ALVES, R. R.; LIMA, H. N.; TAVARES, M. C.; SOUTO, W. M.; BARBOZA, R. R.; VASCONCELOS, A. Animal-based remedies as complementary medicines in Santa Cruz do Capibaribe, Brazil. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v. 8, nº. 44, 2008. Doi: 10.1186/1472-6882-44.

ANDRADE, P. V. C. C. ; ACIOLY-RÉGNIER, N. M. ; FERREIRA, A. Genèse instrumentale et innovation : le cas d'une école de la périphérie d'une métropole du Nordeste brésilien. IN : CINTERO, J. ; SIMONIAN, S. (Dir.). **Questionner l'innovation** : lectures axiologiques. p. 150-164, 2022. Raison et Passions (Collection éducation et Formation). ISBN: 978-2-917645-88-8.

ANDRADE-MONTEIRO, A. S. F.; BRAYNER-LOPES, F. M.; CARNEIRO-LEÃO, A. M. A. Mobilizando saberes docentes: rumo à compreensão dos processos biológicos em uma perspectiva sistêmico-complexa. **Revista Ensaio** – Pesquisa em Educação em Ciências, v. 21, e10426, 2019. DOI: <<https://dx.doi.org/10.1590/1983-21172019210101>>.

ANDRÉ, W. D. S.; COUTO, J. A.; SÁ, R. G. B.; CARNEIRO-LEÃO, A. M. A.; ARAÚJO, R. V. S.; SANTOS DE AQUINO, R. Construção de sequências didáticas na formação inicial de professores: ensinando bioquímica na perspectiva do paradigma emergente. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC**, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis de 3 a 6 de julho de 2017.

ANIMAKER. 2021. **Software online para construção de vídeos e animações**. Disponível em: <<http://animaker.com>>

ARAÚJO, R. V. S.; COUTO, J. A.; ANDRE, W. D. S.; SANTOS DE AQUINO, R.; BRAYNER-LOPES, F. M.; CARNEIRO-LEÃO, A. M. A. Situação prática para o estudo da bioquímica dos alimentos por meio de uma produção coletiva na perspectiva de um paradigma inovador. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC**, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis de 3 a 6 de julho de 2017.

BASTIEN, C. Le décalage entre logique et connaissance. **Courrier du CNRS**, n. 79, Sciences Cognitives, 1992.

BATISTA, M. R. R. O desencantamento da aldeia. Exercício antropológico a partir do Relatório Circunstanciado de Identificação e Delimitação da Terra Indígena *Truká*. **Revista de Estudos e Pesquisas**, FUNAI, Brasília-DF, v. 1, nº. 2, p. 157-247, 2004.

BEHRENS, M. A. A prática pedagógica e o desafio do paradigma emergente. **Revista Brasileira de Estudo de Pedagogia**, v. 80, nº. 1, p. 383-403, 1999.

BEHRENS, M. A. O paradigma da complexidade na formação e no desenvolvimento profissional de professores universitários. **Revista Educação**, v. 3, nº. 63, p. 439-455, 2007.

BEHRENS, M. A. **O paradigma emergente e a prática pedagógica**. 3. Ed. Petrópolis/RJ: Vozes, 2009, 117 p.

BEHRENS, M. A.; Rodrigues, D. G. Paradigma emergente: um novo desafio. **Pedagogia em Ação**, v. 6, nº. 1, p. 51-64, 2015.

BELL, B. **Aspects of secondary students' understanding of plants nutrition**: full report. Children's learning in Science Project, University of Leeds, 1984. 28 p. ISBN: 978-0904421286.

BELLO, S. E. L. Etnomatemática: entre o discurso acadêmico e a produção social do conhecimento. **Primeiro Congresso Brasileiro de Etnomatemática**, Universidade de São Paulo, USP, 1 a 4 de novembro de 2000, São Paulo-SP. Acesso em: 01 out. 2019. Disponível em: <<http://www2.fe.usp.br/~etnomat/anais/SamuelEdmundo.html>>

BORBOREMA, F. C. A. Etnografia e educação: usos e contribuições. **II CONEDU – Congresso Nacional de Educação**, Campina Grande-PB, Brasil, 14 a 17 de outubro de 2015.

BORGES, L. P. O futuro da escola: uma etnografia sobre a relação dos jovens com o conhecimento. **Revista Docência e Cibercultura**, v. 2, nº. 3, p. 167-168, 2018.

BRANDAO, E.; ADELFO, M.; HAGY, S.; THUVANDER, L.; Collaborative pedagogy for co-creation and community outreach: an experience from architectural education in social inclusion using the Miro Tool. IN: RAPOSO, D.; MARTINS, N.; BRANDÃO, D. (Eds.). **Advances in Human Dynamics for the Development of Contemporary Societies**. AHFE 2021. Lecture Notes in Networks and Systems, v. 277, Springer, Cham, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-80415-2_15>.

BRASIL. CNE/CBE. **Resolução nº. 6 de 20 de setembro de 2012**. Define Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional Técnica de Nível Médio. 2012.

BRASIL. **Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/111892.html>. Acesso em: 12 dez. 2017.

BRASIL. **Lei nº. 13.415 de 16 de fevereiro de 2017**. Conversão da Medida Provisória nº. 746 de 2016. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/113415.htm> Acesso em: jul. 2019.

BRASIL. MEC. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei nº. 9394 de 20 de dezembro de 1996**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm> Acesso em: jul. 2019.

BRASIL. MEC/SETEC. **Documento Base: Educação Profissional Técnica de Nível Médio Integrada ao Ensino Médio**. Brasília, 2007. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/documento_base.pdf> Acesso em: fev. 2020.

BRASIL. MEC/SETEC. **Institutos Federais**, uma conquista de todos os brasileiros. Folheto. 11 p. 2010. Acesso em: mar 2018. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/folheto_setec.pdf>

BRASIL. MEC/SETEC. **Portaria nº. 376 de 3 de abril de 2020**. Dispõe sobre aulas nos cursos de educação profissional técnica de nível médio, enquanto durar a situação de pandemia do novo coronavírus – Covid-19. 2020a.

BRASIL. MEC/SETEC/IFSertãoPE. **Instrução Normativa nº. 2 de 6 de julho de 2020**. Institui o regulamento de atividades remotas e atividades acadêmicas no âmbito do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano. 2020b.

BRASIL. MEC/SETEC/IFSERTÃOPE. **Resolução nº. 53 do conselho Superior de 27 de dezembro de 2019**. Dispõe sobre a primeira reformulação do Projeto Pedagógico do Curso Técnico Integrado em Agropecuária no Campus Salgueiro. 2019.

BRASIL. MEC/SETEC/IFSertãoPE. **Resolução nº. 53 do Conselho Superior de 27 de dezembro de 2019**. Dispõe sobre a primeira reformulação do projeto pedagógico do Curso Técnico Integrado em Agropecuária no campus Salgueiro. 2019.

BRASIL. **Medida Provisória nº. 746, de 2016**. Reformulação do ensino Médio. Disponível em: <<https://www.congressonacional.leg.br/materias/medidas-provisorias/-/mpv/126992>> Acesso em: jul. 2019.

BRASIL. **Ministério da Educação, Portaria nº 246 de 15 de abril de 2016**. Diário Oficial da União, nº. 89, em 11 de maio de 2016, p. 30-37. Acessado em: 07/05/2018. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/docman/38501-portaria-de-modelos-de-cargos-e-funcoes-pdf/file>>

BRASIL. **Resolução n. 1, de 27 de março de 2008**. Conselho Nacional de Educação. Define os profissionais do magistério, para efeito da aplicação do art. 22 da Lei nº. 11.494/2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação – FUNDEB. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/rceb001_08.pdf>. Acesso em: jan 2018.

BRAYNER-LOPES, F. M. **Formação de docentes universitários: um complexo de interações paradigmáticas**. 260f. Tese (Doutorado em Ensino das Ciências e matemática) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2015.

BRAYNER-LOPES, F. M.; SÁ, R. G. B.; JÓFILI, Z. M. S.; CARNEIRO-LEÃO, A. M. A. Ensino de Biologia a partir do MoMuP-PE. In: **XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XII ENPEC**, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN, Brasil, 25 a 28 de junho de 2019.

BRAYNER-LOPES, F. M.; SÁ, R. G. B.; JÓFILI, Z. M. S.; CARNEIRO-LEÃO, A. M. A. O Modelo das Múltiplas Perspectivas-Pernambuco (MoMuP-PE) como proposta teórico/metodológica no ensino de conceitos de Biologia: uma perspectiva sistêmico-complexa. In: **III CONAPESC – Congresso Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências**, Campina Grande-PB, Brasil, 20 a 22 de junho de 2018.

BRAYNER-LOPES, F. M.; SOUZA, A. F.; MACÊDO, P. B.; SANTO DE AQUINO, R.; JÓFILI, Z. M. S.; CARNEIRO-LEÃO, A. M. A. A interação dos processos biológicos de Garfield: um olhar do docente universitário para o Ensino de Biologia. In: **XI ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 3 a 6 de julho de 2017.

BURIASCO, R. L. C.; FERREIRA, P. E. A.; CIANI, A. B. Avaliação como prática de investigação: alguns apontamentos. **Boletim de Educação Matemática**, v. 22, n. 33, p. 69-96, 2009.

CALDERON, A. I.; FRANÇA, C. M. Os rankings acadêmicos da educação superior: apontamentos no campo educacional. IN: José Carlos ROTHEN; Andréia da Cunha Malheiros SANTANA (Orgs.). **Avaliação da educação: referências para uma primeira conversa**. São Carlos: EDUFSCar, p. 95-113, 2018.

CAMPOS, F. V.; ALMEIDA, N. G. Fotossíntese: superando barreiras no aprendizado por meio da utilização de novos modelos didáticos interativos. **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 19, n. 1, p. 39-58, 2021.

CANAU, V. M. Educação intercultural: entre afirmações e desafios. In: MOREIRA, A. F.; CANAU, V. M. (Orgs.). **Currículos, disciplinas escolares e culturas**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.

CANAU, V. M. F.; MOREIRA, A. F. B. (Org.). **Multiculturalismo: diferenças culturais e práticas pedagógicas**. Petrópolis, RJ: Ed. Vozes, 2008.

CANOSA, A. F.; RUANO, J. C. Fundamentos epistemológicos transdisciplinares de educación y neurociencia. **Sophia: Colección de la Educación**, v. 26, n. 1, p. 83-113, 2019.

CANVA. 2021. **Software online para criação de arte visual digital e mapas mentais**. [Free Media©]. Disponível em: <<http://canva.com>>

CAPRA, F. **A máquina do mundo newtoniano**. In: CAPRA, F. ed. O ponto de mutação. 28ª ed. São Paulo: Cultrix, 2003.

CAPRA, F. **A teia da vida**. São Paulo: Cultrix, 1996.

CARNEIRO-LEÃO, A. M. A.; CARDOSO, S. C. S.; BRAYNER-LOPES, F. M.; JÓFILI, Z. M. S. Os paradigmas científicos de licenciandos de biologia registrados a partir de um estudo sistêmico sobre os níveis de organização dos seres vivos. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 1, p. 689-695, 2013.

CARNEIRO-LEÃO, A. M. A.; MAYER, M.; NOGUEIRA, R. A. Ensinando biologia numa perspectiva de complexidade. IN: JÓFILI, Z. M. S.; ALMEIDA, A. V. (Orgs.). **Ensino de biologia, meio ambiente e cidadania: olhares que se cruzam**. 2ª ed, Recife: UFRPE/Sociedade Brasileira de Ensino de Biologia/Regional 5, 2009.

CARRAHER, T. N. The cross-fertilization of research paradigms. **Cognition and Instruction**, v. 6, n. 4, p. 319-323, 1989.

CARRAHER, T. N.; SCHLIEMANN, A. D. Fracasso escolar: uma questão social. **Caderno de Pesquisa**, v. 45, p. 3-19, 1983.

CARRIL, L. F. B. Os desafios da educação quilombola no Brasil: o território como contexto e texto. **Revista Brasileira de Educação**, v. 22, n. 69, p. 539-564, 2017.

CARVALHO, A. A. A. **A Teoria da Flexibilidade Cognitiva e o Modelo das Múltiplas Perspectivas**. Universidade do Minho, Portugal, 2011.

CARVALHO, J. S. B.; MENDONÇA, C. A. S.; LIMA, L. D. Relato de uma experiência de ensino sobre fotossíntese fundamentada na teoria ausubeliana. **Revista Educação e Transformação**, v. 2, n. 1, p. 79-93, 2017.

CARVALHO, M. L. A. **Quilombo de Conceição das Crioulas**. Belo Horizonte-MG: FAFICH, 2016, 16 p. Coleção Terras de Quilombo, Parceria INCRA/CGPCT/NEAD; UFMG/OJB, CERBRAS.

CARVALHO, M. Quem é negro, quem é branco: desempenho escolar e classificação racial de alunos. **Revista Brasileira de Educação**, n. 28, p. 77-95, 2005.

CARVALHO, P. S. **Hábitos de estudo e sua influência no rendimento escolar**. Dissertação de Mestrado em Psicologia Clínica e da Saúde da Universidade Fernando Pessoa, Porto, Portugal, 2012. 164 fls.

CASCUDO, L. C. **Dicionário do Folclore Brasileiro**. 11. ed. ilustrada. São Paulo: Global, 2002.

CHIC – **Classificação Hierárquica Implicativa e Coesitiva**. Versão 7.0, Copyright (2014). Método de Análise Implicativa de dados de Régis Gras: École Polytechnique – Université de Nantes. Colaboração: Saddo Ag Almouloud, Marc Bailleul, Anleine Bodin, Annie Larher, Harrison Ratsimba-Rajohm, Jean-Claude Régnier, André Totohasina. Versão Windows: Raphaël Couturier.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM) - Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea**. Diagnóstico do município de Salgueiro, estado de Pernambuco / Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Manoel Júlio da Trindade G. Galvão, Simeones Neri Pereira, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

CONCEIÇÃO, V. J. S.; MOLINA-NETO, V. A. A cultura escolar sob o olhar do paradigma da complexidade: um estudo etnográfico sobre a construção da identidade docente de professores de educação física no início da docência. **Revista Movimento**, v. 23, n. 3, p. 827-840, 2017.

CONDEPE/FIDEM. Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco. **Pernambuco em mapas**. FREITAS, R. M.; SANTOS, K. S. A. Recife, 2011. 159 p. ISBN: 978-85-99590-09-6.

COPE, B.; KALANTZIS, M. (Eds.). **Multiliteracies** – Literacy learning and the design of social futures. NY: Routledge, 2006.

CORBETT, M. Rural Education: some sociological provocation for the field. **Australian and International Journal of Rural Education**, v. 25, nº. 3, p. 9-25, 2015.

COSTA, J. S.; CARNEIRO-LEÃO, A. M. A. Campanha sanitária e educação em ciências para a saúde: construção de sentidos sobre impresso para combate à transmissão não vetorial do Zika vírus. **Revista Ensaio** – Pesquisa em Educação em Ciências, v. 22, e12453, 2020. DOI: <<https://dx.doi.org/10.1590/1983-21172020210131>>.

COUTINHO, G.; OLIVEIRA, T.; ARRUDA, D. O. Notas sobre a concepção de fracasso escolar da população negra. **Revista Tecnologia & Cultura**, Edição Especial, p. 09-17, 2021.

COUTO, J. A.; SÁ, R. G. B.; AQUINO, R. S.; BRAYNER-LOPES, F. M.; CARNEIRO-LEÃO, A. M. A.; JÓFILI, Z. M. S. O Modelo das Múltiplas Perspectivas – Pernambuco e a Bioquímica: vivenciando uma alternativa teórico-metodológica durante a formação inicial de professores. **Revista SBEnBio**, nº. 9, p. 3886-3896, 2016.

COUTO, J. A.; SOUZA, A. F.; CARNEIRO-LEÃO, A. M. A. Contextualizando o estudo das proteínas na perspectiva dos paradigmas emergente e inovador. **X ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Água de Lindóia-SP, 24 a 27 de novembro de 2015.

COUTURIER, R.; BODIN, A.; GRAS, R. A classificação hierárquica implicativa e coesiva. **Manual Curso CHIC versão 2.3**, 2004. Disponível: <http://math.unipa.it/~grim/asi/asi_03_gras_bodin_cout.pdf>. Acesso em: abr. 2020.

CUNHA, L. A. Ensino Médio e Ensino Técnico na América Latina: Brasil, Argentina e Chile. **Cadernos de Pesquisa**, n. 111, p. 47-70, 2000.

CUNHA, P. C.; FERREIRA, A. L.; ACIOLY-RÉGNIER, N. M. Estudo exploratório da formação humana nos trabalhos dos Colóquios Internacionais sobre Análise Estatística Implicativa (A.S.I.): Meta-análise dos Colóquios A.S.I. 5, A.S.I. 6 e A.S.I. 7. **V Congresso Nacional de Educação – V CONEDU**, Olinda-PE, Brasil, 17 a 20 de outubro de 2018.

D'AMBRÓSIO, U. **Educação Matemática: da teoria à prática**. Campinas, SP: Papirus, (Coleção Perspectivas em Educação Matemática), 1996.

DETERDING, S.; DIXON, D.; KHALED, R.; NACHE, L. From Game Design elements to gamefulness: defining “gamification”. **Mind Trek'11**, 28-30 September of 2011, Tampere, Finland. 2011.

DI PAOLA, B.; SPAGNOLO, F. Argumentation and proving in multicultural classes: a didactical experience with Chinese and Italian Students. **Journal of Mathematics Education**, v. 2, n.º. 1, p. 1-4, 2009.

DUVERNOY, D. A. Tornar-se professor, nada mais simples (e é nisso que está o problema): a formação dos professores diante do notório saber. IN: DUVERNOY, D. A.; FERRAZ, C. M.; VIDAL, O. F. (Orgs.). **Educação e formação de professores: concepções, contextos e práticas**. Olinda: EDUPE, p. 25-40, 2018.

FAZIO, C.; SPAGNOLO, F. Conceptions on modeling processer in Italian high-school prospective mathematics and physics teachers. **South African Journal of Education**, v. 28, p. 469-487, 2008.

FERNANDEZ, C. Revisitando a base de conhecimentos e o conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) de professores de Ciências. **Revista Ensaio**, v. 17, n.º. 2, p. 500-528, 2015.

FERRÃO, N. S.; SANTAROSA, M. C. P. Mapas conceituais para a compreensão de textos no âmbito de um curso de pós-graduação. **Revista Eletrônica de Educação Matemática – REVEMAT**, v. 15, n. 1, p. 1-21, 2020. DOI: <<https://doi.org/10.5007/1981-1322.2020.e67861>>

FILMORA. 2021. **Software Wondershare Filmora© para edição de vídeos**. Licença: 211850986. Disponível em: <<http://filmora.wondershare.com>>.

FONSÊCA, P. N.; ANDRADE, P. O.; SANTOS, J. L. F.; CUNHA, J. E. M.; ALBUQUERQUE, J. H. A. Hábitos de estudo e estilos parentais: estudo correlacional. **Revista Quadrimestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional**, v. 18, n. 2, p. 337-345, 2014.

FORZZA, R. C.; COSTA, A.; SIQUEIRA-FILHO, J. A.; MARTINELLE, G.; MONTEIRO, R. F.; SANTOS-SILVA, F.; SARAIVA, D. P.; PAIXÃO-SOUZA, B.; LOUZADA, R. B.; VERSIEUX, L. *Bromeliaceae* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB16612>> Acesso em: jan 2022.

FRANCO, C. P. Abordagem etnográfica à convivência na escola. **Educação & Realidade**, v. 43, nº. 3, p. 887-907, 2018.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 36ª ed. São Paulo: Paz e Terra. 1996.

FREITAS, L. P. S. R.; CAMPOS, A. F.; ANDRADE, V. L. V. X.; RÉGNIER, J. C. Análise estatística implicativa da tendência de abordagens do método de estudo de casos no ensino de ciências. **Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v.15, nº. 33, p. 5-21, 2019.

GATTI, B. A. **A construção da pesquisa em educação no Brasil**. Brasília: Plano Editora, 2002a.

GATTI, B. A. Avaliação educacional no Brasil: pontuando uma história de ações. **EccoS Revista Científica**, v. 4, n. 1, p. 17-41, 2002b.

GESCO – Grupo de Estudios Sobre Colonialidad. Los avatares de la crítica decolonial. Entrevista a Santiago Castro-Gómez realizada por el Grupo de Estudios Sobre Colonialidad – GESCO. **Tabula Rasa**, v. 16, p. 213-230, 2012.

GESTEIRA, H. M. O Recife holandês: história natural e colonização neerlandesa (1624-1654). **Revista da SBHC**, v. 2, nº. 1, p. 6-21, 2004.

GONÇALEZ, D. A. Capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cv. ‘Roxo de Botucatu’. **Boletim de Indústria Animal**, v. 42, n. 1, p. 141-142, 1985.

GRANDO, R. K. Por um mundo diverso cultural /linguisticamente: uma reflexão a partir da pedagogia dos multiletramentos. **Revista Linguagem em Foco**, v. 13, n. 2, 2021.

GRAS, R.; ALMOULOU, S. A. A implicação estatística usada como ferramenta em um exemplo de análise de dados multidimensionais. **Revista Educação Matemática Pesquisa**, v. 4, n. 2, p. 75-88, 2002.

GRAS, R.; LARHER, A. Um exemplo de utilização de uma análise implicativa para o exame de questionários. **Em Aberto**, ano 14, n. 62, p. 42-51, 1994.

GRAS, R.; RÉGNIER, J. C. Origem e desenvolvimento da Análise Estatística Implicativa (A.S.I.). In: VALENTE, J. A.; ALMEIDA, M. E. B. (Orgs.). **Uso do CHIC na formação de educadores: à guisa da apresentação dos fundamentos e das pesquisas em foco**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2015. Cap. 2, p. 22-45.

GUBA, E. G.; LOINCOLN, Y. S. **Avaliação de quarta geração**. Campinas: Editora da Unicamp, 2011.

GULATIS, S. Technology-enhanced learning in developing nations: a review. **International Review of Research in Open and Distance Learning**, v. 9, n. 1, p. 1-16, 2008.

HALL, S. **Da diáspora: identidades e mediações culturais**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2003.

HARRES, J. B. S.; PIZATO, M. C.; SEBASTIANY, A. P.; PREDEBON, F.; FONSECA, M. C. Laboratórios de ensino: inovação curricular na formação de professores de ciências. IN: **IX Encontro Gaúcho de Educação Matemática**, de 28 a 30 de abril de 2006 Universidade de Caxias do Sul - UCS, p. 28-30; Caxias-RS, Brasil, 2006.

HAYASHI, V. T.; ALMEIDA, F. V.; ARAKAKI, R. Uso da ferramenta Miro no Ensino à Distância: um estudo de caso na Engenharia da Computação. **VI Congresso sobre Tecnologias na Educação (Ctrl+E 2021)**, Educação com Tecnologia: pessoas, didática e currículo integrados, Pau dos Ferros-RN, Brasil, 24 a 27 de agosto de 2021.

HODGES, C.; MOORE, S.; LOCKEE, B.; TRUST, T.; BOND, A. The difference between emergency remote teaching and online learning. **Educause Review**. Disponível em: <<https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning>>. Acesso em: jan 2022.

IBGE. **Censo Populacional 2010**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/>> Acesso em: 05 Jan. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA, IBGE. **Censo Populacional 2010**, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/>> Acesso em: 05 Jan. 2015.

JÓFILI, Z. M. S.; SÁ, R. G. B.; CARNEIRO-LEÃO, A. M. A. A via glicolítica: investigando a formação de conceitos abstratos no ensino da Biologia. In: **III ENEBIO – Encontro de Ensino de Biologia e IV EREBIO – Encontro Regional de Ensino de Biologia e V Congresso Iberoamericano de Educación em Ciencias Experimentales**, Revista da SBEnBio, n. 3, p. 435-445, 2010.

KAHOOT. 2021. **Software online para construção e aplicação de quiz online**. Disponível em: <<http://kahoot.com>>

KIDMAN, J.; YEN, C. F.; ABRAMS, E. Indigenous students' experiences of the hidden curriculum in science education: a cross-national study in New Zealand and Taiwan. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 11, p. 43-64, 2013.

KRENAK, A. Antes, o mundo não existia. In: NOVAES, A. (Org.). **Tempo e história**. São Paulo: Companhia das Letras, 1992.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. Tradução de BOEIRA, B. V.; BOEIRA, N. 9. ed. São Paulo: Perspectiva, 2006.

LEAL, F. G.; MORAES, M. C. B. Decolonialidade como epistemologia para o campo teórico da internacionalização da educação superior. **Archivos analíticos de Políticas Educativas**, v. 26, n. 87, 2018.

LEAVITT, S. C. Suppressed meanings in narratives about suffering: a case from Papua New Guinea. **Anthropology and Humanism**, v. 20, n. 2, p. 1-20, 1995.

LUCAS, A. M. Jouer les notes sans connaître la mélodie : le caractère étroit de la recherche en didactique de la biologie. **Didaskalia**, n. 1, p. 101-113, 1993.

LUCKESI, C. C. Verificação ou avaliação: o que pratica a escola? **Série Ideias**, v. 8, p. 71-80, 1998.

LUMPE, A.; STAVER, J. Peer collaboration and concept development: learning about photosynthesis. **Journal of research in Science Teaching**, v. 27, n. 10, p. 101-132, 1995.

MACÊDO, P. B. **Significados sistêmicos-complexos mediados pela linguagem audiovisual: investigando os fatores bio-socio-histórico-culturais que permeiam as interações entre “ser humano-**

ambiente-teia alimentar”. Tese de Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Brasil. 2019.

MACHADO, L. R. S. Políticas de formação de professores. **Revista Retratos da Escola**, v. 15, n. 31, p. 51-64, 2021.

MARIOTTI, H. **As paixões do ego**: complexidade, política e solidariedade. São Paulo: Palas Athena, 2000.

MATOS, S. R. L.; CARABALLO, G. N. P.; ACIOLY-REGNIER, N. M. Sur les frontières a l'école. **Revista Teias**, v. 20, nº. 57, 2019. DOI: <<https://doi.org/10.12957/teias.2019.42869>>

MEDEIROS, A. J. O. **Missa de Alcaçus: aproximações melódicas com os romances medievais ibéricos**. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, p. 189, 2014.

MELILLÁN, M. C.; CAÑAL, P.; VEGA, M. R. Las concepciones de los estudiantes sobre la fotosíntesis y la respiración: una revisión sobre la investigación didáctica en el campo de la enseñanza y aprendizaje de la nutrición de las plantas. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 24, n. 3, p. 401-410, 2006.

MELO, D. S. **Currículos instituídos atos de currículo instituintes e transduções curriculares no contexto dos cursos técnicos integrados de nível médio do IFBA**. Tese de doutorado em Educação na Faculdade de Educação da Universidade Federal da Bahia-UFBA. 2018. 166 fls.

MIN-NG, B. J.; HAN, J. Y.; KIM, Y.; TOGO, K. A.; CHEW, J. Y.; LAM, Y.; FUNG, F. M. Supporting social and learning presence in the revised community of inquiry framework for hybrid learning. **Journal of Chemistry Education**, v. 99, n. 2, p. 708-714, 2021. DOI: <<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00842>>

MIRANDA, A. L.; SOUZA, L. R. B. O sertanejo: caminhos e (des)caminhos da libertação. **DIALEKTIKÉ**, v. 1, p. 50-65, 2014.

MIRO. 2022. **Software online – lousa digital** [©Miro]. Disponível em: <<http://miro.com>>.

MORAES, J. R. Batuques, lundu, modinha e a emersão do baião no nordeste brasileiro. **CONTRAPONTO**: Revista do Departamento de História e do Programa de Pós-Graduação em História do Brasil da UFPI, v. 2, nº. 1, 2013.

MOREIRA, A. F. B. (Org.); LOPES, A. R. C.; CAVALIÉRI, A. M. V.; FRANCO, C.; MACEDO, E. F.; ARROYO, M. G.; PAOLA-SZTAJN; KRAMER, S.; CANDAU, V. M. **Currículo**: políticas e práticas. Campinas: Papirus, 1999.

MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. Lisboa: Instituto Piaget, 1991.

MORIN, E. Notas para um “Emílio” Contemporâneo. IN: PENA-VEJA, A.; ALMEIDA, C. R. S.; PETRAGLIA, I. (Orgs.). **Edgar Morin**: Ética, Cultura e Educação. São Paulo: Cortez, 2003.

MORIN, E. **O método 1**: a natureza da natureza. 2. ed. Porto Alegre: Sulina, 2008.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. SILVA, C. E. F.; SAWAYA, J. (Trad.). 2ª ed. São Paulo: Cortez; Brasília: UNESCO, 2000.

MOUL, R. A. T. M.; MOURA, M. I. B.; SANTOS, E. S. Do reducionismo ao pensamento complexo: um olhar sobre as relações entre os paradigmas de Ciência e a Prática Pedagógica. **Revista Tecné, Episteme y Didaxis**, nº. Extraordinário, 2018. ISSN: 2323-0126. Disponível em: <<http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/8732/6572>> Acesso em: mai 2020.

MOUL, R. A. T. M.; SÁ, R. G. B.; CARNEIRO-LEÃO, A. M. A. Análise semiolinguística do discurso de estudantes de licenciatura: expressões de uma abordagem sistêmico-complexa em biologia celular e molecular. **Revista Dynamis**, v. 25, n. 1, p. 3-25, 2019.

O’LOUGHLING, M. Rethinking science education: Beyond Piagetian constructivism toward a sociocultural model of teaching and learning. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 29, p. 791-820, 1992.

OLIVEIRA, D. A.; CLEMENTINO, A. M. As políticas de avaliação e responsabilização no Brasil: uma análise básica nos Estados da região Nordeste. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 83, n. 1, p. 143-162, 2020.

OLIVEIRA, W. C.; MAGEDANZ, A.; LIMA, I.; GELLER, A. M. Fotossíntese: exploração interdisciplinar. **Revista Thema**, v. 21, n. 1, p. 210-223, 2022.

ORIS, M.; RITSCHARD, G.; PERROUX, O. Le pluralisme religieux croissant à Genève dans la première moitié du XIXe siècle : une exploration des dynamiques sous-jacentes. IN: AMSTER, F.; SCHOLL, S. **L’apprentissage du pluralisme religieux**. Le cas genevois au XIXe siècle. Genève: Labor et Fides, 2013.

PACHECO, E. M.; PEREIRA, L. A. C.; SOBRINHO, M. D. Educação profissional e tecnológica: das Escolas de Aprendizizes Artífices aos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia. **T&C Amazônia**, ano VII, n. 16, p. 2-7, 2009.

PAÉZ, Y. L. V.; MERCHÁN, N. Y. T.; BENAVIDES, E. Y. P. Concepciones de los estudiantes de un contexto rural sobre la fotosíntesis. **Praxis & Saber**, v. 11, n. 27, e11298, 2020.

PARANHOS, R.; FIGUEIREDO-FILHO, D. B.; ROCHA, E. C.; SILVA-JÚNIOR, J. A.; FREITAS, D. Uma introdução aos métodos mistos. **Sociologias**, ano 18, nº. 42, p. 384-411, 2016.

PAZMIÑO-MAJI, R. A.; GARCÍA-PEÑALVO, F. J.; CONDE-GONZÁLEZ, M. A. Statistical Implicative Analysis approximation to KDD and Data Mining: a systematic and mapping review in knowledge Discovery database framework. In: SCHMIDT, A.; LAUX, F.; HRISTOVSKI, D.; OHNISH, S. (Orgs.). **Proceedings of Nineth International Conference on Advances in Databases, Knowledge, and Data Applications, DBKDA**, Barcelona, Spain, May 21 to 25, 2017. P. 70-77, DE, USA: IARIA XPS Press.

PÉREZ-CARABALLO, G.; ACIOLY-RÉGNIER, N. M.; RÉGNIER, J. C. L'analyse statistique implicative et son utilisation em sciences humaines : apports à la recherche en Psychologie Interculturelle. **VI Colloque International A.S.I. Analyse Statistique Implicative**, Caen, France, 7 a 10 Novembre 2012.

PERRENOUD, P. **Avaliação**: da excelência à regulação das aprendizagens: entre duas lógicas. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.

PHELAN, P.; DAVIDSON, A.; CAO, H. Students multiple worlds: Negotiating the boundaries of family, peer, and school cultures. **Anthropology and Education Quarterly**, v. 22, p. 224-250, 1991.

PIENTA, A. C. G.; BERTICELLI, D. D.; GASPAR, M. D. R.; BEHRENS, M. A. Educação, formação profissional docente e os paradigmas da ciência. **Olhar do Professor**, v. 8, nº. 2, p. 93-106, 2005.

PINES, A. L.; WEST, L. H. Conceptual understanding and science learning: an interpretation of research within a sources-of-knowledge framework. **Science education**, v. 70, n. 5, p. 583-604, 1986.

PLÖGER, T. **Catimbó Jurema Sagrada**: the indigenous tradition of the sacred Jurema Brazilian shamanism. E-book, Hamburg: Tredition gmbH, 2022. 690 p., ISBN: 978-3-347-61385-0.

PORTAL QEDU. 2018. Disponível em: <<https://www.qedu.org.br>>. Acesso em: 02 Mai. 2018.

RABARDEL, P. **Les hommes et les Technologies** : approche cognitive des instruments contemporains. Armand Collin, pp. 239, 1995. Disponível em: <<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-010107462>> Acesso em: 13 fev 2021.

REIS, A. G. A prática docente e a pedagogia: reflexões acerca do cotidiano dos professores do Ensino Técnico. **Horizontes**, v. 33, n. 2, p. 167-176, 2015.

RIBEIRO, C. H. V.; CAVALCANTI, M. T.; FERREIRA, A. P. “Abre a câmera, por favor!”: aulas remotas no ensino superior, uma abordagem fenomenológica. **EAD em Foco**, v. 11, nº. 2, e1269, 2021. DOI: <<https://doi.org/10.18264/eadf.v11i2.1269>>

RIBEIRO, D. **O povo brasileiro**: a formação e o sentido do Brasil. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

ROJANARATA, T. How online whiteboard promotes student’s collaborative skills in laboratory learning. IN: **Proceedings of the 2020 8th international Conference on Information and Education Technology**, p. 68-72, 2020.

ROJO, R. Entre plataformas, odas e protótipos: novos multiletramentos em tempos de Web2. **The ESpecialist**: Descrição, Ensino e Aprendizagem, v. 38, n. 1, p. 1-20, 2017.

RONDINI, C. A.; PEDRO, K. M.; DUARTE, C. S. Pandemia da Covid-19 e o ensino remoto emergencial: mudanças na prática pedagógica. **Interfaces Científicas**, v. 10, nº. 1, p. 41-57, 2020.

ROSA, J. G.; VALENTE, L. F. O. O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e a função social da escola. **Gepráxis**, v. 7, n. 7, p. 5277-5292, 2019.

ROTH, K. J. Conceptual change learning and student processing of science texts. **The Annual Meetings of the American Educational Research Association**, Chicago, Illinois, 1985. Disponível em: <<https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED267980.pdf>> Acesso em jun 2022.

SÁ, R. G. B. **Construção de conceitos da Biologia na perspectiva sistêmico-complexa a partir do MoMuP-PE, articulado à teoria histórico-cultural**. Tese (Doutorado em Ensino das Ciências e Matemática) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2017, 323 f.

SÁ, R. G. B.; BRAYNER-LOPES, F. M.; JÓFILI, Z. M. S.; CARNEIRO-LEÃO, A. M. A. Modelo das Múltiplas Perspectivas – Pernambuco no ensino de biologia: pressupostos. **XVI Congresso Internacional de Tecnologia na Educação**, Recife-PE, 19 a 21 de setembro de 2018.

SÁ, R.G.B.; JÓFILI, Z.M.S.; CARNEIRO-LEÃO, A.M.A. O Modelo das Múltiplas Perspectivas-Pernambuco como base de internalização nos estudos de conceitos bioquímicos. **II CECIFOP – Congresso Nacional de Ensino de Ciências e Formação de Professores**, UFG, Catalão-GO, Brasil, 15 a 17 de maio de 2019, II CECIFOP, v. 2, 2019. ISSN: 2526-7485.

SANCHEZ, A. A.; PAREDES, J. E. C.; VALLEJOS, M. P. C. Infodemic, the other pandemic during COVID-19. In: **SciELO Preprints**. DOI: <<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.367>>

SANTIAGO, M. C.; AKKARI, A.; MARQUES, L. P. **Educação intercultural: desafios e possibilidades**. Petrópolis: Vozes, 2013.

SANTOS DE AQUINO, R.; CARNEIRO-LEÃO, A. M. A.; AMARAL, E. M. R. Teaching in cross-culture: a worldwide concern to improve the Science Education in a Multicultural Perspective. **International Journal for Infonomics**, v. 12, n. 4, p. 1929-1937, 2019.

SANTOS DE AQUINO, R.; CARNEIRO-LEÃO, A. M. A.; ANDRADE, V. L. V. X.; ACIOLY-RÉGNIER, N. M.; RÉGNIER, J.-C. Análise Estatística Implicativa e Análise de Variância: estudo estatístico comparativo sobre o desempenho escolar em sala de aula multicultural. IN: Jean-Claude RÉGNIER; Régis GRAS; Antoine BODIN; Raphael COUTURIER (Orgs.). **Analyse statistique implicative : Analyses quali-quantitatives des liens orientés entre variables et/ou groupes de variables**. Franche Comté : Université de Bourgogne, p. 169-189, 2021. ISBN : 978-2-9562045-5-8.

SANTOS DE AQUINO, R.; CARNEIRO-LEÃO, A. M. A.; SÁ, R. G. B.; COUTO, J. A.; JOFILI, Z. M. S.; BRAYNER-LOPES, F. M. A influência cultural na construção de conceitos em Bioquímica. **Enseñanza de las Ciencias**, nº. Extraordinario, p. 4175-4181, 2017.

SANTOS DE AQUINO, R.; CARNEIRO-LEÃO, A. M. A.; SÁ, R. G. B.; COUTO, J. A.; JÓFILI, Z. M. S. Desconstrução e reconstrução: a Bioquímica sob a metodologia MoMuP-PE na Licenciatura em Química. **Revista SBEnBio**, nº. 9, p. 3942-3952, 2016.

SANTOS, B. S. **O fim do império cognitivo: a afirmação das epistemologias do Sul**. 1ª ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2019.

SANTOS, J. L. G.; ERDMANN, A. L.; MEIRELLES, B. H. S.; LANZONI, G. N. M.; CUNHA, V. P.; ROSS, R. Integração entre dados quantitativos e qualitativos em uma pesquisa de métodos mistos. **Texto Contexto Enfermagem**, v. 26, nº. 3: e1590016, 2017.

- SARAIVA, K.; TRAVERSINI, C.; LOCKMANN, K. A educação em tempos de Covid-19: ensino remoto e exaustão docente. **Práxis Educativa**, v. 15, e2016289, p. 1-24, 2020.
- SAWCHUK, P. H. Theories and methods for research on informal learning and work: towards cross-fertilization. **Studies in Continuing Education**, v. 30, n. 1, p. 1-16, 2008.
- SCHROEDER, E.; FERRARI, N.; MAESTRELLI, S. R. P. A construção dos conceitos científicos em aulas de Ciências: a teoria histórico-cultural do desenvolvimento como referencial para análise de um processo de ensino sobre sexualidade humana. **Alexandria**, Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 3, nº. 1, p. 21-49, 2010.
- SHULMAN, L. S. Knowledge and teaching: foundations of the New Reform. **Harvard Educational Review**, v. 57, nº.1, p. 1-23, 1987.
- SILVA, A. P. F.; SANTOS DE AQUINO, R.; SILVA, T. S.; OLIVEIRA, A. D. Desempenho escolar na disciplina de Química em escolas do interior de Pernambuco. In: BAGGIO, V. (Org.). **Rumos da Educação**, v. 6, ed. 2. Veranópolis: Diálogo Freiriano, p. 129-139, 2019.
- SILVA, J. G. F. **Modos de pensar, maneiras de viver: cristãos-novos em Pernambuco no Século XVI**. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em História da Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, p. 159, 2007.
- SILVA, M. P. Educação intercultural: a presença indígena nas escolas da cidade e a Lei nº. 11,645/2008. In: **A temática indígena na sala de aula: reflexões para o ensino a partir da Lei 11.645/2008**. SILVA, E.; SILVA, M. P. (orgs.) 2ª ed., Recife-PE, Editora UFPE, 2016, 117 p.
- SILVA, R. N. M.; CARNEIRO-LEÃO, A. M. A.; Expressão de conceitos e significados bioquímicos à luz da Gramática de Design Visual. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 19, p. 423-447, 2019.
- SILVA, R. S.; LEVY, A. D. Índios Kariri: o grafismo do artefato para a criação de uma fonte tipográfica digital. **Projética**, v. 8, nº. 2, p. 29-50, 2017.
- SILVA, T. T. A produção social da identidade e da diferença. In: SILVA, T. T. (Org.); HALL, S.; WOODWARD, K. **Identidade e diferença: a perspectiva dos estudos culturais**. 15. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.

SINGER, M.; BULLED, N.; OSTRACH, B.; MENDENHALL, E. Syndemics and the biosocial conception of health. **Lancet**, v. 389, n. 10072, p. 941-950, 2017. DOI: <[https://10.1016/S0140-6736\(17\)30003-X](https://10.1016/S0140-6736(17)30003-X)>

SOUSA, J. M. Discussão em torno do conceito de coronelismo: da propriedade da terra às práticas de manutenção do poder local. **Caderno de Estudos Sociais**, v. 11, n. 2, p. 321-335, 1995.

SOUZA, E. C.; SOUZA, H. R.; ORRICO, N. R. “Você é tão inteligente, nem parece que é da roça” – relatos de jovens rurais que estudam em escolas urbanas. **Caderno de Pesquisa**, v. 26, nº. 3, p. 109-126, 2019.

SOUZA, E. M. **Biologia reprodutiva de *Rhinelepis aspera* Spix & Agassiz, 1829 (Osteichthyes, Loricariidae) no Submédio São Francisco, Petrolina-PE**. Dissertação de Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2006. 39 P.

SOUZA, K. R.; KERBAUY, M. T. M. Abordagem quanti-qualitativa: suspensão da dicotomia quantitativa-qualitativa na pesquisa em educação. **Educação e Filosofia**, v. 31, nº. 61, p. 21-44, 2017.

SOUZA, S. C.; ALMEIDA, M. J. P. M. A fotossíntese no ensino fundamental: compreendendo as interpretações dos alunos. **Ciência & Educação**, v. 8, n. 1, p. 97-111, 2002.

STAIRS, A. Learning processes and teaching roles in Native education: Cultural base and cultural brokerage. In M. Battiste & J. Barman (Eds.), **First Nations education in Canada: The circle unfolds**, Vancouver, Canada: University of British Columbia Press. pp. 139-153, 1995.

TARDIF, M. O trabalho docente, a pedagogia e o ensino: interações humanas, tecnologias e dilemas. IN: TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 17 ed., Petrópolis-RJ: Vozes, 2014.

TARDIF, M. Saberes profissionais dos professores e conhecimentos universitários: elementos para uma epistemologia da prática profissional dos professores e suas consequências em relação à formação para o magistério. **Revista Brasileira de Educação**, v. 13, p. 5-24, 2000.

TAUCEDA, K. C.; DEL PINO, J. C. A aprendizagem da fotossíntese no ensino médio através de aulas experimentais no referencial da teoria dos campos conceituais: uma proposta metodológica e alguns resultados parciais. **Revista de Extensão**, v. 3, n. Edição Especial XII EIE – Encontro sobre Investigação na Escola, p. 1-9, 2016. ISSN: 2179-4588.

TEIXEIRA, M. N. O sertão semiárido: uma relação de sociedade e natureza numa dinâmica de organização social do espaço. **Revista Sociedade e Estado**, v.31, nº. 3, p. 769-797, 2016.

VAZ, R. F. N.; NASSER, L. Em busca de uma avaliação mais “justa”. **Com a Palavra o Professor**, v. 4, n. 10, p. 269-289, 2019.

VERBI SOFTWARE. MaxQDA 2020® [software estatístico]. Berlin, Alemanha. Disponível em: <<http://maxqda.com>>.

VERGNAUD, G. A comprehensive theory of representation for mathematics education. **Journal of Mathematical Behavior**, v. 17, n. 2, p. 167-181, 1998.

VERGNAUD, G. **A criança, a matemática e a realidade**. M. L. F. Moro (Trad.). UFPR: Curitiba, 2010.

VERGNAUD, G. Concepts et schèmes dans une théorie opératoire de la représentation. **Psychologie Française**, v. 30, p. 245-252, 1985.

VERGNAUD, G. Constructivisme et apprentissage des mathématiques. **Actes du Colloque Constructivisme** : usage et perspectives en éducation, Service de la Recherche en Éducation : Genève, cahier 8, p. 143-155, 2001a.

VERGNAUD, G. De la didactique des disciplines à la didactique professionnelle : il n’y a qu’un seul pas. **Travail et Apprentissages**, v. 1, 2008.

VERGNAUD, G. Intervention : Table Ronde. **Colloque EPS/INRP**. EPS/INRP : Paris, 2001b.

VERGNAUD, G. L’explication est-elle autre chose que la conceptualisation ? IN : Saada-Robert (Éd.). **Expliquer et comprendre en sciences de l’Éducation**, p. 31-44. 2002.

VERGNAUD, G. La théorie des champs conceptuels : in recherches en didactique des mathématiques. **La Pensée Sauvage**, v. 10, n°. 2-3, p. 133-170, 1990.

VERGNAUD, G. Piaget visité par la didactique. **Intellecta**, v. 33, p. 107-123, 2022.

VERGNAUD, G. **Psychologie cognitive et éducation** : un enjeu scientifique et social. Dialogue, n. 100-101, p. 58-64, 2001b.

VERGNAUD, G. La prise en compte de l’enseignant dans la théorie des champs conceptuels. Conférence à la journée scientifique en l’honneur de Claude Comiti. IN : A. Bessot (Ed.), **Formations des enseignants et étude Didactique de l’Enseignant**. Actes de la journée scientifique en l’honneur de Claude Comiti, CNRS/INPG/UJF : Grenoble, p. 3-19, 2015.

VIEIRA, H. T. G.; OLIVEIRA, J. E. L.; NEVES, R. C. M. The intermedicality relationship among *Truká* Indians in Cabrobó – Pernambuco. **Saúde e Sociedade**, v. 22, nº. 2, p. 566-574, 2013.

VIEIRA, K. M.; GABRIELLI, F. P.; DONADUZZI, G.; PORTO, C. S.; KLEIN, L. L. Vida de estudante durante a pandemia: isolamento social, ensino remoto e satisfação com a vida. **EAD em Foco**, v. 10, n. 3, e1147, 2020. DOI: 10.18264/eadf.v10i3.1147.

VOET, D.; VOET, J. G. ; PRATT, C. W. **Fundamentos de Bioquímica**. Artmed. 2002.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

WANDERSEE, J. Student's misconceptions about photosynthesis. IN: HELM, H.; NOVAK, J. D. (Eds.). **Proceedings of the International Seminar: Misconceptions in Science and Mathematics**, p. 441-466. Ithaca: Dept. of Education, Cornell University, 1983.

WEISSMAN, L. Multiculturalidade, transculturalidade, interculturalidade. **Revista Construção Psicopedagógica**, v. 26, nº. 27, p. 21-36, 2018.

WONG-VILLACRES, M.; ROLDAN, W.; DICKSON, J.; DISALVO, B.; ERETE, S.; SAMBASIVAN, N.; GAUTAM, A. et al. From needs to strength: operationalizing an assets-based design of technology. **CSCW'20 Companion**, 17-21 October of 2020, virtual event, USA, p. 527-535, 2020.

WOODWARD, K. Identidade e diferença: uma introdução teórica e conceitual. IN: SILVA, T. T. **Identidade e diferença: a perspectiva dos estudos culturais**. (pp. 7-72). SILVA, T. T. (Org.). HALL, S.; WOODWARD, K. 15 ed., Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.

ZIBAS, D. M. L. Uma visão geral do Ensino Técnico no Brasil – a legislação, as críticas, os impasses e os avanços. In: **Encuentro Internacional sobre Educación Técnico-Profesional**, La Educación Técnica Profesional en Australia, Brasil, Corea, España, Francia y México. Buenos Aires, Argentina, BID/Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología/INET, 2006.

ZOMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Significados de fotossíntese apropriados por alunos do ensino fundamental a partir de uma atividade investigativa mediada por multimodos de representação. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 2, p. 179-199, 2014.

APÊNDICE A – Lista de artigos publicados

SANTOS DE AQUINO, R.; CARNEIRO-LEÃO, A. M. A.; AMARAL, E. M. R. Teaching in cross-culture: a worldwide concern to improve the science education on a multicultural perspective. **International Journal for Infonomics** – IJI, v. 12, n. 4, p. 1929-1937, 2019. DOI: <http://10.20533/iji.1742.4712.2019.0199>

SANTOS DE AQUINO, R.; CARNEIRO-LEÃO, A. M. A.; ANDRADE, V. V. L. X.; JÓFILI, Z. M. S.; ACIOLY-RÉGNIER, N. Identificação e análise do perfil multicultural de professores do Ensino Médio Integrado ao Técnico em Agropecuária. **5º Seminário Doutoral Internacional Interdisciplinar**. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 4 e 6 de setembro de 2019. <https://www.ufpe.br/documents/39006/0/Anais+5+IDI+2019/010a41da-2fef-4a70-a800-87595568c901>

SANTOS DE AQUINO, R.; ACIOLY-REGNIER, N.; ANDRADE, V. L. V. X. L'urgence de l'éducation interculturelle dans l'émergence de l'enseignement virtuel en biochimie dans un contexte multiculturelle au Brésil. **Biennale Internationale de l'Éducation, de la Formation et des Pratiques professionnelles** - Édition 2021, Association la Biennale; Chair UNESCO "Formation Professionnelle, Construction Professionnelle, Transformation Sociales" et ICP; Institut Catholique de Paris, Sep 2021, Paris, France. fhal-03504181 <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03504181/document>

SANTOS DE AQUINO, R. ; CARNEIRO-LEÃO, A. M. A.; ANDRADE, V. L. V. X.; ACIOLY-RÉGNIER, N.; RÉGNIER, J.-C. Análise estatística implicativa e análise de variância: estudo estatístico comparativo sobre o desempenho escolar em sala de aula multicultural. IN: RÉGNIER, J.-C.; GRAS, R.; BODIN, A.; COUTURIER, R. **Analyse Statistique implicative Analyses qualitatives des liens orientés entre variables et/ou groupes de variables**, Université de Bourgogne-Franche Comté, p. 169-189, ISBN : 978-2-9562045-4-1. fhal-0321603. https://sites.univ-lyon2.fr/asi/11/pub/ASI11_ISBN_978-2-9562045-5-8_NUMERIQUE2021.pdf

APÊNDICE B – Questionário para identificação do perfil multicultural docente

Questionário para Identificação do Perfil Multicultural dos Professores

Essa pesquisa está cadastrada na Plataforma Brasil, do sistema de apreciação ética em pesquisa brasileiro CONEP/CEP, sob o registro CAAE nº. 32536620.2.0000.9547.

Por favor, clique no endereço eletrônico abaixo para obter o TCLE desta pesquisa assinado pelo pesquisador principal e o guarde consigo.

<https://drive.google.com/drive/folders/1yx469a3QOYIWDDTReXIBHx9PdFKqeA6Z?usp=sharing>

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Convidamos você que é professor atuante no curso de Ensino Médio Integrado ao Técnico em Agropecuária do IF SERTÃO-PE, campus Salgueiro, para participar, como voluntário (a), da pesquisa “Ensino de ciências em cultura cruzada: a formação de conceitos em sala de aula multicultural em Salgueiro, Pernambuco, Brasil”.

Esta pesquisa é da responsabilidade do pesquisador RAFAEL SANTOS DE AQUINO, residente à rua João Alves de Barros, nº. 82, Camaragibe Residence, apt. 01, bloco A, Timbí, Camaragibe/PE, CEP: 54.768-050, telefone: (81) 9 9805 8445, email: rafael.aquino@ifsertao-pe.edu.br, ressalto a possibilidade para ligações a cobrar quando necessitar. O pesquisador é estudante de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências e Matemática (PPGEC) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e está sob a orientação de: Dr.^a Ana Maria dos Anjos Carneiro Leão, Telefone: (81) 9 9999 7439, e-mail (ana.acleao@gmail.com).

Todas as dúvidas podem ser esclarecidas com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a participação do estudo, você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu, bem como será possível retirar o seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

Este documento está de acordo com as normas regulamentadoras constantes na Resolução CNS nº. 466 de 2012 que trata da normalização ética de pesquisas envolvendo seres humanos e com a Resolução CNS nº. 510 de 2016 que trata das normas aplicáveis às pesquisas em Ciências Humanas e Sociais.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA

JUSTIFICATIVA: Nossa proposta se justifica pela urgência de: (1) contribuir com o ensino de Bioquímica, um conteúdo de natureza abstrata em razão de sua estrutura sub-microscópica que dificulta o processo de ensino e aprendizagem; (2) desenvolvimento da pesquisa em educação visando diferentes culturas em contribuição ao desenvolvimento social, visando minorias étnicas e contribuindo com uma educação igualitária.

OBJETIVO: Conhecer as influências culturais na formação de conceitos científicos em Bioquímica em salas de aulas multiculturais do IF Sertão-PE em Salgueiro-PE, Brasil (estudantes indígenas, quilombolas e sertanejos).

DETALHAMENTO DOS PROCEDIMENTOS DA COLETA DE DADOS: Será disponibilizado um questionário de investigação do perfil multicultural do docente atuante no curso de Ensino Médio Integrado ao Técnico Agropecuária. O instrumento investigativo será aplicado por meio digital (Google Forms®) disponibilizado por e-mail ou Whatsapp®. As identidades dos professores não serão reveladas (nome ou disciplinas), as análises consistirão em relacionar grupos disciplinares como disciplinas técnicas, ciências naturais, ciências humanas, linguagem, etc.

FORMA DE ACOMPANHAMENTO: As respostas são computadas automaticamente através do sistema Google Forms, que gera uma planilha das respostas no Microsoft Excel. Os dados serão analisados pela análise estatística implicativa (ASI) através do software CHIC 7.0 (2014). Com a identificação de um perfil multicultural docente será possível cruzar os dados desta etapa com a investigação da formação de conceitos científicos realizadas com estudantes quilombolas, indígenas e sertanejos.

O período de participação será de uma semana, para que os 30 (trinta) professores atuantes no Ensino Médio Integrado ao Técnico em Agropecuária possam responder os questionários.

RISCOS diretos para o voluntário.

Os possíveis riscos previstos para essa participação são desconforto e constrangimento relacionados às perguntas. Nossa proposta para amenizar os riscos são: (1) manter sigilo sobre a identidade dos participantes voluntários conforme os princípios de privacidade e confidencialidade; (2) os voluntários podem solicitar a sua desvinculação da pesquisa a qualquer momento sem qualquer prejuízo.

BENEFÍCIOS diretos e indiretos para os voluntários.

Os benefícios diretos para os voluntários docentes envolvem: identificação de culturas existentes na sala de aula; possível sensibilização às questões socioculturais em sala de aula; reflexão sobre a temática da interculturalidade do campus Salgueiro. Os benefícios indiretos são: obtenção de resultados que contribuam com o planejamento das aulas; possibilidade de planejamento institucional em prol da educação intercultural e de possível melhoria da condição de trabalho docente para uma ação docente equitativa em sala de aula considerando todas as culturas presentes.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo a identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação do/a voluntário (a). As entrevistas ficarão armazenadas em pastas de arquivos em computador pessoal e/ou sistema de arquivamento em nuvem, sob a responsabilidade do pesquisador Rafael Santos de Aquino e da orientadora Prof.^a Dr.^a Ana Maria dos Anjos Carneiro Leão, no endereço acima informado, pelo período mínimo de 5 anos.

O (a) senhor (a) não pagará nada e nem receberá nenhum pagamento para ele/ela participar desta pesquisa, pois deve ser de forma voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação dele/a na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade,

as despesas para a participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento com transporte e alimentação).

As pesquisas científicas brasileiras são obrigatoriamente avaliadas pelo sistema CEP - Comitê de Ética em Pesquisa/CONEP – Comissão Nacional de Ética em Pesquisa. O primeiro se trata de um comitê local formado por colegiado interdisciplinar e independente, de relevância pública, constituído em instituições e/ou organizações, de caráter consultivo, deliberativo e educativo criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade para contribuir com o desenvolvimento da pesquisa dentro dos padrões éticos. Já a CONEP é uma instância colegiada, de natureza consultiva, deliberativa, normativa, educativa e independente, vinculada ao Conselho Nacional de Saúde/MS.

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa CEP/UFRPE no endereço: Rua Manoel de Medeiros, S/N Dois Irmãos – CEP: 52171-900 Telefone: (81) 3320.6638 / e-mail: cep@ufrpe.br (1º andar do Prédio Central da Reitoria da UFRPE, ao lado da Secretaria Geral dos Conselhos Superiores). Site: www.cep.ufrpe.br. Ou ainda consultar a CONEP através do endereço SRTV 701, via W 5 Norte, lote D – Edifício PO 700, 3º andar – Asa Norte, Cep: 70.719-040, Brasília/DF; telefones: (61) 3315-2951, (61) 3315-5877, Telefax: (61) 3226-6453. Horário de atendimento ao público presencialmente das 8h às 18h e horário de atendimento on-line das 9h às 18h. E-mail: conep@saude.gov.br.

RAFAEL SANTOS DE AQUINO
PESQUISADOR PRINCIPAL

***Obrigatório**

1. Ao marcar a opção "Concordo", logo abaixo, você declara que leu os detalhes descritos acima e que obteve o TCLE no endereço eletrônico fornecido e assim dará prosseguimento a sua participação na pesquisa. *

Marcar apenas uma oval.

Concordo.

Características
docentes

Este perfil nos permite analisar os dados conforme sexo, tempo de docência, áreas de formação (técnica e propedêutica), etnia, etc.

2. 1) Sexo *

Marcar apenas uma oval.

Feminino

Masculino

Outro

3. 2) Data de Nascimento *

4. 3) Cidade em que nasceu (Cidade/Sigla do Estado) *

5. 4) Professor de que área ou disciplina? *

6. 5) Professor no IF Sertão-PE desde (semestre e ano): *

7. 6) Já era professor antes do IF Sertão? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

8. 6.1) Caso tenha respondido "Sim" na questão anterior, informe desde quando (ano).

9. 7) Qual é a sua cor e/ou etnia? Pode marcar mais de uma. *

Marque todas que se aplicam.

- Negro
- Branco
- Pardo
- Indígena
- Outro

10. 7.1) Caso tenhas respondido "Outro" na questão anterior, informe qual.

Formação
Acadêmica

Este tópico nos permitirá analisar os dados conforme as duas áreas de formação docente (técnico e propedêutica) quanto a natureza, origem formativa e tempo de formação.

11. 1) Qual é o curso de graduação que você se formou e que atua como professor? *

12. 1.1) Qual o tipo do curso da pergunta anterior? *

Marcar apenas uma oval.

- Bacharelado.
- Licenciatura.
- Tecnólogo.

13. 1.2) Qual foi a universidade em que você se formou? *

14. 1.3) Em que ano você se formou? *

15. 1.4) Considerando que sua formação seja Bacharelado você cursou também Licenciatura?

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

Estou cursando

16. 1.5) Qual o curso de Licenciatura que cursou ou estás cursando? Quando e onde se formou?

17. 2) Você tem Mestrado? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

Está cursando

18. 2.1) Qual é o seu curso de Mestrado, quando (ano) e em qual instituição você cursou ou está cursando?

19. 3) Você tem doutorado? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não
- Está cursando

20. 3.1) Qual é o seu curso de Doutorado, quando se formou (ano) e em qual instituição cursou ou está cursando?

Multiculturalismo
na prática docente

Nesta seção objetivamos investigar influências do multiculturalismo em sua prática docente.

21. 1) Você considera a Ciência uma cultura? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

22. 2) Você identifica alunos de culturas diferentes em sua sala de aula? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

23. 3) Quais culturas você identifica em seus alunos? (pode marcar mais de uma) *

Marque todas que se aplicam.

- Cultura da Capital (um tipo de cultura urbana)
- Cultura Urbana
- Cultura Sertaneja
- Cultura Indígena
- Cultura Negra
- Cultura Quilombola
- Cultura Campesina
- Cultura Cigana
- Cultura Judaica
- Cultura Religiosa de Matriz Africana
- Cultura Cristã
- Cultura portuguesa/Europeia
- Cultura Científica ou Escolar
- Outra

24. 3.1) Caso tenha respondido "Outra" informe qual.

25. 4) Você acredita que em uma sala de aula multicultural os alunos aprendem da mesma forma? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

26. 5) Você acredita que a aula ministrada por você atende a todas as formas de aprendizado? "Se um aluno aprende os outros devem aprender." *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

27. 5.1) Por que você respondeu "Sim"? Marque a afirmativa que mais se aproxima com o seu pensamento.

Marcar apenas uma oval.

- Na sua aula você aborda os conceitos científicos tal como são, utiliza bons recursos didáticos e cobra nas avaliações exatamente o que ensinou; quem não aprendeu foi porque não prestou atenção ou não participou da aula.
- Porque você explica os conceitos científicos de forma contextualizada à região onde a Escola está inserida.
- Porque você considera às diferentes culturas dos alunos para explicar contextualizada não só à região, mas também de acordo com as culturas presentes na região.

28. 5.2) Por que você respondeu "Não"? Marque a afirmativa que mais se aproxima com o seu pensamento.

Marcar apenas uma oval.

- Cada aluno tem uma forma de raciocinar e habilidades diferentes (escrita, síntese oratória, representação gráfica, desenho, esquematização, poesia, etc.) que o professor precisa considerar.
- A aula não atende igualmente ao aprendizado de todos os alunos devido às diferentes aptidões científicas (Ciências Humanas, Ciências Exatas, Ciências da Natureza), condições sociais e culturas diferentes.

29. 6) Você prepara aulas que atendam às diferentes culturas dos seus alunos? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

30. 7) Você considera que pode haver conflitos entre o Saber Científico que é ensinado e o Saber Cultural dos alunos em sua aula? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

31. 8) Você acredita que o aluno deve se moldar à aula do professor ou o professor deve moldar a aula de acordo com os alunos ou os dois? *

Marcar apenas uma oval.

- Penso que o aluno deve se moldar ao estilo didático do professor.
 Penso que o professor deve moldar a sua aula planejando-a ao público.
 As duas opções anteriores.

32. 9) Você, como docente, busca conhecer a cultura do aluno? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

33. 9.1) Por que respondeu "Sim"?

Marcar apenas uma oval.

- Apenas por curiosidade.
 Porque busco ensinar os conteúdos científicos de acordo com a cultura do aluno.
 Porque conhecendo a cultura desenvolvo maior empatia e respeito com o aluno.
 A disciplina que ministro me permite ensiná-la a partir da cultura do aluno.

34. 9.2) Por que respondeu "Não"?

Marcar apenas uma oval.

- Não tenho interesse em conhecer a cultura do aluno.
- Não há tempo para conhecer a cultura do aluno devido ao cumprimento da ementa e turmas numerosas.
- Conhecer a cultura do aluno não influenciará no aprendizado da Ciência.
- Nunca pensei a respeito disso.
- A disciplina que ministro não me permite abordar questões culturais.

35. 10) Você tem curiosidade em conhecer a história do aluno? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

36. 10.1) Por que respondeu "Sim"?

Marcar apenas uma oval.

- Apenas por curiosidade.
- Porque busco ensinar motivando os alunos.
- Porque procuro ensinar valorizando o construtivismo social (Vygotsky).
- Por outro motivo.

37. 10.1.1) Se marcou a opção "Por outro motivo" na questão anterior, por favor informe qual.

38. 10.2) Por que respondeu "Não"?

Marcar apenas uma oval.

- Não tenho interesse em conhecer a história de vida do aluno.
- Não há tempo para cumprir a ementa e conhecer a história dos alunos.
- Conhecer a história de vida do aluno requer uma aproximação que eu não desejo.
- Por outro motivo.

39. 10.2.1) Se marcou a opção "Por outro motivo" na questão anterior, por favor informe qual.

40. 11) Você faz relações entre a cultura do aluno e o conteúdo científico ensinado *
em aula?

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

41. 12) Você conhece a Teoria Histórico-Cutural (THC) de Vygotsky? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

42. 13) Você aplica alguma teoria didático-educacional em suas aulas? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim.
- Não.
- Não sei ao certo.

43. 13.1) Se você respondeu "Sim" na pergunta anterior, qual ou quais são as teorias que você aplica?

44. 14) Você se considera um professor: (pode marcar mais de uma). *

Marque todas que se aplicam.

- Multi ou Interdisciplinar.
- Tradicional.
- Rígido ou severo.
- Flexível ou negociador.
- Inovador.
- Prático.
- Teórico.
- Tecnológico (usa tecnologias, TICs).
- Que dialoga sobre o conteúdo.
- Que apresenta o conteúdo.
- Motivador.
- Preocupado com o ensino e qualidade da aula.
- Preocupado com o aprendizado e avaliação.
- Gosta de sala de aula silenciosa.
- Gosta de sala de aula participativa.

**Identificação dos
saberes sobre
Cultura e
Multiculturalismo**

Nesta seção poderemos investigar o objeto do estudo que é o conhecimento sobre cultura e multiculturalismo e suas influências na prática docente.

45. 1) De acordo com o seu entendimento sobre Cultura você CONCORDA com a afirmação: (pode marcar mais de uma opção) *

Marque todas que se aplicam.

- A Cultura é observada quando saímos da nossa cidade ou região verificamos que a Cultura pode ser observada pelo vocabulário e sotaque.
- A Cultura está presente quando observamos hábitos sociais distintos como aqueles do homem do campo (chapéu de palha, roupas de couro, vaquejada), africana (uso de turbantes, roupas brancas, colares) e dos índios (uso de cocares, colares, pinturas corporais).
- A Cultura pode ser detectada pelas características corporais das pessoas: quando apresentam olhos puxados são orientais, quando tem características indígenas são índios ou sul-americanos (bolivianos, peruanos, etc.).
- Quando viajamos percebemos que a Cultura muda de acordo com a região geográfica.
- Podemos perceber que a Cultura muda com o tempo quando observamos o comportamento e pensamento dos nossos pais e avós que são diferentes dos nossos.
- Quando visualizamos expressões artísticas diferentes compreendemos culturas também distintas como o forró e o xaxado no Nordeste, o samba no Sudeste, o carimbó no Norte.
- A Cultura é observada quando as pessoas demonstram suas crenças através da exposição das ideias e dos hábitos (carregar a Bíblia, usar crucifixo, uso de turbantes e guias, colares, fitas, sinais marcados por maquiagem, estilo de roupa, etc.).
- A diversidade Cultural pode ser observada em um único lugar (cidade, vilarejo, escola, família, etc.) através dos sinais da culturais.
- Gostaria de escrever meu próprio entendimento sobre cultura.

46. 1.1) Se você marcou a opção "Gostaria de escrever meu próprio entendimento sobre Cultura", escreva abaixo.

47. 2) Considerando a Cultura no Estado de Pernambuco, você CONCORDA com qual afirmação: (pode marcar mais de uma) *

Marque todas que se aplicam.

- A cultura é a mesma de todo o Nordeste.
- A cultura é igual em todo o estado de Pernambuco, mas diferente do Nordeste.
- A cultura de Pernambuco tem diferenças de acordo com as regiões do Estado.

48. 3) Quais as culturas que você identifica em Pernambuco? (Pode marcar mais de uma) *

Marque todas que se aplicam.

- Cultura da Capital
- Cultura Urbana
- Cultura Sertaneja
- Cultura Indígena
- Cultura Negra
- Cultura Quilombola
- Cultura Campesina
- Cultura Cigana
- Cultura Judaica
- Cultura Religiosa de Matriz Africana
- Cultura Cristã
- Cultura Portuguesa/Europeia
- Cultura Científica ou Cultura Escolar

49. 4) Sobre você, qual ou quais seriam as suas Culturas? (Pode marcar mais de uma) *

Marque todas que se aplicam.

- Cultura da Capital
- Cultura Urbana
- Cultura Sertaneja
- Cultura Indígena
- Cultura Negra
- Cultura Quilombola
- Cultura Campesina
- Cultura Cigana
- Cultura Judaica
- Cultura Religiosa de Matriz Africana
- Cultura Cristã
- Cultura Portuguesa/Europeia
- Cultura Científica ou Escolar
- Outra

50. 4.1) Se respondeu "Outra" na questão anterior, responda qual?

51. 5) Sobre a escola você concorda com qual das afirmações abaixo? *

Marcar apenas uma oval.

- A Escola tem apenas a cultura científica.
- A Escola tem uma cultura própria constituída por várias culturas (cultura dos alunos e dos professores).
- A Escola tem uma cultura própria constituída por várias culturas (a cultura dos alunos, dos professores e a cultura Científica).
- A Escola tem uma cultura própria constituída por várias culturas constituída pela cultura dos alunos, dos professores, da Ciência e da Comunidade onde está inserida)

52. 6) Você considera a linguagem como parte constituinte da Cultura? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

53. 7) O que você pensa sobre a linguagem dos alunos? (pode marcar mais de uma) *

Marque todas que se aplicam.

Todos usam a mesma linguagem do professor.

Tem alunos que não tem a mesma linguagem do professor.

A linguagem dos alunos é inadequada para a Escola/Ciência.

A linguagem dos alunos pode ser desenvolvida na escola sendo considerada tal como é.

O aluno deve prezar pela linguagem formal/culta quando estiver na escola.

A linguagem do aluno servirá para facilitar o aprendizado.

54. 8) Sobre a influência da linguagem no processo de ensino-aprendizagem qual afirmação abaixo está mais próxima do que você pensa? *

Marcar apenas uma oval.

Penso que o aluno tem que aprender a linguagem do professor ou linguagem científica para poder aprender.

Acho impossível ensinar alunos que tem linguagem diferente da linguagem científica escolar.

Penso que o professor deve aprender a linguagem dos alunos para facilitar o processo de ensino-aprendizagem da Ciência.

Nunca pensei a respeito da influência da linguagem no processo de ensino-aprendizagem.

Para lecionar a(s) minha(s) disciplinas não preciso pensar sobre a influência da linguagem.

Penso que o aluno e o professor devem compartilhar suas linguagens para que se desenvolva o processo de ensino-aprendizagem.

55. 9) O que você sabe sobre Educação Multicultural? Pode marcar mais de uma. *

Marque todas que se aplicam.

- Nunca ouvi falar.
- Penso ser uma educação voltada para imigrantes, como nos países europeus.
- Acredito que seja uma educação voltada para um público diverso culturalmente que deve aprender determinado conteúdo científico independentemente das peculiaridades de cada cultura.
- Penso que é uma educação preocupada com o processo de ensino-aprendizagem da Ciência considerando os saberes individuais de cada cultura frente ao saber científico ensinado.
- Penso que a Educação Multicultural se dá quando a escola é inclusiva, aceitando alunos de diversas culturas.

56. 10) Sobre a educação Multicultural no Brasil, você concorda? (pode marcar mais de uma) *

Marque todas que se aplicam.

- A educação multicultural no Brasil só é válida para imigrantes.
- As escolas no Brasil não têm diversidade cultural.
- As escolas brasileiras têm diversidade cultural, mas essa diversidade não é considerada pelo professor/escola.
- As escolas brasileiras são multiculturais por que permitem o acesso de pessoas de qualquer cultura.
- As escolas brasileiras são multiculturais por que ensinam sobre outras culturas como a indígena e a africana.
- As escolas brasileiras são multiculturais por que ensinam contextualizando o conteúdo com a realidade do aluno.

57. 11) Você teve alguma disciplina durante a sua formação em que foi abordada a Educação Multicultural ou fez algum curso sobre essa temática? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

58. 11.1) Caso tenha respondido "Sim" informe o título do curso ou disciplina.

59. 12) Você já ouviu falar nos Paradigmas Científicos? *

Marcar apenas uma oval.

Sim.

Não.

60. 13) Qual o Paradigma Científico que já ouvistes falar? *

Marque todas que se aplicam.

Tradicional, também chamado de Cartesiano, Newtoniano, Reducionista.

Emergente.

Sistêmico.

Complexo.

Nunca ouvi falar sobre os paradigmas científicos.

61. 14) Você se identifica com algum desses paradigmas da Ciência? Marque aqueles que você se identifica (pode marcar mais de um). *

Marque todas que se aplicam.

Tradicional, também chamado de Cartesiano, Newtoniano, Reducionista.

Emergente.

Sistêmico.

Complexo.

Não sei informar.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

APÊNDICE C – Questionário de investigação Intercultural dos estudantes

QUESTIONÁRIO DE INVESTIGAÇÃO DA TRÍADE INFORMATIVA PARA PESQUISA INTERCULTURAL DOS ESTUDANTES DO IF SERTÃO-PE, CAMPUS SALGUEIRO, DO CURSO DE ENSINO MÉDIO INTEGRADO AO TÉCNICO EM AGROPECUÁRIA

9 Registro da pesquisa no sistema de apreciação ética:

CAAE: 32536620.2.0000.9547

10 Público-alvo:

Estudantes do 4º Ano do Ensino Médio Integrado ao Técnico em Agropecuária.

11 Universo amostral:

Vinte e dois estudantes. Participaram dezesseis sendo quatro urbanos, cinco sertanejos, quatro indígenas (dois Trukás e dois Atikuns) e uma quilombola.

12 3ª Parte da pesquisa

A metodologia da tríade informativa para pesquisa intercultural proposta por Kidman, Abrams e Yen (2013) abrange investigações da esfera sociocultural pautadas em três bases estruturantes:

- 1) **histórias de vida** – para obtenção de informações sobre as famílias, atividades não-escolares, celebrações, feriados, comidas que gostam de comer e de lugares e territórios que gostam de estar;
- 2) **atitudes relacionadas à Ciência Escolar** – para conhecer as experiências e percepções da ciência na sala de aula em particular e amplamente, de cientistas, sobre o conhecimento científico e da Ciência;
- 3) **Envolvimento cultural ou indigenismo** – para obter informações sobre suas participações em experiências e nas relações entre comunidades indígenas e grupos majoritários.
- 4) **Ensino remoto** – para obtenção de informações sobre a metodologia de ensino remoto utilizada com urgência para o período de pandemia por Covid-19 e que fez o ambiente escolar ficar virtual, na verdade é uma extensão do segundo ponto da tríade.

Com base nisto, propomos uma orientação de entrevista, realizada por videoconferência através do Google Meet. A entrevista está pautada na tríade intercultural e não será engessada nas perguntas permitindo aprofundar as perguntas para conhecer detalhes não externados e possibilitar esclarecimentos durante a entrevista. A orientação da entrevista é apresentada no questionário seguinte.

13 Quadro 1: Orientação de entrevista da tríade intercultural.

1. HISTÓRIAS DE VIDA
<p>1.1.Família</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Quais são os familiares que convivem com você em sua casa? b. Como é a sua rotina em casa? Você ajuda os seus pais em casa, na roça, na aldeia, na feira, na comunidade...? Fale a respeito. c. Você conhece a história da sua família? d. Você conhece a cultura da sua família? e. Você convive com avós e tios? Aprende ou aprendeu alguma coisa com eles? f. Qual é o significado que a sua família tem para você? <p>1.2.Comunidade</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Você participa de atividades culturais e sociais na sua comunidade/aldeia? Por exemplo: vaquejada, pegas-de-boi, <i>toré</i>, celebrações religiosas, festas, coco-de-roda, sambada, etc. b. Como você se diverte no local onde vive? Por exemplo: se joga bola, pesca, corre gado, corre vaquejada, toma banho e nada no rio, gasta o tempo no celular, na igreja, dentre outros. c. O que você mais gosta e o que você menos gosta na sua comunidade/aldeia? d. De que tipo de comida você mais gosta? Tem alguma comida típica na sua comunidade? Comente a respeito. e. Tem algum lugar na sua comunidade/aldeia que você gosta de estar? Porque? f. E há alguma coisa da sua comunidade/aldeia que você gostaria de ter? Porque?
2. ATITUDES RELACIONADAS À CIÊNCIA ESCOLAR
<p>2.1.Escola</p>

- a. Você gosta de estudar?
- b. Você gosta da escola? O que você mais gosta e o que você menos gosta na escola?
- c. A ciência que você aprende no IF é diferente daquela que é ensinada na escola da sua comunidade/aldeia onde você estudou antes de vir para o IF?
- d. Você gostava de estudar na escola anterior ao IF? Porque? Comente.
- e. O que você acha da linguagem usada na escola pelos professores? É muito diferente da sua? Você gosta ou sente alguma dificuldade com a linguagem científica escolar?
- f. Você acha que a escola (professores, estudantes e gestores) valoriza a sua cultura/etnia? Porque?
- g. Você acha que a escola inclui ou exclui a sua cultura/etnia? Porque?
- h. Qual é o motivo, para você, pelo qual os estudantes abandonam o IF? Para você, quais são as características dos estudantes que abandonam a escola?

- i. O abandono escolar tem a ver com a cultura e etnia? Porque?
- j. Quais as características dos professores que você mais gosta ou admira?

2.2. Estudo

- k. Quais disciplinas você mais gosta e quais são aquelas que você menos gosta? Porque?
- l. Você gosta de Biologia e de Química? Comente sobre.
- m. E de Bioquímica? O que você acha desse assunto?
- n. Você conhece algum cientista ou tem admiração por algum? Quem é e porquê?
- o. Você tem o hábito de estudar em casa? Porque?
- p. Os seus pais acompanham os seus estudos? Porque?
- q. Você se acha um bom aluno, um aluno mediano ou um estudante abaixo da média? Porque?
- r. Você tem motivação para estudar? Porque?
- s. O que te motiva ou o que te desmotiva para estudar? Porque?
- t. Quais são as dificuldades que você tem para estudar? Porque?
- u. Você gostaria de estudar as coisas do seu dia a dia? Porque?
- v. Você gostaria que as disciplinas escolares estivessem relacionadas à sua cultura e ao seu contexto? Porque?
- w. Você acha que seria possível unir as disciplinas com a sua cultura e história (indígena, quilombola, sertanejo)?

2.3. Aplicação da ciência

- x. Você acha que os assuntos que você aprende na escola servem para a vida? Servem para você aplicar na sua comunidade/aldeia, na roça, etc.?
- y. Você saberia dar exemplos da Bioquímica na sua vida, no corpo humano, na sua comunidade, nos animais e nas plantas?
- z. Você saberia falar sobre a importância que a Bioquímica tem para a nossa vida? aa. Quais os assuntos ou disciplinas que você leva para toda a vida?
- bb. O que você sabe sobre átomos, ligações químicas e moléculas? Qual é a importância desse conhecimento para as nossas vidas?

2.4. Contexto

- cc. Você gosta de animais e das plantas? Você gosta da natureza, dos rios, da caatinga?
O que a natureza tem que lhe chama a atenção?
- dd. Na sua comunidade as pessoas aplicam a ciência, o conhecimento adquirido nas escolas? Como e porquê?

- ee. Na lida com o gado, com a agricultura ou até mesmo nos costumes do sertão é possível encontrar a ciência escolar? Explique.
- ff. O conhecimento dos pais e avós, líderes comunitários, pajés, matriarcas, caciques, dentre outros podem ser constituídos de conhecimento científico? O que você acha?
- gg. Você acha que indígenas ou quilombolas ou sertanejos têm mais facilidade ou mais dificuldade com a ciência escolar (aprendizagem)? Porque? Comente.

2.5. Ensino Remoto

O que você acha da escola durante a pandemia por Covid-19? Você sente falta da escola e da convivência com os professores e colegas? O que você mais sente falta?

Quanto a sua adaptação ao ensino remoto com Google Classroom e o Google Meet, o que você pode responder? - Me adaptei; -Não me adaptei; -Estou me adaptando

jj. Você prefere o ensino presencial ou remoto?

Porque?kk. O que você gosta no ensino remoto?

ll. O que você não gosta no ensino remoto?

n. Quais são as dificuldades que você tem com o ensino remoto? - Aprendizado; -Atividades virtuais; -Excesso de atividades; -Didática do professor; - Internet; -Computador/Notebook; -Tablet; -Celular; -Compartilhamento de eletrônicos (computador, tablet, etc.); local de estudo em casa; organização do tempo de estudo; apoio da família para estudar em casa; outro motivo.

Na sua opinião, quais são os pontos positivos do ensino remoto quanto ao aprendizado, à acessibilidade, à flexibilidade, à aula, dentre outros?

Quais seriam os pontos negativos do ensino remoto quanto ao aprendizado, à acessibilidade, à flexibilidade, à aula, dentre outros?

Você acha que as aulas remotas são bem planejadas? Quais são as críticas que você faz para a forma como as aulas acontecem?

Nas aulas por videoconferência (Google Meet) você usa a câmera ou a deixa desligada? Por qual motivo você costuma usar ou não a câmera?

Se você pudesse dar dicas ao seu professor para melhorar as aulas, o que você diria? Como as aulas remotas podem ficar melhor motivando o estudante para participar?

ss. Você acha que as atividades escolares durante a pandemia, com o ensino remoto:

-Aumentou a quantidade; -diminuiu a quantidade de atividades; -Tem a mesma quantidade das aulas presenciais

tt. Você consegue aprender com o ensino remoto? Porque sim ou porque

não?uu. Você acha que apenas o acesso ao computador ou celular com

Internet são

suficientes para que haja ensino remoto e aprendizagem? O que mais seria necessário para ensinar e aprender nessa nova realidade?

3. ENVOLVIMENTO CULTURAL OU INDIGENISMO

3.1. Participação e organização social

- a. Você sabe como a sua comunidade/aldeia está organizada? Quem é o líder comunitário? Qual é o papel dele?
- b. Você participa das atividades culturais e políticas da sua comunidade/aldeia? Quais são as atividades que você participa? Comente.

- c. Essas atividades (reuniões, assembleias, etc.) acontecem com que frequência? Você ou algum familiar participa?
- d. Você (quilombola, indígena ou sertanejo) vivencia a sua própria cultura? Você a valoriza? O que há de diferente das outras culturas? Há diferenças?
- e. Você gosta de ser indígena/quilombola/sertanejo? Porque? Comente.
- f. Como se dá o reconhecimento cultural na sua etnia/comunidade? Você escolhe fazer parte da etnia ou basta ser descendente (filho ou neto de quilombolas e indígenas)?

3.2. História e características

- a. Você conhece a história da sua comunidade? Se sim, como você conheceu? Quem contou a você? Conte um pouco dessa história.
- b. Quais são as principais expressões culturais da sua etnia ou comunidade? Você participa? Comente.
- c. Quais são os conhecimentos da sua cultura/etnia que você julga importante ter? Qual seria a sua utilidade?
- d. Quais são as crenças existentes em sua comunidade? Como por exemplo as religiões de matriz africana, catolicismo, protestantismo, catimbó, pajelança, encantamento, dentre outros.
- e. Na sua comunidade existe algum tipo de arte típica? Como por exemplo, uma dança, artesanatos, pinturas, vestimentas típicas, cantos, poesia, pinturas, etc.
- f. Fale sobre essa arte. Você aprendeu e pratica alguma expressão artística na sua comunidade? Qual? Qual é a importância dela?
- g. Você percebe alguma dificuldade e/ou facilidade na sua vida por ser indígena/quilombola/sertanejo? Comente sobre isso.

ANEXO A – Parecer Consubstanciado da CONEP

PARECER CONSUBSTANCIADO DA CONEP

14 DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: Ensino de ciências em cultura cruzada: a formação de conceitos em sala de aula multicultural em Salgueiro, Pernambuco, Brasil

Pesquisador: RAFAEL SANTOS DE AQUINO

Área Temática: Estudos com populações indígenas;

15 Versão: 5

CAAE: 32536620.2.0000.9547

Instituição Proponente: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO SERTAO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

16 DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.426.946

17 Apresentação do Projeto:

As informações contidas nos campos "Apresentação do Projeto", "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram obtidas dos documentos contendo as Informações Básicas da Pesquisa (PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_1629756_E1.pdf, de 09/11/2020) e do Projeto Detalhado (Projeto_de_Pesquisa_on_line_ALTERACOES_LIMPAS.docx, postado na Plataforma Brasil em 09/11/2020.

INTRODUÇÃO

Cenário: em uma sala de aula do Ensino Médio Integrado ao Técnico em Agropecuária no Sertão de Pernambuco, o professor recifense (urbano) ensina Bioquímica Molecular aos povos indígenas das etnias Atikum e Truká, aos quilombolas e aos sertanejos tradicionais (povos formados pelo sincretismo cultural entre europeus portugueses e holandeses, cristãos e judeus, indígenas e africanos, apresentando uma cultura única e sincrética revelada na adaptação cultural, social e econômica à região semiárida brasileira). Após cada aula o docente se questiona: Como se dão os processos de aprendizagem ou a conceitualização do real entre indivíduos de culturas tão diferentes? Como eles aprendem Bioquímica? Qual a influência do ensino na formação dos conceitos científicos e do desempenho escolar desses indivíduos? Essas questões justificam o interesse no desenvolvimento da pesquisa científica em Ensino de Ciências ao considerar como objeto de pesquisa a formação de conceitos

Endereço: SRTVN 701, Via W 5 Norte, lote D - Edifício PO 700, 3º andar

Bairro: Asa Norte

CEP: 70.719-040

UF: DF

Município: BRASILIA

Telefone: (61)3315-5877

E-mail: conep@saude.gov.br

Continuação do Parecer: 4.426.946

em Bioquímica sob a interação de diferentes matrizes culturais na sala de aula. Vários estudos (André et al., 2017; Araújo et al., 2017; Aquino et al., 2017; Brayner- Lopes et al., 2017) apontam para a necessidade de que os conceitos da Biologia Celular e Molecular não sejam tratados de forma fragmentada pois transitam entre os contextos micro e macroscópicos, exigindo contextualização para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem. Para tanto Brayner -Lopes et al. (2017) defendem que o ensino da Biologia deve obedecer a uma perspectiva integrada e holística o que requer uma imprescindível transição paradigmática (do paradigma tradicional para o complexo). Em uma sala de aula multicultural, o aprendizado ocorre mediante as travessias de fronteiras culturais (Aikenhead, 1996; Matos, Caraballo e Acioly-Régnier, 2019), a despeito das diferenças de concepção entre esses dois autores quanto à realidade do aluno e a Ciência. Para Aikenhead (1996) a realidade do aluno é representada por uma cultura constituída por outras subculturas e a Ciência Ocidental se constitui como uma subcultura escolar; na concepção de Matos, Caraballo e Acioly- Régnier (2019), a realidade do aluno é representada pelo contexto extraescolar e a Ciência Ocidental é composta pelo contexto escolar. Conhecer tais subculturas ou contextos possibilita planejamentos didáticos situados não só à realidade da escola, mas também à realidade do aluno. Isso favorecerá uma mediação mais adequada do conhecimento científico (construção e reconstrução do conhecimento), potencializando o processo de ensino-aprendizagem e enculturação científica (já que a Ciência Ocidental se revela como uma cultura a ser aprendida) sem que seja desmerecido o conhecimento cultural popular das diferentes culturas, ou seja, sem que o estudante tenha o contexto escolar sobreposto ao seu contexto extraescolar. Este projeto de pesquisa traz a preocupação em ofertar um plano teórico-metodológico, após a apreensão da realidade das diferentes culturas, chamado de Modelo das Múltiplas Perspectivas Pernambuco - MoMuP-PE (Brayner-Lopes, 2015, 2019; Sá et al., 2018, 2019), desenvolvido e analisado no Ensino Superior em cursos de licenciatura . A utilização desta metodologia no processo de ensino e aprendizagem permitirá perceber a formação de conceitos científicos na dinâmica do cruzamento de fronteiras culturais. Dessa forma, nossa preocupação vai além da formação de conceitos em si, pretendendo identificar relações extra e intraescolares que, permeadas pelas relações de poder, se revelam na multiculturalidade neste caso apontado.

HIPÓTESE

As representações da realidade que emergem de estudantes pertencentes a diversas culturas influenciam o processo de aprendizagem em Bioquímica?

Endereço: SRTVN 701, Via W 5 Norte, lote D - Edifício PO 700, 3º andar

Bairro: Asa Norte

CEP: 70.719-040

UF: DF

Município: BRASÍLIA

Telefone: (61)3315-5877

E-mail: conep@saude.gov.br

METODOLOGIA

1. Pressupostos da influência cultural no rendimento escolar. Este estudo visa identificar possíveis influências do fator cultural no rendimento escolar dos alunos nas diversas disciplinas ou grupos disciplinares (Ciências Naturais, Ciências Humanas, Linguagem, Técnicas, Propedêuticas, dentre outras). Para esse estudo serão coletados dados dos alunos do curso de Ensino Médio Integrado ao Técnico em Agropecuária de 2011 até 2018. Os dados serão obtidos sem a identificação dos alunos, sendo considerados o sexo, o grupo social ao qual pertencem (indígenas, quilombolas ou sertanejos tradicionais) e as médias obtidas em todos os componentes curriculares que serão estudados individualmente ou em grupos disciplinares. Para análise dos dados de desempenho será utilizada a análise estatística implicativa (ASI) com no mínimo 85% de implicação sob o uso do software CHIC (2014).

2. Perfil Multicultural dos Professores. Será aplicado um questionário semiestruturado digital (Google Forms®) para 30 professores do IF Sertão-PE, Campus Salgueiro. Se espera traçar um perfil multicultural dos docentes a partir de sua origem, da história formativa e das características gerais de suas práticas pedagógicas. Assim, propomos um questionário estruturado em três aspectos gerais atrelados às questões multiculturais: 1. Características e formação do professor; 2. Prática docente; e 3. Concepções e conhecimentos teóricos educacionais e multiculturais. Os dados serão organizados em planilhas do Microsoft Excel® (2010) para análise percentual descritiva e para atendimento das peculiaridades exigidas para processamento das informações pelo software CHIC 7.0 (2014) para a análise estatística implicativa. A identidade dos respondentes será preservada.

3. Pesquisa Etnográfica Educacional. Para este tipo de análise serão utilizadas ferramentas de captação de dados como entrevistas semiestruturadas e histórico de vida. Poderão ser utilizadas ferramentas de registro de dados como notebook, câmeras fotográficas digitais e gravadores de áudios. Serão convidados seis estudantes para participar da pesquisa etnográfica sendo dois quilombolas, dois indígenas e dois sertanejos. O convite aos estudantes para participação da pesquisa se dará mediante a disponibilidade de representantes de cada cultura no 2º ano do Ensino Médio do Técnico em Agropecuária. Estes mesmos alunos participarão da etapa de pesquisa sobre a formação de conceitos científicos em Bioquímica, visto que esta etapa será chave para o planejamento do ensino conforme o Modelo das Múltiplas Perspectivas Pernambuco, MoMuP-PE, apresentado na etapa seguinte. Os respondentes terão as identidades preservadas.

3. Formação de Conceitos em Bioquímica. Para atender a esta etapa de pesquisa em sala aula será utilizado o Modelo das Múltiplas Perspectivas – Pernambuco (MoMuP-PE) que é uma Base de

Endereço: SRTVN 701, Via W 5 Norte, lote D - Edifício PO 700, 3º andar

Bairro: Asa Norte

CEP: 70.719-040

UF: DF

Município: BRASÍLIA

Telefone: (61)3315-5877

E-mail: conep@saude.gov.br

Continuação do Parecer: 4.426.946

Orientação da Atividade (BOA) específica para a formação de conceitos em domínios complexos e pouco estruturados como é o caso da Bioquímica, conforme Brayner-Lopes (2015).

A análise da formação de conceitos será realizada conforme a interpretação quanti-qualitativa considerando as seguintes categorias: Relações interdisciplinares; Coerência conceitual, Travessia de fronteiras culturais (Aikenhead, 1996 e 1997), Equívocos conceituais, limitações paradigmáticas, Influências do MoMuP-PE, Relações multiculturais étnicas (Candau, 2008), Relações de Poder (Van Dijck, 2015). As categorias foram determinadas conforme Couto et al. (2017) tomando por base a coerência conceitual, equívocos e lacunas, sendo propostas outras categorias conforme o objetivo desta proposta de pesquisa. Análises quantiqualitativas serão feitas mediante a utilização da Análise Estatística Implicativa (ASI) com utilização do software Classificação Hierárquica Implicativa Coesitiva - CHIC 7.0 (2014) considerando a intensidade de implicação mínima de 85%.

18 Objetivo da Pesquisa:

OBJETIVO PRIMÁRIO

Conhecer as influências culturais na formação de conceitos científicos em Bioquímica em salas de aulas multiculturais do IF Sertão-PE em Salgueiro-PE, Brasil (estudantes indígenas, quilombolas e sertanejos).

OBJETIVOS SECUNDÁRIOS

- Investigar as culturas envolvidas no contexto escolar e extraescolar em Salgueiro-PE;
- Analisar o MoMuP-PE (Modelo das Múltiplas Perspectivas Pernambuco) como alternativa metodológica para trabalhar a Bioquímica Molecular dos Carboidratos como proposta metodológica no processo de ensino e aprendizagem intercultural;
- Compreender a sala multicultural conforme seus atores (professor e estudantes), seus contextos extraescolares e seus processos relacionais.

19 Avaliação dos Riscos e Benefícios:

RISCOS

Os riscos para os estudantes participantes são: desconforto e constrangimento relacionados à aula, que será ação de pesquisa ou pela identificação cultural (identificação coletiva como quilombolas, indígenas ou sertanejos), já que as identidades dos participantes não serão reveladas; prejuízo financeiro de ordem alimentar ou de transporte no dia da ação de pesquisa.

Endereço: SRTVN 701, Via W 5 Norte, lote D - Edifício PO 700, 3º andar

Bairro: Asa Norte

CEP: 70.719-040

UF: DF

Município: BRASILIA

Telefone: (61)3315-5877

E-mail: conep@saude.gov.br

COMISSÃO NACIONAL DE ÉTICA EM PESQUISA



Continuação do Parecer: 4.426.946

Nossa proposta para amenizar os riscos são:

- (1) manter sigilo sobre a identidade dos participantes voluntários;
- (2) os voluntários podem solicitar a sua desvinculação da pesquisa com o prazo de 1 (um) ano após a assinatura dos termos de assentimento livre e esclarecido (TALE) ou de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (prazo necessário para a realização das primeiras publicações científicas envolvendo os dados coletados);
- (3) os custos ocasionados pela participação na pesquisa como alimentação e transporte ou ainda qualquer problema decorrente a isso (distúrbios alimentares, perda do transporte escolar, custo adicional de passagem no trajeto escola-casa, valor de diária de R\$ 100,00, cem reais, hospedagem e alimentação em Salgueiro caso haja indisponibilidade de transporte escola-casa). serão custeados pelo pesquisador principal (Rafael Santos de Aquino).

Riscos para professores participantes são: desconforto e constrangimento relacionados às perguntas.

Nossa proposta para amenizar os riscos são:

- (1) manter sigilo sobre a identidade dos participantes voluntários;
- (2) os voluntários podem solicitar a sua desvinculação da pesquisa com o prazo de 1 (um) ano após a assinatura dos termos de consentimento livre e esclarecido (TCLE), visto ser o prazo necessário para a realização das primeiras publicações científicas envolvendo os dados coletados.

BENEFÍCIOS

Os benefícios diretos para os estudantes são: a aprendizagem de um conteúdo científico referente à Bioquímica; vivenciar uma pesquisa científica no campo do Ensino/Educação. Os benefícios indiretos são: valorização da diversidade cultural na pesquisa educacional; consideração das peculiaridades culturais no processo de ensino-aprendizagem; valorização sociocultural quilombola, indígena e sertaneja na escola; potencial à inclusão sociocultural no IF SERTÃO-PE, Campus Salgueiro, através de planos que atendam à educação intercultural. Os benefícios diretos para os professores são:

Os benefícios diretos para os voluntários docentes envolvem: identificação de culturas existentes na sala de aula; possível sensibilização às questões socioculturais em sala de aula; reflexão sobre a temática da interculturalidade do campus Salgueiro.

Os benefícios indiretos são: obtenção de resultados que contribuam com o planejamento das aulas; possibilidade de planejamento institucional em prol da educação intercultural e de possível melhoria da condição de trabalho docente para uma ação docente equitativa em sala de aula

Endereço: SRTVN 701, Via W 5 Norte, lote D - Edifício PO 700, 3º andar

Bairro: Asa Norte

CEP: 70.719-040

UF: DF

Município: BRASÍLIA

Telefone: (61)3315-5877

E-mail: conep@saude.gov.br

considerando todas as culturas presentes.

20 Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

EMENDA 1

Justificativa: Devido à pandemia de Covid-19 e seus efeitos com a suspensão das aulas presenciais e a retomada do ano letivo por meio do ensino remoto (on-line), não será possível que o pesquisador realize a coleta de dados de forma presencial. Sendo assim o pesquisador realizará a coleta de dados de forma remota, com anuência da instituição para coleta de dados, conforme descrito a seguir:

1. Sistema de Administração e Gestão Escolar – SAGE para obtenção dos dados de notas dos estudantes;
2. E-mails institucionais dos docentes atuantes no curso de Ensino Médio Integrado em Agropecuária com o intuito exclusivo de convidá-los para participação da pesquisa através de questionários investigativos on- line;
3. Participação como professor-pesquisador em sala de aula virtual da plataforma Google Classroom, utilizada institucionalmente para a execução das aulas remotas (online) com os estudantes do Ensino Médio Integrado ao Técnico em Agropecuária;
4. Condução das aulas-experimento, enquanto professor-pesquisador DE forma remota.

As alterações propostas levaram à elaboração de novas versões do projeto detalhado, dos Termos de Consentimento Livre e Esclarecido e do termo de assentimento.

A emenda impactou alteração no orçamento (redução de custos), mas a hipótese, objetivos e metodologia permanecem os mesmos.

Documentos alterados/apresentados na presente emenda:

1. PROJETO DETALHADO, postado na Plataforma Brasil em 09/11/2020.
2. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DOS PAIS/REPONSÁVEL LEGAL, postado na Plataforma Brasil em 09/11/2020.
3. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA ESTUDANTE MAIOR DE IDADE, postado

Endereço: SRTVN 701, Via W 5 Norte, lote D - Edifício PO 700, 3º andar

Bairro: Asa Norte

CEP: 70.719-040

UF: DF

Município: BRASILIA

Telefone: (61)3315-5877

E-mail: conep@saude.gov.br

Continuação do Parecer: 4.426.946

na Plataforma Brasil em 09/11/2020.

4. TERMO DE ASSENTIMENTO, postado na Plataforma Brasil em 09/11/2020.

5. ORÇAMENTO, postado na Plataforma Brasil em 09/11/2020.

6. TEXTO CONVITE PARTICIPACAO ESTUDANTE/CONSENTIMENTO DO RESPONSÁVEL LEGAL ONLINE, postado na Plataforma Brasil em 15/09/2020.

7. TEXTO CONVITE PARTICIPACAO DO ESTUDANTE ONLINE, postado na Plataforma Brasil em 15/09/2020.

8. TEXTO CONVITE PARA PARTICIPAÇÃO DO PROFESSOR ONLINE, postado na Plataforma Brasil em 15/09/2020.

9. CARTA ANUÊNCIA DA INSTITUIÇÃO PARA USO DE DADOS REFERENTE AO ENSINO REMOTO, postado na Plataforma Brasil em 15/09/2020.

21 Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Vide campo "Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações".

22 Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não foram identificados óbices éticos na presente emenda.

23 Considerações Finais a critério da CONEP:

Diante do exposto, a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa - Conep, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS nº 510 de 2016, na Resolução CNS nº 466 de 2012 e na Norma Operacional nº 001 de 2013 do CNS, manifesta-se pela aprovação da emenda proposta ao projeto de pesquisa.

Situação: Emenda aprovada.

Endereço: SRTVN 701, Via W 5 Norte, lote D - Edifício PO 700, 3º andar

Bairro: Asa Norte

CEP: 70.719-040

UF: DF

Município: BRASÍLIA

Telefone: (61)3315-5877

E-mail: conep@saude.gov.br

COMISSÃO NACIONAL DE
ÉTICA EM PESQUISA



24 Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMACOES_BASICAS_1629756_E1.pdf	09/11/2020 16:53:08		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_RESPONSAVEIS_MENORES_DE_IDADE_on_line_ALTERACOES_LIMPAS.doc	09/11/2020 16:44:20	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Estudante_Maior_Idade_on_line_ALTERACOES_LIMPAS.doc	09/11/2020 16:44:04	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE_Estudante_on_line_ALTERACOES_LIMPAS.doc	09/11/2020 16:43:36	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_de_Pesquisa_on_line_ALTERACOES_LIMPAS.docx	09/11/2020 16:43:18	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
Orçamento	Orcamento_on_line_ALTERACOES_LIMPAS.docx	09/11/2020 16:42:44	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_RESPONSAVEIS_MENORES_DE_IDADE_on_line_ALTERACOES_DESTACADAS.doc	04/11/2020 19:10:11	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Estudante_Maior_Idade_on_line_ALTERACOES_DESTACADAS.doc	04/11/2020 19:09:43	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE_Estudante_on_line_ALTERACOES_DESTACADAS.doc	04/11/2020 19:08:34	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
Orçamento	Orcamento_on_line_ALTERACOES_DESTACADAS.docx	04/11/2020 19:07:59	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_de_Pesquisa_on_line_ALTERACOES_DESTACADAS.docx	04/11/2020 19:06:11	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_ESTUDANTE_MAIOR_IDADE_ONLINE.pdf	15/09/2020 22:24:27	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
Outros	JUSTIFICATIVA_MODIFICACAO_PROJETO_ONLINE.pdf	15/09/2020 22:13:24	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
Outros	TEXTO_CONVITE_PARTICIPACAO_E_ESTUDANTE_CONSENTIMENTO_RESPONSIVEL_LEGAL_ONLINE.pdf	15/09/2020 22:06:58	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito

Endereço: SRTVN 701, Via W 5 Norte, lote D - Edifício PO 700, 3º andar

Bairro: Asa Norte

CEP: 70.719-040

UF: DF

Município: BRASÍLIA

Telefone: (61)3315-5877

E-mail: conep@saude.gov.br

COMISSÃO NACIONAL DE
ÉTICA EM PESQUISA



Continuação do Parecer: 4.426.946

Outros	TEXTO_CONVITE_PARTICIPACAO_E_STUDANTE_ONLINE.pdf	15/09/2020 22:06:04	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
Outros	TEXTO_CONVITE_PARTICIPACAO_PROFESSOR_ONLINE.pdf	15/09/2020 22:04:06	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
Outros	CARTA_ANUENCIA_USO_DADOS_PESQUISA_ENSINO_REMOTO.pdf	15/09/2020 22:00:37	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
Orçamento	ORCAMENTO_PESQUISA_ENSINO_REMOTO.pdf	15/09/2020 21:57:42	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_MUDANCA_PESQUISA_ENSINO_REMOTO.pdf	15/09/2020 21:57:02	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
Outros	CARTA_RESPOSTA.pdf	16/08/2020 17:24:23	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
Outros	TERMO_COMPROMISSO_CONFIDENCIALIDADE_alteracoes_limpas.pdf	16/08/2020 17:20:16	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
Outros	TERMO_COMPROMISSO_CONFIDENCIALIDADE_alteracoes_destacadas.pdf	16/08/2020 17:19:37	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
Outros	Questionario_Triade_Intercultural_Estudantes.pdf	02/07/2020 20:44:27	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
Outros	Questionario_Perfil_Multicultural_Docentes.pdf	02/07/2020 20:42:49	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.pdf	27/05/2020 16:42:00	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
Outros	Curriculo_Lattes_Ana_Maria.pdf	09/03/2020 16:47:48	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
Outros	Curriculo_Lattes_Rafael.pdf	09/03/2020 16:47:29	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Carta_de_Anuencia_IFSertaoPE_Rafael_Aquino.pdf	09/03/2020 16:46:04	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto_plataforma_brasil.pdf	09/03/2020 14:03:10	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito

25 Situação do Parecer:

Aprovado

BRASILIA, 29 de Novembro de 2020

26 Assinado por:

**Jorge Alves de Almeida Venancio
(Coordenador(a))**

Continuação do Parecer: 4.426.946

Endereço: SRTVN 701, Via W 5 Norte, lote D - Edifício PO 700, 3º andar

Bairro: Asa Norte

CEP: 70.719-040

UF: DF

Município: BRASILIA

Telefone: (61)3315-5877

E-mail: conep@saude.gov.br