



UFRPE

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

**UTILIZANDO O CICLO DA EXPERIÊNCIA DE KELLY PARA
ANALISAR VISÕES DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
LICENCIANDOS EM FÍSICA QUANDO UTILIZAM A ROBÓTICA
EDUCACIONAL**

JOÃO PAULO DA SILVA SANTOS

Recife

2016

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

JOÃO PAULO DA SILVA SANTOS

**UTILIZANDO O CICLO DA EXPERIÊNCIA DE KELLY PARA
ANALISAR VISÕES DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
LICENCIANDOS EM FÍSICA QUANDO UTILIZAM A ROBÓTICA
EDUCACIONAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências – PPGEC da Universidade Federal Rural de Pernambuco como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino das Ciências (Área de concentração: Formação de professores).

Orientador: Prof. Dr. Alexandro Cardoso Tenório
Departamento de Educação (UFRPE)

Coorientador: Prof.. Dr. Michael Lee Sundheimer
Departamento de Física (UFRPE)

Recife
2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

S237u Santos, João Paulo da Silva

Utilizando o ciclo da experiência de Kelly para analisar visões de ciência e tecnologia de licenciandos em física quando utilizam a robótica educacional / João Paulo da Silva Santos. – 2016.

172 f. : il.

Orientador: Alexandro Cardoso Tenório.

Coorientador: Michael Lee Sundheimer.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências, Recife, BR-PE, 2016.

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

1. Ciência – Estudo e ensino 2. Tecnologia 3. Ciclo de Kelly 4. Robótica educacional I. Tenório, Alexandro Cardoso, orient. II. Sundheimer, Michael Lee, coorient. III. Título

CDD 507

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

João Paulo da Silva Santos

**UTILIZANDO O CICLO DA EXPERIÊNCIA DE KELLY PARA
ANALISAR VISÕES DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
LICENCIANDOS EM FÍSICA QUANDO UTILIZAM A ROBÓTICA
EDUCACIONAL**

Dissertação defendida e aprovada pela banca examinadora composta pelos professores abaixo em 31 de agosto de 2016:

Presidente e orientador
Prof. Dr. Alexandro Cardoso Tenório – Departamento de Educação – UFRPE

1º Examinador externo e Coorientador
Prof. Dr. Michael Lee Sundheimer - Departamento de Física – UFRPE

2º Examinador interno
Profª. Drª. Ruth do Nascimento Firme - Departamento de Química – UFRPE

3º Examinador externo
Prof. Dr. Ross Alves do Nascimento - Departamento de Educação – UFRPE

“A alegria não chega apenas no encontro do achado, mas faz parte do processo da busca. E ensinar e aprender não pode dar-se fora da procura, fora da boniteza e da alegria”.

(Paulo Freire)

AGRADECIMENTOS

A gratidão é o maior princípio do reconhecimento. Quando a gente recebe algo, faz todo sentido mostrar gratidão. Quando não se nasce grato, tem de se fazer por ser. Com o tempo você acaba sendo naturalmente.

A gratidão não é moeda de troca, é gentileza. É sentir necessidade de dizer “obrigado”, é beijar no rosto carinhosamente, é pagar qualquer gesto, qualquer atitude, com um abraço.

Assim, quero agradecer Deus pelas vezes que me deu força para continuar meu caminho enquanto educador, nos momentos de fraqueza;

>> Ao professor e amigo Dr. Alexandro Tenório (Departamento de Educação), pela sua paciência e cordialidade enquanto orientador;

>> Aos colegas da turma de mestrado (2014) que tanto me apoiaram nos momentos de maiores dificuldades e perdas na minha vida;

>> Ao meu padrinho, José Amorim da Silva (*In memoriam*) que nos deixou em julho de 2015, e tanto me incentivou a estudar e buscar meus sonhos.

>> Aos estudantes de graduação do curso de Licenciatura Plena em Física da UFRPE que se colocaram a disposição para participarem da pesquisa;

>> Ao meu colega e amigo Rodrigo Caitano Barbosa da Silva, que muito me ajudou durante os trabalhos no LIFE;

>> Ao Professor Dr. Ross Nascimento (Departamento de Educação) e ao professor Dr. Michael Lee (Departamento de Física), que serviram de ponte para que as atividades fossem realizadas no LIFE.

>> Ao Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências (PPGEC) que me acolheu durante esses dois anos.

>> Ao coordenador do LIFE, o professor Dr. Thiago Dias (Departamento de Matemática da UFRPE) por ter disponibilizado o laboratório para as atividades práticas.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo analisar visões de ciência e tecnologia de licenciandos em Física da UFRPE e suas implicações na prática pedagógica quando utilizam a robótica educacional. As atividades investigativas foram realizadas no Centro de Graduação das Exatas e da Natureza (CEGEN) em uma turma de sétimo período do curso de Licenciatura Plena em Física e contou com a participação de oito estudantes.

Como metodologia para essa investigação foi utilizada a Teoria dos Construtos Pessoais (TCP), mais precisamente o Ciclo da Experiência de Kelly (CEK) composta por cinco etapas: A antecipação, o investimento, o encontro, a confirmação ou refutação e a revisão construtiva. Esse ciclo foi utilizado como ferramenta metodológica com o objetivo de identificar as visões de ciência e tecnologia antes (pré-teste) e após (pós-teste) o contato dos estudantes com a robótica educacional (evento). Foram utilizados como instrumentos de coleta de dados roteiro de entrevistas, gravações das mesmas e materiais elaborados pelos estudantes. Após a análise dos instrumentos de coleta de dados foram identificados os construtos apresentados pelos estudantes. De oito estudantes que fizeram parte da pesquisa, sete deles tiveram pelo menos um de seus construtos alterados no fim do ciclo. Logo, houve evolução em pelo menos um dos construtos em 87,5% da amostra. A partir daí no pré-teste, foram apontadas algumas visões de ciência e tecnologia presentes nas falas dos estudantes, apresentando maior indicação, as visões descontextualizadas. No pós-teste, houve evolução das mesmas e os estudantes apresentaram maior tendência para as visões menos tradicionais e mais contemporâneas.

Palavras-chave: Ciência-Estudo e ensino. Tecnologia. Ciclo de Kelly. Robótica educacional.

ABSTRACT

This study aimed to analyze visions of science and technology in graduate Physics UFRPE and its implications for teaching practice when using the educational robotics. The investigative activities were carried out in the Exact Graduate Center and Nature (CEGEN) in a class of seventh period of the course Full Degree in Physics and with the participation of eight students. The methodology for this research was used the Theory of Personal Constructs (TCP), the more accurately Kelly Experience Cycle (CEK) consists of five stages: anticipation, investment, meeting, the confirmation or refutation and constructive review. This cycle was used with the methodological tool in order to identify the and technology science views before (pre-test) and after (post-test) the contact of students with educational robotics (event). They were used as script data collection instruments interviews, the same recordings and materials prepared by the students. After analyzing the data collection instruments were identified constructs presented by students. Eight who students were part of the survey, seven of them had at least one of its constructs changed at the end of the cycle. Therefore, there was an increase in at least one desconstructs in 87.5% of the sample. From there the pre-test, were identified some science and technology visions present in the speech of students, with greater indication, decontextualized views. Post-test, there was an increase of the same and the students were more likely to less traditional and more contemporary views.

Keywords: Science - Study and teaching. Technology. Kelly Cycle. Educational robotics.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
CAPÍTULO 1. FORMAÇÃO DO PROFESSOR E PRÁTICA DOCENTE	18
1.1. Breve histórico dos marcos legais que deram origem aos cursos de Licenciaturas em Física no Brasil.....	19
1.2 A formação do professor de Física.....	22
1.3. Prática docente do professor de Física	26
CAPÍTULO 2. ROBÓTICA EDUCACIONAL E SUAS IMPLICAÇÕES PEDAGÓGICAS NA APRENDIZAGEM DA FÍSICA	32
2.1. Breve contexto histórico da robótica educacional e a linguagem LOGO....	32
2.2. Teorias pedagógicas que suportam a robótica educacional.....	37
2.2.1. Construtivismo de Jean Piaget e Vygotsky.....	37
2.2.2. Construcionismo de Seymour Papert e seus colaboradores.....	39
2.3. A robótica no ensino de Física.....	42
2.3.1. Kits de robótica Lego utilizados nas escolas públicas e privadas nas aulas de Física.....	43
2.3.2. Robótica com <i>hardware</i> livre como alternativa de baixo custo.....	47
CAPÍTULO 3. CIÊNCIA E TECNOLOGIA E DISTORÇÕES DO SENSO COMUM	52
3.1. Ciência moderna e ciência contemporânea: ruptura de paradigmas.....	52
3.2. A ciência contemporânea nos espaços formais de aprendizagem.....	59
3.3. A tecnologia dos primórdios aos tempos atuais.....	62
3.4. Possíveis visões de ciência e tecnologia encontradas na literatura.....	65
3.4.1. Visão descontextualizada.....	66
3.4.2. Visão empirista e ateórica.....	66
3.4.3. Visão rígida.....	66
3.4.4. Visão aproblemática e aistórica.....	67
3.4.5. Visão exclusivamente analítica.....	67
3.4.6. Visão acumulativa linear.....	68
3.4.7. Visão individualista, “velada”, elitista.....	68
3.5. O laboratório didático de ciências na superação das visões distorcidas de ciência e tecnologia científica e tecnológica.....	69
CAPÍTULO 4. METODOLOGIA	75
4.1. Delineando a abordagem metodológica.....	75
4.1.1. A Teoria dos Construtos pessoais de Kelly.....	76

4.1.2. Ciclo da Experiência de Kelly (CEK).....	79
4.2. Cenário da Investigação	80
4.3. Sujeitos participantes da pesquisa.....	82
4.4. Procedimentos e Instrumentos de coleta de dados.....	83
4.5. Procedimento de análise dos dados.....	91
CAPÍTULO 5 - ANÁLISE DOS DADOS.....	93
5.1. Análise do pré-teste.....	93
5.1.1. Análise das falas (pré-teste).....	95
5.2. Análise do pós-teste.....	103
5.2.1. Análise das falas (pós-teste).....	104
5.3. Possíveis visões de ciência e tecnologia identificadas na fala dos estudantes durante o CEK.....	113
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	121
REFERÊNCIAS.....	127
APÊNDICE.....	132
Apêndice 1. Entrevista – Antecipação – 1º momento.....	133
Apêndice 2 - Entrevista – Antecipação – 2º momento.....	133
Apêndice 3 - Investimento – 2º momento – Roteiro de perguntas.....	134
Apêndice 4 - Encontro – 1º, 2º e 3º momentos – Roteiro de atividades.....	135
Apêndice 5 - 4ª Etapa do CEK – 8º momento – Solicitação de atividade.....	136
Apêndice 6 - 5ª Etapa do CEK – 9º momento - Roteiro de entrevistas.....	136
Apêndice 7 - Plano de estágio em docência.....	137
ANEXOS.....	144
Anexo 1 - Atividades desenvolvidas pelos estudantes.....	145
Anexo 1a -Atividade 1 (estudante 3, estudante 4, estudante 6).....	145
Anexo 1b -Atividade 2 (estudante 2, estudante 8).....	147
Anexo 1c -Atividade 3 (estudante 1).....	148
Anexo 1d -Atividade 4 (estudante 5).....	150
Anexo 1e -Atividade 5 (estudante 7).....	152
Anexo 2 – Fragmentos dos textos utilizados nos encontros.....	154
Anexo 2a -Texto 1 – Novos rumos para o laboratório escolar de ciências....	154
Anexo 2b - Texto 2 – Problematização e Contextualização no Ensino de Física1.....	162
Anexo 2c -Texto 3- A Utilização da Robótica Educacional LEGO nas aulas de Física do 1º ano do ensino médio e suas contribuições na aprendizagem	167

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Disciplinas optativas do curso de Licenciatura em Física EADTEC da Universidade Federal Rural de Pernambuco.....	25
Figura 2	Telescópio robótico na cidade de Itacuruba em Pernambuco (Brasil).....	33
Figura 3	Tela inicial do Logo KTurtle-Interface gráfica construída a partir do LOGO.....	35
Figura 4	Formação de um quadrado na linguagem LOGO.....	36
Figura 5	Bloco físico de programação nxt 2.0.....	44
Figura 6	Peças articuladas do nxt 2.0.....	45
Figura 7	Motores e sensores conectados ao bloco físico de programação do nxt 2.0.....	45
Figura 8	Tela da interface gráfica do nxt 2.0.....	46
Figura 9	Robô LEGO resolvendo problemas de SUDOKU.....	46
Figura 10	Placa Arduino com microcontrolador ATMEGA2560.....	48
Figura 11	IDE – Ambiente de desenvolvimento de programas.....	49
Figura 12	Robô construído com a plataforma Arduino.....	50
Figura 13	Modelo representacional da proposta de Lakatos.....	57
Figura 14	Ciclo da Experiência de Kelly (CEK).....	79

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Construto x quantidade de estudantes (1ª etapa do CEK).....	102
Gráfico 2	Construto x quantidade de estudantes (última etapa do CEK).....	112

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Organização curricular do curso de Física (Bach/Lic.).....	20
Quadro 2 -	Comandos básicos do Logo.....	35
Quadro 3 -	Dimensões que formam a base do Construcionismo.....	41
Quadro 4 -	Graus de liberdade do professor/aluno em aulas de laboratório...	70
Quadro 5 -	Laboratório tradicional x atividades investigativas.....	71
Quadro 6 -	O trabalho implícito com os aspectos do conhecimento científico em sala de aula.....	73
Quadro 7 -	Corolários da Teoria dos Construtos Pessoais.....	78
Quadro 8 -	Cronograma de atividades.....	83
Quadro 9 -	Exemplos de visões de ciência e tecnologia convencionais e contemporâneas.....	84
Quadro 10-	Construtos dos licenciandos em Física da UFRPE em relação à ciência e tecnologia.....	94
Quadro 11-	Relação construtos x estudantes.....	102
Quadro 12-	Relação construtos x estudantes no pré e nos pós-teste.....	113
Quadro 13-	Resumos das possíveis visões da ciência e tecnologia de licenciandos em Física da UFRPE participantes da pesquisa.....	119

LISTA DE ABREVIATURAS

GoPEF	- Grupo de Pesquisa em Ensino de Física da PUC- SP
GEFIC	- Grupo de Pesquisa em Ensino de Física e Contemporaneidades - UFRPE
SAEPE	- Sistema de Avaliação de Pernambuco
USP	- Universidade de São Paulo
UFRGS	- Universidade Federal do Rio Grande do Sul
MEC	- Ministério de Educação
LDB	- Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
PCN	- Parâmetros Curriculares Nacionais
SBPC	- Sociedade Brasileira Para o Progresso da Ciência
DCCF	- Diretrizes Curriculares para os Cursos de Física
CTS	- ciência tecnologia e sociedade
CEK	- Ciclo da Experiência de Kelly
CAPES	- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior
PAFOR	- Plano Nacional de Formação de Professores da Educação Básica
MNPEF	- Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
IDE	- Integrated Development Environment

INTRODUÇÃO

Autores como Carvalho *et al* (2010) e Cachapuz *et al* (2011), têm apontado em pesquisas realizadas com professores, visões sobre ciência e tecnologia presentes em suas falas e práticas pedagógicas . Essas visões consolidaram ao longo dos anos, paradigmas antigos que foram tomando espaço dentro das universidades e das escolas da rede básica de ensino. E nessa perspectiva surgem novas necessidades do ambiente escolar principalmente no que tange a utilização de tecnologias durante as aulas.

A ciência e a tecnologia há bastante tempo contribuem no desenvolvimento humano. É praticamente difícil pensarmos em um mundo onde aparelhos tecnológicos e os grandes avanços científicos da Física, Química, Medicina entre outras, não façam parte do cotidiano das pessoas.

Acostumamo-nos a observar grandes descobertas serem anunciadas em prol da humanidade, bem como valores éticos não serem respeitados em nome da ciência. Falar em ciência e tecnologia remete-nos ao passado do desenvolvimento humano, onde o homem iniciou seus primeiros passos na Terra para manter-se vivo. Puro instinto de sobrevivência!

Com a evolução do homem e conseqüentemente a necessidade de adaptação a sua forma de vida, materiais são criados na idade da pedra polida, o fogo é descoberto e a sociedade antes nômade fixa residência. Nesse período o homem não tinha a mínima noção de conhecimento científico e tecnológico, mas conhecia as técnicas necessárias para a sua sobrevivência.

Na idade moderna tem-se o rompimento de uma ciência orientada apenas pela filosofia e nasce uma nova forma de ver o mundo a partir da experimentação. Galileu é um dos responsáveis por essa mudança quando questiona os paradigmas aceitos como verdades absolutas.

Hoje a escola também mudou e vem mudando gradativamente, exigindo dos educadores da rede básica de ensino, mudanças na metodologia de suas aulas bem como aprender a lidar com comportamentos dos estudantes orientados pela

presença de aparatos tecnológicos. Aceitar essas transformações, não é uma tarefa fácil, pois requer dos professores uma reorientação epistemológica utilizando na sala de aula metodologias que possam favorecer a aprendizagem dentro de um contexto científico e tecnológico contemporâneos.

É claro que a formação acadêmica dos professores é um fator decisivo para que essas mudanças ocorram ou não em suas práticas pedagógicas. Para Behrens (2007) o professor é influenciado pelo paradigma da sua própria formação. Isso leva a determinadas ações que são inerentes a sua prática tendo em vista o processo de construção epistemológica do sujeito ao longo de sua formação acadêmica. Tal prática muitas vezes pode se tornar obsoleta diante das mudanças que ocorrem no ambiente escolar principalmente quando são considerados os avanços científicos e tecnológicos.

Uma das questões que interferem diretamente as mudanças que vem ocorrendo na escola é a formação inicial do professor em ciências. Essa formação tem sido fortemente discutida na academia em especial a pesquisa em ensino de Física, principalmente a investigação dos problemas relativos ao ensino dessa ciência (NARDI, 2004). Entre esses problemas podemos citar a falta de motivação dos alunos e conseqüentemente o desinteresse pela ciência (POZO, 2009).

A formação inicial em cursos de licenciatura tem exigido um perfil de professor diferenciado, que esteja atento às mudanças que vem ocorrendo muito rapidamente na forma de aprender ciência e tecnologia. Aparatos tecnológicos estão nas mãos de alunos e muitos nem sequer tem a mínima noção do conhecimento científico e tecnológico presente neles. Muitos professores por sua vez, ainda não sabem lidar com essa gama de tecnologia presentes na sala de aula e conseqüentemente não aproveitam as mesmas em processos de aprendizagem.

Um olhar mais atento para o ensino de Física em boa parte das escolas percebe-se que a realidade não é muito distante do que foi apontado anteriormente. Muitos professores segundo Behrens (2007) carregam fortemente em suas práticas pedagógicas, resquícios da sua formação acadêmica, às vezes bem tradicional. O que atrapalha a nova configuração de escola. Obviamente que não podemos culpar os professores por suas práticas desatualizadas. Muitos adquiriram seus graus acadêmicos num período anterior à consolidação da tecnologia no ambiente

escolar, e que, portanto, não tiveram contato direto em sua formação com aparatos tecnológicos que estão na escola.

Essas discussões têm motivado grupos de pesquisas em Ensino de Física espalhados em diversas universidades do Brasil como GoPEF (Grupo de Pesquisa em Ensino de Física da PUC- SP), LaPEF (Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física – USP – SP), Gefic (Grupo de Pesquisa em Ensino de Física e Contemporaneidades - UFRPE), a desenvolverem pesquisas em nível de mestrado e doutorado em diversas áreas. Entre elas a formação inicial, formação continuada de professores de Física da rede básica de ensino e instrumentação para o ensino de Física. Esses grupos buscam alternativas metodológicas com o intuito de tornar o conhecimento da Física acessível a todos os cidadãos em um processo de ensino e aprendizagem menos tradicional e mais reflexivo.

Entre essas alternativas metodológicas está a robótica educacional. Em Pernambuco algumas escolas estaduais chamadas de referência dispõem de kits de robótica educacional nas aulas de Matemática e Física. Essa inserção surgiu a partir dos resultados do Sistema de Avaliação Educacional de Pernambuco (SAEPE), onde provas realizadas em 2010 nas escolas estaduais apontaram que os alunos da rede ficaram abaixo da média nacional em disciplinas como Matemática e Língua Portuguesa.

Nesse período, alguns professores da rede estadual das escolas contempladas como os kits de robótica, passaram por uma formação, onde refletiram sobre os conceitos científicos e tecnológicos presentes na robótica, aprenderam a manuseá-los e refletiram sobre as principais teorias que fundamentam a utilização da robótica nos espaços formais de aprendizagem.

Na robótica educacional diversos conceitos de ciência e tecnologia estão presentes de forma muitas vezes sutis. Pensar em conceitos da Física utilizando robótica pode despertar a curiosidade e conseqüentemente a motivação dos alunos para aprender essa ciência, levando a refletir sobre os avanços científicos e tecnológicos que são necessários para a montagem dos robôs.

Como apresentado inicialmente, os paradigmas que os professores levam consigo para a sala de aula podem ser determinantes na prática pedagógica. O que

estudantes da rede básica pensam sobre ciência e tecnologia nas aulas de Física poderá em grande parte ter influência desses paradigmas. Por isso é importante uma boa formação acadêmica dos futuros professores principalmente no que diz respeito à formação científica e tecnológica.

Assim para esse trabalho surge o seguinte problema de pesquisa: **Quais visões de ciência e tecnologia têm os licenciandos em Física da UFRPE e quais as implicações dessas visões na prática pedagógica em contato com a robótica educacional?**

E para responder o problema de pesquisa foi elencado como objetivo geral: **Analisar visões de Ciência e Tecnologia de Licenciandos em Física e suas implicações na prática pedagógica quando utilizam a robótica educacional.** E como objetivos específicos: Identificar visões de ciência e tecnologia de licenciandos em Física; Analisar em atividades com robótica educacional visões de ciência e tecnologia; Analisar relações entre as visões de ciência e tecnologia e a prática pedagógica identificadas em atividades realizadas com robótica educacional.

Assim, esperamos que esse trabalho contribua na discussão de pesquisas que focam formação inicial do professor de Física no contexto científico e tecnológico onde as escolas estão inseridas atualmente. Partimos da premissa de que as visões de ciência e tecnologia dos futuros professores serão determinantes nas concepções científicas e tecnológicas de seus alunos.

A dissertação contempla cinco capítulos que seguem a seguinte ordem de apresentação: Inicialmente será apresentado o capítulo 1, onde serão abordados os aspectos da formação do professor e a prática docente, analisando como acontece a formação do professor de Física na era da ciência e da tecnologia; No capítulo 2, será apresentado um breve histórico de surgimento da robótica educacional, bem como as teorias que suportam sua utilização em sala de aula e sua utilização no ensino de Física. Também são apresentadas as principais plataformas utilizadas em robótica Lego e arduino;

No capítulo 3, são trazidas as principais discussões sobre ciência e tecnologia na sociedade contemporânea. São apresentadas também as principais

distorções identificadas por pesquisadores como visões deformadas de ciência e tecnologia, bem como a importância da utilização do laboratório didático de ciências; No capítulo 4, é apresentada a metodologia criada para a realização da pesquisa. Logo no início é apresentada a Teoria dos Construtos Pessoais, seguido do Ciclo da Experiência de Kelly.

No capítulo 5, são apresentados os resultados da pesquisa, bem como as relações entre as visões de ciência e tecnologia encontradas na literatura; Em seguida são realizadas as considerações finais, com as principais visões de ciência e tecnologia dos licenciandos em Física encontradas durante a pesquisa.

CAPÍTULO 1: FORMAÇÃO DO PROFESSOR E PRÁTICA DOCENTE

“Não há docência sem discência, as duas se explicam e seus sujeitos, apesar das diferenças que os conotam, não se reduzem à condição de objeto, um do outro.

Quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende

ensina ao aprender”

(Paulo Freire)

Efetivamente a pesquisa em ensino de ciências no Brasil em nível de pós-graduação tem sua origem nos Institutos de Física da Universidade de São Paulo (USP) e da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) no final dos anos sessenta através dos Programas de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências – USP e Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física – UFRGS (MOREIRA, 2003).

Hoje, não são poucos os trabalhos de grupos de pesquisas de programas de pós-graduação em ensino de ciências espalhados pelo Brasil, que investigam temas relacionados à formação do professor em ciências.

E o que tem motivado pesquisas nessa área são as dificuldades que estudantes do ensino básico apresentam em aprender as ciências naturais. Boa parte do que é proposto na escola não adquire sentido prático na vida dos estudantes que acabam por abandonar o interesse pelas ciências.

Assim, tem-se buscado alternativas metodológicas com intuito de tornar o aprendizado das ciências naturais mais próximos dos estudantes. A busca dessas alternativas passa pela formação inicial do professor em cursos de licenciatura.

São nesses cursos que objetivam a formação do professor em áreas específicas do conhecimento, que futuros professores são preparados para exercer na rede básica e superior de ensino a função docente. Nessa discussão, inicialmente serão abordados de forma breve os marcos legais que legitimaram os

cursos de licenciatura no Brasil, seguida da formação docente do professor de Física e fechando o capítulo com a prática docente desse professor.

1.1. Breve histórico dos marcos legais que deram origem aos cursos de licenciaturas em Física no Brasil

De acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional LDB/1996 em seu capítulo 5, no artigo 62, deixa claro que a formação inicial de professores da rede básica é de responsabilidade de universidades e institutos de ensino superior. E a mesma será realizada em cursos de licenciatura plena para formar professores que atuarão no ensino fundamental e ensino médio. Mas, LDB como mecanismo legal não aponta como essa formação deve ocorrer. Cabe assim aos centros universitários organizá-las.

Os cursos de licenciatura no Brasil surgiram na década de 30 com intuito de suprir a carência de professores e iniciar o plano educacional do Brasil urbano-industrial. A sociedade civil, ainda fora do contexto educacional elitista começou a reivindicar seu espaço no ambiente escolar (MESQUITA e SOARES, 2010). Esses cursos foram inicialmente implantados nas Faculdades de Filosofia, Letras e Ciências existentes na época.

O objetivo principal dessa implantação era disseminar as ideias sobre a produção, e manter um controle mínimo sobre o sindicalismo que estava emergente na época. Isso seria possível à medida que a população fosse atendida, garantindo assim um mínimo de formação, que seria dar condições a uma população que atendesse a demanda do processo de urbanização e industrialização (MESQUITA e SOARES, 2010).

Ainda nessa época, no então regime do governo Vargas, através do decreto 1.190/39, a Faculdade de Letras, Educação e Ciências passa a ser conhecida como Faculdade Nacional de Filosofia (BRASIL,1939). Esse decreto foi o primeiro na história do Brasil a assegurar a formação acadêmica em nível superior para o exercício do magistério na educação básica (ARAÚJO e VIANNA, 2011).

Também é nesse momento que surgem os primeiros cursos de Física no Brasil. Entre eles o Bacharelado em Física instituída pelo mesmo decreto em seu artigo 11. Esse curso tinha uma estrutura curricular mínima de três anos para o estudante obter o título de bacharel, sendo permitido ainda para o mesmo, caso deseje-se ser professor, cursar mais um ano de didática que seria então, um curso complementar.

Abaixo segue a organização curricular do curso de bacharelado em Física da Faculdade Nacional de Filosofia, bem como o curso complementar:

Quadro 1 - Organização curricular do curso de Física (Bach/Lic.)

1º ano	2º ano
<ul style="list-style-type: none"> - Análise matemática -Geometria analítica e projetiva -Física geral e experimental 	<ul style="list-style-type: none"> -Análise matemática -Geometria descritiva e complementos geométricos -Mecânica racional -Física geral e experimental
3º ano	Curso complementar de didática
<ul style="list-style-type: none"> -Análise superior -Física superior -Física Matemática -Física teórica 	<ul style="list-style-type: none"> -Didática geral -Didática especial -Psicologia educacional -Administração escolar -Fundamentos biológicos da educação -Fundamentos sociológicos da educação

Fonte: Decreto-lei nº 1.190, de 4 de abril de 1939 (adaptado).

Esse quadro mostra a estrutura curricular do curso de bacharelado em Física criado basicamente para formar recursos humanos que atendessem várias demandas. Entre elas podemos citar a formação humana científica para atuar não só nas futuras faculdades e universidades, mas também na educação básica (ARAUJO e VIANNA, 2011).

Mas, apesar dessa política institucionalizada na criação da Faculdade de Filosofia para suprir a necessidade de formar mão-de-obra especializada, outros fatores também interferiram diretamente no processo de consolidação da Licenciatura no Brasil.

Entre esses fatores, Araújo e Vianna (2011) destacam o golpe militar de 1964 que influenciou a construção dos currículos das licenciaturas e também elitizou o acesso ao curso superior no Brasil como forma de ascensão da classe média. Além disso, foi extinta a Faculdade Nacional de Filosofia e como consequência houve uma maior separação entre os departamentos, culminando com um distanciamento da faculdade de educação.

Nesse contexto citado anteriormente, houve também uma pressão do Ministério da Educação para induzir universidades federais a abrir um maior número de vagas em cursos superior como forma de atender a demanda social (CUNHA, 1979). Para Araújo e Vianna (2011) esse foi início da fragmentação do curso superior no Brasil, e dos demais níveis de ensino, não pela oferta de vagas nas universidades, mas pelo maior distanciamento causado pela criação de vários novos departamentos.

Assim após a reforma universitária de 1968, acentuou as principais políticas existentes para educação, dando ênfase maior a aquela voltada para o mercado de trabalho passando a ser apenas um produto desse, funcionando como um meio de formar mão de obra que atendesse a necessidade da época. E uma dessas necessidades era a formação de professores.

Através da reforma universitária instituída pela Lei nº 5.540/68, o Conselho Federal de Educação passa a ter maior controle sobre o sistema educacional do país e a LDB 5.692/71 permitiu a criação da Licenciatura de curta duração com os objetivos de atender a demanda social. Esses cursos de curta duração começaram a por em xeque a qualidade do curso superior no Brasil e foi alvo de muitas lutas sociais (ARAÚJO e VIANNA, 2011).

Entre essas lutas destaca-se a 27ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) realizada no ano de 1975 no qual apresentou elementos relacionados à formação de professores propostas pelo governo e sociedades científicas (ARAÚJO e VIANNA, 2011). Foi nesse período que surgiu também a Licenciatura em Ciências, um retorno ao professor polivalente, possibilitando o mesmo lecionar Matemática, Física, Química e Biologia.

Hoje, através das reformas curriculares, as instituições de ensino superior desenvolveram seus currículos de formação de professores de Física em cursos de licenciatura plena seguindo normativas do Ministério de Educação, possibilitando ao professor condições para o exercício do magistério na rede básica e superior de ensino.

Dessa forma, o currículo dos cursos de licenciatura plena em Física em várias universidades do Brasil, é composto por disciplinas específicas da área científica e tecnológica e disciplinas pedagógicas, ambas de caráter obrigatório. Além disso, existem as disciplinas optativas, que visa complementar o ciclo de estudos do estudante oferecendo disciplinas que tem como objetivo permitir aos mesmos, entre aquelas que são ofertadas em certos períodos, a liberdade de escolha. Mas esse currículo tem atendido a necessidade da escola científica e tecnológica?

As tecnologias da informação e comunicação têm crescido em um ritmo acelerado nos últimos anos. Como impacto direto dessa mudança é possível apontar a velocidade no qual as informações são transportadas, não existindo mais a distância física na disseminação de conhecimentos. Diante disso, várias universidades têm reformulado seus currículos na tentativa de adequá-los as novas necessidades da sociedade atual e a formação do professor de Física na atualidade têm sido alvo de pesquisas que discutem a adequação do currículo atual da formação do professor à necessidade da escola.

A seguir abordar-se-á a importância da formação inicial do professor de Física no contexto científico e tecnológico atual nos centros acadêmicos e na escola básica a luz de várias pesquisas já consolidadas que elucidam uma realidade que não é muito distante dos diversos centros e escolas espalhados pelo Brasil.

1.2. A formação do professor de Física

Nos últimos anos tem crescido o número de pesquisas relacionadas à formação docente. Boa parte delas tem se dedicado a formação inicial do

professor. No campo das ciências exatas não é diferente. A necessidade do mundo moderno tem colocado em xeque a qualidade da formação do professor. O que fazer então diante de tanta exigência para garantir uma boa formação docente?

Pesquisadores como Nardi (2004); Carvalho *et al* (2010); Pozo e Crespo (2009); Carvalho e Gil-Pérez (2011); Carvalho *et al* (2013), têm investigado a formação e práticas de professores de Física, no sentido de compreender como acontecem as aulas ministradas por professores no contexto científico e tecnológico nas escolas da rede básica de ensino.

Atualmente os currículos de formação dos professores da rede básica e superior de ensino seguem orientações dos órgãos reguladores como o Ministério da Educação (MEC), através do Conselho Nacional de Educação (CNE). Segundo a Lei de Diretrizes e Base da Educação Nacional (LDB/1996) essa formação em nível superior de professores da rede básica é de competência dos órgãos superiores de ensino como universidades e faculdades, inclusive a proposta pedagógica do curso e a manutenção do mesmo.

Mas, será que a proposta pedagógica está adequada a necessidade de uma escola onde aparatos tecnológicos faz parte do cotidiano dos estudantes? Responder essa pergunta não é uma tarefa tão fácil, devido à quantidade de instituições existentes. Mas, há uma pista que pode levar a resposta dessa pergunta. E essa pista é o currículo inicial da formação docente.

Os currículos dos cursos de graduação em Física no Brasil seguem de forma diferenciada para os profissionais que se pretende formar. Aqueles que almejam a pesquisa em áreas específicas realizam o curso de bacharelado que geralmente tem duração de quatro anos e visa formar físicos aptos a resolver problemas no campo da pesquisa científica e tecnológica aplicando conhecimentos específicos da disciplina.

Para quem almeja ensinar, o currículo também é diferenciado. Disciplinas pedagógicas são obrigatórias e necessárias para que o estudante adquira o título de licenciado em Física, podendo o mesmo realizar pesquisas em áreas específicas como no bacharelado e também investigar metodologias e práticas que ajudam no aprendizado de conceitos.

A grande questão é saber se esse currículo tem dado conta das mudanças que estão ocorrendo na escola. Mudanças que ocorrem em velocidades cada vez maiores, com a introdução de tecnologias que já estão sendo utilizadas como ferramenta metodológica no ensino de Física.

Nardir (2004. p.38, grifo nosso), afirma que: “[...] Por tradição, o ensino de Física no Brasil tem sido excessivamente **descritivo, algumas vezes demonstrativo e raras às vezes ativo** [...]”. Isso significa dizer que o currículo em Física ainda é fundamentado em um modelo paradigmático que forma profissionais, que podem não está inseridos, em uma formação que contemple a compreensão da natureza.

Hoje, a escola da rede básica de ensino está imersa num paradigma científico e tecnológico. Não são poucas aquelas que possuem instrumentos modernos com a mais alta tecnologia nas mãos de estudantes. Mas, a grande dificuldade do professor tem sido acompanhar essa mudança uma vez que vem acontecendo rapidamente e muitas vezes às condições do professor em acompanhá-las não é oferecida, seja pelo tempo disponível para atualização, seja pelas próprias condições de trabalho ou por ainda os currículos de formação inicial não terem sido atualizados de acordo com as necessidades atuais.

Para esse problema, existem duas situações que podem amenizá-lo. Uma delas é a inserção de disciplinas no currículo inicial, que contribuam para melhorar a formação do futuro professor. Essas disciplinas além de serem inseridas no espaço de formação do licenciando deve provocar nele discussões que atente para a prática pedagógica utilizando tecnologia como ferramenta metodológica.

Um exemplo do que foi mencionado anteriormente é o currículo do curso de Licenciatura Plena em Física da Universidade Federal Rural de Pernambuco na modalidade educação à distância, que integra no seu currículo disciplinas de tecnologia educacional, entre elas robótica. As disciplinas oferecidas são de caráter optativo, ofertadas em alguns semestres conforme figura:



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO

DATA: 7/1/2011

Curso: LICENCIATURA EM FÍSICA - UEDT

Perfil: LPF00A-1

Relatório Perfil Curricular

SEM PERIODIZAÇÃO					
COMPONENTE CURRICULAR	TIPO	CH TEÓRICA	CH PRÁTICA	CH TOTAL	CRÉDITOS
NEAD9114- A FÍSICA DOS MANIPULADORES E DOS ROBÔS MÓVEIS	OPTATIVO	60	0	60	4.0
EDUC9001- APRENDIZAGEM MEDIADA POR COMPUTADOR	OPTATIVO	30	15	45	3.0
NEAD9276- COMUNICAÇÃO APLICADA À EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA	OPTATIVO	60	0	60	4.0
NEAD9115- ELETRÔNICA DOS SENSORES E ATUADORES UTILIZADOS EM ROBÓTICA	OPTATIVO	60	0	60	4.0
EDUC9007- INFORMÁTICA EDUCATIVA	OPTATIVO	30	15	45	3.0
NEAD9109- INTRODUÇÃO À ASTRONOMIA	OPTATIVO	60	0	60	4.0
NEAD9111- INTRODUÇÃO À COSMOLOGIA	OPTATIVO	60	0	60	4.0
NEAD9112- INTRODUÇÃO À ROBÓTICA	OPTATIVO	60	0	60	4.0
NEAD9010- MATEMÁTICA BÁSICA II	OPTATIVO	60	0	60	4.0
NEAD9258- MATEMÁTICA II	OPTATIVO	60	0	60	4.0
NEAD9108- NOÇÕES DE MECÂNICA CELESTE	OPTATIVO	60	0	60	4.0
CIEN9002- PESQUISA I	OPTATIVO	30	0	30	2.0
NEAD9113- ROBÓTICA EDUCACIONAL	OPTATIVO	60	0	60	4.0
NEAD9110- TÓPICOS DE FORMAÇÃO ESTELAR	OPTATIVO	60	0	60	4.0

Figura 1. Disciplinas optativas do curso de Licenciatura em Física EADTEC da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

Fonte: http://ww2.ead.ufrpe.br/enem/grades/matriz_Licenciatura_Fisica.pdf.

Mesmo não sendo obrigatório, o curso oferece em alguns semestres como componentes optativos, disciplinas de Eletrônica dos Sensores e Atuadores Utilizados em Robótica, Introdução à Robótica e Robótica Educacional. Tais disciplinas visam instrumentalizar o futuro professor na discussão da inserção da robótica nas aulas de Física de escolas públicas e particulares como ferramenta didática na aprendizagem dessa ciência.

Outra possível solução a ser considerada nessa discussão é a formação continuada daqueles que já estão na sala de aula. Essa formação deve ser oferecida pelos órgãos dirigentes do sistema de ensino como Secretaria de Educação Estadual e Ministério da Educação na promoção de programas que contemplem a formação continuada do professor, através de cursos de

aperfeiçoamento, especialização e mestrado profissional para os professores em exercício na rede de ensino.

Assim, os professores da rede básica de ensino acompanhando as mudanças da escola, poderão tornar suas aulas mais atrativas em espaços permanentes de aprendizagem que é a sala de aula, utilizando a robótica educacional como um potencial instrumento na aprendizagem de conceitos da Física. Mas, para que haja aprendizagem entre os estudantes, deve-se levar em conta de que forma o professor consegue alinhar o conhecimento teórico de conceitos com a prática pedagógica estabelecida na sala de aula como será visto adiante.

1.3. Prática docente do professor de Física

A prática docente do professor de Física na rede pública tem sido citada como tema de discussão em vários trabalhos acadêmicos. Paz (2014) aponta que uma boa formação pode contribuir para a melhoria na qualidade da aula do professor. Mas, é apenas um dos fatores no processo.

Schön (2000) chama atenção para a epistemologia da prática do professor como fator importante na sua conduta. O professor precisa fazer novas construções, produzindo e colocando em prática novas estratégias de construção, novas forma de resolver problemas, não se limitando apenas ao conhecimento construído na universidade, mas incorporando na prática as necessidades reais da sociedade.

Esse modelo paradigmático construído na universidade é chamado de racionalidade técnica e pode ser caracterizado por considerar o professor um especialista em sua área específica pronto para resolver determinados problemas da prática a partir de uma aplicação rigorosas de teorias. O mesmo tem posto o professor frente a frente com situações diferentes daquelas que constituíram sua formação inicial que pode ser chamado de desafios da escola moderna, num esforço para romper um paradigma tradicional da formação docente.

Além da epistemologia do professor de Física, fatores próprios de um sistema educacional não tem ajudado o professor a desenvolver bem sua prática. Muitas vezes faltam condições mínimas necessárias nas universidades para a formação de novos professores como laboratórios de práticas e instrumentalização atualizados. Nas escolas muitas vezes o ensino tem se tornado apenas livro aberto que tem desmotivado o profissional docente no exercício da profissão. Não é o objetivo nesse trabalho discutir essas situações, mas apenas mostrar que fatores como esses distanciam estudantes e professores no processo de ensino aprendizagem.

Os documentos oficiais como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), apontam que tipo de visão da Física deve emergir da escola. Entres o documento cita:

“[...] Trata-se de construir uma visão da Física que esteja voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para **compreender, intervir e participar na realidade** [...]” (Brasil, 2002, p.1, grifo nosso).

Nessa perspectiva a responsabilidade do professor na formação do aluno é grande, pois é atribuída a ele a função de formar um ser crítico, consciente de suas responsabilidades sociais, com um saber mínimo para atuar em sociedade.

Logo, a prática do professor de Física mediante tanta exigência deve ser reflexiva oferecendo momentos de repensar as estratégias adotadas no sentido de resignificar a sua epistemologia para dar conta das reais necessidades da escola que por vezes não são contempladas em um currículo mínimo de formação normatizado pelo MEC.

As Diretrizes Curriculares para os Cursos de Física – DCCF definem bem o papel do professor afirmando que o mesmo, independente de sua área de formação, deve ser capaz de tratar problemas tradicionais e novos, explorar a tecnologia, e de manter sempre uma atitude investigativa (BRASIL, 2001).

Para dar conta de toda essa responsabilidade, o professor precisa estar bem formado. E formar bem inclui dar condições mínimas necessárias para que o profissional docente possa agir de forma crítica nesse mundo científico e

tecnológico. Mas, Infelizmente em algumas instituições sejam elas públicas ou particulares de ensino, faltam essas condições e conseqüentemente, professores têm assumido responsabilidades sem haver condições para que haja um mínimo de aprendizagem. Muitas vezes, faltam professores nas séries iniciais dos estudantes da rede básica, laboratórios atualizados e principalmente formações que contemplem as necessidades atuais da sala de aula.

Dessa forma, o ensino de Física tem ficado comprometido e desatualizado nas escolas. E estudantes têm ficado apenas no campo da repetição de conceitos sem, no entanto, relacioná-los com situações cotidianas de suas vidas através da resolução de problemas (POZO, 2009).

Na tentativa de amenizar um pouco essa realidade algumas escolas tem incorporado em suas atividades didáticas a utilização de instrumentos tecnológicos entre eles a robótica educacional um meio de ressignificar os conteúdos do planejamento didático. No entanto, essa proposta não está incorporada no planejamento da disciplina de Física em virtudes de vários problemas que podem ser enumerados. Entre eles:

- a) A carga horária da disciplina ser insuficiente para a inserção da robótica educacional em atividades práticas de laboratório nas escolas públicas e particulares;
- b) A indisponibilidade de locais adequados para a realização das atividades. Às vezes existem os materiais, mas não há espaços para o desenvolvimento de atividades em grupos de forma a propiciar uma maior integração dos mesmos;
- c) A formação do professor às vezes é insuficiente para trabalhar com tecnologias educacionais em sala de aula.

Outro fator importante na prática docente são os paradigmas que norteiam a prática do professor de Física. Durante bastante tempo a ciência estava alicerçada nas bases filosóficas de um paradigma conservador, que tinha como base fundamental o pensamento newtoniano-cartesiano (BEHRENS, 2005). Tal pensamento conduziu o homem a uma visão reducionista de ciência, linearizada pelas suas convicções de mundo e de compreensão de universo.

De fato, o pensamento newtoniano-cartesiano, fundamentou diversas crenças e concepções na educação, não só na Física, mas, em outras disciplinas

de ciências exatas e da Terra. Dessa forma na educação, a prática pedagógica do professor restringia-se a apenas a reprodução de conhecimentos.

Assim, formas de comportamentos e de ações orientadas por esse pensamento sobre a natureza e compreensão de universo, aos poucos deram origem a abordagens pedagógicas reprodutivistas que foram denominadas de paradigma tradicional, paradigma escolanovista e paradigma tecnicista (BEHRENS, 2005).

O paradigma tradicional é caracterizado pela fragmentação do conhecimento e a supervalorização da visão racional em detrimento da emoção. A ciência é vista como a única forma de explicar fenômenos naturais e a racionalidade científica tem primazia sobre qualquer relação social. Na educação, sua influência tornou-se evidente quando aconteceu a divisão do conhecimento por áreas, cursos e disciplinas, havendo necessidade de criar departamentos por áreas de investigação.

O aluno tornou-se receptor de informações e suas crenças e valores não foram considerados durante o processo de formação na escola. Apenas memoriza e reproduz conteúdo que por vezes não tem significado algum para ele. Essa forma mecanicista de pensamento, por vezes permeia a formação inicial do professor, e o mesmo reproduz em sua prática pedagógica, as evidências de um modelo tradicional de ensino.

Esse paradigma tem aos poucos perdendo espaço para novas ideias que congregam caminhos alternativos de compreensão de ciência e tecnologia, que é a complexidade e a visão holística da ciência. Esse caminho alternativo tem sido bastante difundido no campo das pesquisas em educação como uma forma de repensar a escola atual diante de necessidades do mundo contemporâneo que tenta restabelecer relações entre os sujeitos bem como suas atitudes.

No paradigma escolanovista um novo modelo de escola foi proposto com a intenção de valorizar o aluno enquanto ser social. Suas características marcantes no Brasil tomaram impulso com a Escola Nova na década de 20 orientada por comportamentos onde as crianças passaram a ser o centro das atenções nas

relações de aprendizagem, além da disciplina do corpo e do gesto, o caráter científico da escolarização e os saberes e fazeres sociais (VIDAL, 2003).

Essa nova forma de ver o mundo da educação foi impulsionada por um período de mudança nas práticas e nas relações sociais da Europa e América o que contribuiu para as manifestações de professores em apoio ao novo movimento. Tinha como finalidade não só a substituição de um paradigma em ascensão, mas também inserir a partir de práticas educativas novas formas de ver o mundo onde a escola está situada.

O tecnicismo, também foi outra corrente muito forte no Brasil no período em que a economia crescia com os grandes conglomerados do mercado. As indústrias necessitavam de mão de obra que muitas vezes não dispunham. Assim surge a necessidade de formar mão de obra especializada para atender o mercado industrial que crescia fortemente e como consequência dessa mudança, a educação passou privilegiar a formação de técnicos.

Essa formação levava em consideração a capacidade de instruir mecanicamente pessoas através de processos memorísticos controlados pelos professores. Esses processos fizeram parte de uma educação em que o docente era apenas um instrutor e profundo conhecedor de manuais técnicos que supervalorizavam a tecnologia.

Esse modelo educacional não durou muito devido a fragilidades que apresentara na organização pedagógica, bem como pela falta de valorização do professor. Entre essas fragilidades estão à centralização do conhecimento apenas no docente que até então era um instrutor de procedimentos, os conteúdos eram pré-determinados cabendo apenas ao professor através de técnicas behaviorista, garantir que o aluno memorizasse informações através de métodos programados. A avaliação consistia apenas em verificar se o estudante tinha memorizado o conteúdo através de repetições de exercícios e atividades instrucionais.

Hoje, ainda percebe-se a influência na prática dos professores desses paradigmas supracitados na organização do próprio ensino. As escolas têm buscado alternativas dentro de outros paradigmas para sanar suas dificuldades e outros tem surgido como alternativas, entre eles o da complexidade.

Mesmo com novos paradigmas, a ciência e a tecnologia são dois conceitos que praticamente se misturam e fica difícil saber os limites que uma começa e a outra termina. Assim práticas orientadas que surgem atualmente têm o desafio de disseminar as ideias de ciência e tecnologia necessárias para a compreensão de mundo do aluno, sem perder de vista o rigor científico e tecnológico. Entre essas técnicas estão à utilização de ferramentas tecnológicas em sala de aula a exemplo da robótica educacional.

No próximo capítulo serão apresentadas as principais implicações pedagógicas quando é utilizada a robótica educacional como estratégia na aprendizagem de conceitos, bem como as principais pesquisas realizadas que fundamentam sua utilização na escola. Será apresentado um breve histórico do surgimento da robótica educacional e a teoria que dá suporte a sua utilização com meio de aprendizagem de conceitos da Física.

CAPÍTULO 2 : ROBÓTICA EDUCACIONAL E SUAS IMPLICAÇÕES PEDAGÓGICAS NA APRENDIZAGEM DA FÍSICA

*“Ciência e tecnologia revolucionam nossas vidas,
mas a memória, a tradição e o mito moldam
nossas respostas”.*

(Arthur Schlesinger)

Esse capítulo tem como propósito apresentar o contexto histórico no qual a robótica educacional foi introduzida como ferramenta metodológica nas escolas da rede básica de ensino partindo de uma breve contextualização histórica com a linguagem de programação LOGO, apresentando os kits de robótica LEGO e a plataforma de prototipagem arduino e fazendo em seguida um diálogo com as teorias pedagógicas que dão suporte a robótica educacional, culminando com a prática no ensino de Física mediada por essa tecnologia educacional.

2.1. Breve contexto histórico da robótica educacional e a linguagem LOGO

Para Curcio (2008) a robótica é a área que se preocupa com o desenvolvimento de robôs. Por ser uma área multidisciplinar e em constante evolução, busca o desenvolvimento e a integração de técnicas e algoritmos para a criação de robôs. Pio (2006) define robótica como:

“A ligação inteligente entre **a percepção e a ação**. Trabalhar em robótica significa **estudar, projetar e implementar sistemas** ou dispositivos que, com a utilização de percepção e de certo grau de inteligência, sejam úteis na **realização de uma determinada tarefa**, pré-definida ou não, que envolva interação física entre o sistema (ou dispositivo) e meio onde a tarefa está sendo realizada”. (PIO, 2006. p.8. grifo nosso)

A robótica tem se destacado nos últimos anos como uma área da tecnologia que vem contribuindo potencialmente para a melhoria da qualidade vida das pessoas. Não são poucos os artefatos tecnológicos robóticos que estão

inseridos em nosso cotidiano e que muitas vezes utilizamos sem dar conta dos conhecimentos científicos e tecnológicos que foram utilizados.

O termo robótica foi popularizado por Isaac Asimov em 1950, em seu livro intitulado “*I, Robot*”, ou seja, “Eu Robô” (MARTINS, 2006). No contexto histórico social da época após a segunda guerra mundial, vários países na tentativa de superar as dificuldades sofridas, tentaram através de políticas voltadas para o desenvolvimento científico e tecnológico melhorar a economia e a educação científica. Entre eles o Japão sai na frente nessa corrida, investindo fortemente na educação, na ciência e na tecnologia.

Dai em diante a robótica passou a fazer parte da vida da população em indústrias, em centros de pesquisas como meio tecnológico para acelerar a produção. Na pesquisa aeroespacial não são poucos os artefatos robóticos utilizados com fins científicos para explorar o universo com a produção de telescópios e robôs não tripulados.

Na figura abaixo é mostrado um centro de pesquisa localizado na cidade de Itacuruba no sertão do estado de Pernambuco – Brasil, que utiliza um telescópio robótico para monitorar asteroides em possíveis rotas de colisões com a Terra.



Figura 2 - Telescópio robótico na cidade de Itacuruba em Pernambuco (Brasil)
Fonte: <http://ceaal-al.blogspot.com.br/2012/03/expedicao-cientifica-itacuruba-pe.html> acessado em 12 de novembro de 2015.

Na educação, a robótica educacional teve sua ascensão há quatro décadas a partir das pesquisas realizadas pelo matemático Seymour Papert (CURCIO, 2008). Durante anos Papert investigou de que forma o uso de computadores, que por sinal eram muito limitados na época, poderiam contribuir para o aprendizado de crianças.

Em 1967 após diversas pesquisas, ele compõe a base de um processo que chamou de construcionismo, uma nova ideia para descrever o processo que leva o estudante a aprender, utilizando alguma ferramenta tecnológica. Utilizou-se do construtivismo cognitivo de Jean Piaget para fundamentar o processo de construção do conhecimento a partir das ferramentas tecnológicas. O construcionismo recebeu no campo da tecnologia um sistema de códigos voltados a comunicação com os modelos computacionais (linguagem LOGO), que oferecia de forma simples o fazer.

Uma das primeiras linguagens voltadas para a área da educação foi o LOGO. Essa linguagem caracteriza-se por ser interpretada em vez de compilada, sendo cada linha lida pelo interpretador que a executa. A mesma é bastante interativa e de fácil compreensão dos comandos a serem digitados pelo usuário na tentativa de responder um problema proposto.

Inicialmente foi criada para auxiliar a aprendizagem de crianças, através do imagético da tartaruga. Assim o LOGO funcionou como ferramenta metodológica durante vários anos e tem se constituída ainda como, o pontapé inicial para quem ingressa na programação voltada para a educação e também como base para outras linguagens.

O KTurtle por exemplo é uma interface gráfica livre, criada a partir do LOGO para auxiliar no aprendizado de lógica. Ao clicar no ícone do programa, será aberta uma tela inicial conforme figura abaixo, composta de ferramentas. A esquerda da tela, o usuário digita os comandos que a tartaruga deve executar. No centro da tela aparece a tartaruga, e na barra de ferramentas têm-se outras opções de comando como: abrir arquivo, editar, salvar entre outros. Além disso, a opção executar que põe a tartaruga para realizar o movimento na tela.

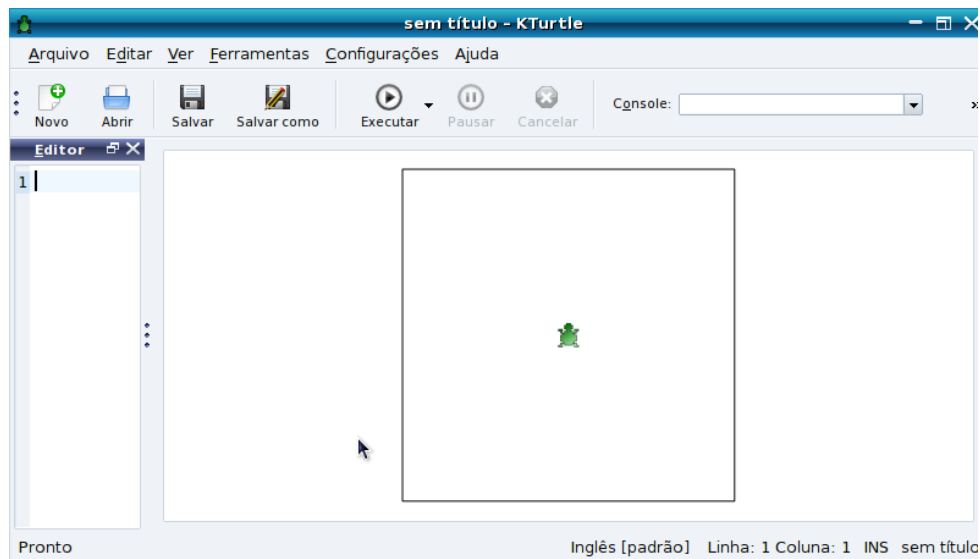


Figura 3 - Tela inicial do Kturtle-interface gráfica construída a partir do LOGO
 Fonte: <http://softwaremrr.blogspot.com.br/2012/05/kturtle-software-de-programacao.html>,
 acessado em 10 de junho de 2016.

LOGO é uma linguagem de programação que permite ao usuário, através de comandos primitivos, executar ações simples. Por ser uma linguagem gráfica, há interatividade durante a construção do programa entre o usuário e o programa através de uma tartaruga que fica na posição do cursor esperando a ordem do usuário. Os comandos do LOGO, são bastante simples e por ser observado em tempo real na tela, através do movimento da tartaruga, permite correção rápida caso seja necessário. No quadro abaixo estão os principais comandos necessários para quem deseja criar nesse ambiente gráfico:

Quadro 2 - Comandos básicos do Logo.

pf - para frente <número>	desloca a tartaruga para frente um determinado número de passos.
pt - para trás <número>	desloca a tartaruga para trás um determinado número de passos.
pd- para direita <número>	gira a tartaruga à direita um determinado ângulo.
pe- para esquerda <número>	gira a tartaruga à esquerda um determinado ângulo.
repita <número> <lista de instruções>	repete a lista de instruções um determinado número de vezes.

Do ponto de vista computacional, o usuário ao escrever os comandos, está na realidade criando instruções lógicas de movimento. Essas instruções lógicas podem ser chamadas de algoritmos. Matematicamente define-se algoritmo como um conjunto de instruções lógicas com o objetivo de resolver determinado problema.

Assim essas instruções lógicas e procedimentais constituem um paradigma que na computação é conhecido como paradigma procedural. Nesse paradigma, os procedimentos, as rotinas e as sub-rotinas levam a resolução do problema desejado.

Na figura abaixo, é apresentada a construção de rotinas que constituem um quadrado utilizando os comandos `pf` (para frente) e `pd` (para a direita), que por meio da ideia de construção, ponto a ponto, descreve-se os procedimentos que definem a forma quadrada.

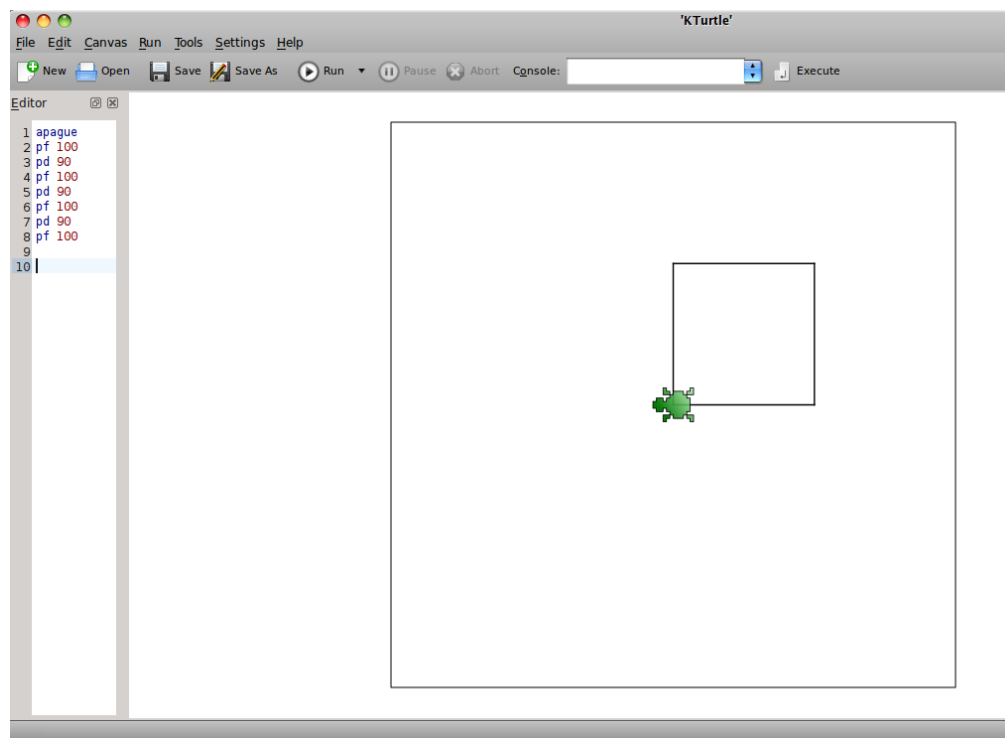


Figura 4 - Formação de um quadrado na linguagem LOGO com o KTurtle.
Fonte: <http://informaticageo.files.wordpress.com/2011/05/screenshot-1.png>.
Acessado em 10 de junho de 2016

Com a popularização da robótica nos ambientes escolares, o LOGO passou a ser apenas uma das ferramentas pedagógicas no auxílio a aprendizagem, o que não deveria, visto que a mesma traz consigo importantes processos mentais

de desenvolvimento do raciocínio lógico, ao contrário de outras ferramentas de caráter apenas instrucionista.

Assim o uso da ferramenta tecnológica no contexto escolar implica na compreensão sobre quais as teorias que dão suporte a mesma, para que as estratégias de ensino possam se consolidar. A seguir serão discutidas as bases teóricas que fundamentam a aprendizagem mediada pelo uso de tecnologias educacionais, com ênfase na robótica educacional.

2.2. Teorias pedagógicas que suportam a robótica educacional.

Ao apresentar uma nova metodologia de ensino e aprendizagem com a utilização de ferramentas tecnológicas, se faz necessário a compreensão pelo professor das teorias que dão suporte a sua utilização da mesma no espaço escolar. Assim não basta só utilizar a tecnologia existente, mas é importante entender de que forma a aprendizagem acontece no interior da sala de aula.

Dessa forma, compreender bem o processo teórico metodológico, contribui para que o professor possa olhar para o artefato científico e tecnológico como um meio que pode potencializar a aprendizagem, abrindo caminhos para a interdisciplinaridade.

Inicialmente o trabalho com robótica educacional é colaborativo e exige pequenos grupos em sua organização (MIRANDA, 2006). Assim, a rede colaborativa estabelecida, tem a função de dar autonomia nas decisões de grupos e abrir espaços para a comunicação visando à resolução do problema proposto. Mas, para que isso ocorra é preciso que o professor seja capaz de entender como os estudantes aprendem. Assim se faz necessário a compreensão de teorias que estão relacionadas diretamente com o aprendizado dos estudantes.

2.2.1. Construtivismo de Jean Piaget e Vygotsky

O construtivismo de Jean Piaget é uma teoria cognitiva com ênfase no desenvolvimento a partir da interação do sujeito com o objeto. De uma forma geral, a aprendizagem para Piaget, acontece à medida que o aprendiz interage como sujeito que busca construir conhecimento, a partir do contato com sua fonte de

conhecimento, o objeto (MORELATO, 2010). Piaget descobriu que as crianças não são simplesmente absorvedoras passivas de experiências e informações, mas construtoras ativas de teorias.

Elas estão o tempo todo recriando suas formas de entender o mundo a partir das relações estabelecidas com ele. Mas, para que estas relações aconteçam, processos de organização interna e adaptação são necessários e isso ocorre na interação de processos denominados por Piaget de assimilação e acomodação.

Os esquemas de assimilação se modificam de acordo com os estágios de desenvolvimento do indivíduo e consistem na tentativa destes em solucionar situações a partir de suas estruturas cognitivas e conhecimentos anteriores. Ao entrar em contato com a novidade, retiram dele informações consideradas relevantes e, a partir daí, há uma modificação na estrutura mental antiga para dominar o novo objeto de conhecimento, gerando o que Piaget denomina acomodação.

Para Morato (2006, p.81) “A teoria de Piaget valoriza as noções de atividade do sujeito em suas relações com o meio de conhecimento, de conflito cognitivo, de compreensão de erros e defasagens como hipóteses ou momentos construtivos da aquisição de conhecimentos”.

O construtivismo defendido por Piaget se opunha fortemente a outras tendências epistemológicas como o instrucionismo. Não acreditava que a partir do comportamento repetitivo haveria de fato aprendizagem. Essa oposição torna-se mais forte a partir da teoria sócio-construtivista de Vygotsky.

Por ser um psicólogo experimental, Vygotsky defendeu a teoria sócio-construtivista. Para ele, o homem é um ser social e historicamente definido pelo meio em que vive. Em sua teoria o ser humano possui dois níveis de desenvolvimento, um chamado de real e outro de potencial. O primeiro faz menção, a capacidade do indivíduo em resolver problemas simples, do dia a dia a partir de comportamentos aprendidos no seu contexto histórico social. O segundo refere-se ao comportamento não apreendido ainda, não internalizado, mas que pode ser

desenvolvido ao longo da vida do indivíduo mediante processos de socialização com o meio.

Logo o desenvolvimento potencial é dinâmico, podendo o indivíduo construí-lo ao longo de sua vida. A distância entre a zona de desenvolvimento real e potencial é conhecida como proximal, ou seja, é a zona que tem como referência a de desenvolvimento real, já que a potencial está sempre em construção. Portanto, toda a vida do indivíduo é mediada pelos elementos sociais (conhecidos também como elementos simbólicos) frutos da interação do indivíduo como o meio que o cerca.

Os elementos sociais citados anteriormente são aqueles que segundo Vygotsky pode ser divididos em instrumentos e os signos, sendo que o primeiro corresponde a um objeto social e mediador da relação entre o indivíduo e o mundo, ou seja, a capacidade de criar instrumentos para determinados fins, e guardá-los para o futuro podendo ser transmitido a sua função e metodologia de construção para outros membros do grupo social. Já os signos, correspondem a instrumentos da atividade psicológica, com papel semelhante ao dos instrumentos no trabalho, ou seja, auxiliam a nossa mente a tornar-se mais sofisticada, possibilitando um comportamento mais controlado.

A robótica educacional pode ser considerada um instrumento de mediação pedagógica, uma vez que a mesma potencializa a compreensão de conceitos da Física inserindo-se no meio social como uma ponte entre o estudante, o aprendizado e o mundo que o cerca. Além disso, outra teoria que está inserida no contexto da robótica educacional é o construcionismo de Papert criada a partir da teoria de Jean Piaget conforme será vista mais adiante.

2.2.2. Construcionismo de Seymour Papert e seus colaboradores

O Construcionismo é uma teoria que pode ajudar estudantes a superar lacunas e dificuldades na aprendizagem mediadas pela utilização de tecnologia. Está consolidada na teoria do construtivismo Piagetiano. Pode-se dizer que é uma modelagem teórica da teoria construtivista de Piaget (PAPERT, 1986; 1994).

Papert concorda com Piaget quando afirma que as crianças são “seres pensantes” elaboradoras do seu próprio conhecimento, mesmo quando não são ensinadas. Observou na década de sessenta a quantidade incipiente de pesquisas no desenvolvimento cognitivo das crianças o que o motivou a buscar alternativas para criar condições para que mais conhecimento pudesse ser elaborado pelo aluno.

Papert via ambientes convencionais como demasiado estéreis passivos e dominados pelo ensino. Esses ambientes não permitiam que as crianças fossem as construtoras ativas que ele sabia que eram. A partir dessas observações surge a necessidade de criar algo que pudesse melhorar a construção epistemológica dos estudantes, de ajudá-los a desenvolver-se em uma esfera menos determinista e mais focada na aprendizagem forte, que valorizasse as elaborações mentais do sujeito e suas próprias visões de mundo.

O construcionismo incluía tudo que estava associado ao construtivismo de Piaget, mas ia além dele, afirmando que a aprendizagem construtivista acontece especialmente bem, quando as pessoas estão engajadas na construção de um produto, algo externo a elas, como um programa de computador ou um livro.

Para Piaget o ser humano atravessa naturalmente as etapas de desenvolvimento. No entanto para Papert, para que haja aprendizagem é preciso levar em consideração todos os artefatos que estão ao redor dos estudantes, que podem ser manipulados por eles na tentativa de responder suas dúvidas e gerar novas descobertas. Na proposta construcionista de Papert (1986 e 1994) o aluno, usando o computador, visualiza suas elaborações mentais relacionando o concreto e o abstrato por meio de um processo interativo favorecendo a elaboração do conhecimento.

A partir dos trabalhos com o Logo, Papert (1986, p.14), sugeriu a existência de algumas dimensões que servem de base para o construcionismo, conforme quadro a seguir:

Quadro 3 - Dimensões que formam a base do construcionismo.

Dimensão pragmática	Refere-se à sensação que o aprendiz tem de estar aprendendo algo que pode ser utilizado de imediato, e não em um futuro distante. O despertar para o desenvolvimento de algo útil coloca o aprendiz em contato com novos conceitos.
Dimensão sintônica	Ao contrário do aprendizado dissociado, normalmente praticado em salas de aula tradicionais, a construção de projetos contextualizados e em sintonia com o que o aprendiz considera importante, fortalece a relação aprendiz-projeto, aumentando as chances de que o conceito trabalhado seja realmente aprendido.
Dimensão sintática	Diz respeito à possibilidade de o aprendiz facilmente acessar os elementos básicos que compõem o ambiente de aprendizagem, e progredir na manipulação destes elementos de acordo com a sua necessidade e desenvolvimento cognitivo.
Dimensão semântica	Refere-se à importância de o aprendiz manipular elementos que carregam significados que fazem sentido para ele, em vez de formalismos e símbolos. Deste modo, através da manipulação e construção, os aprendizes possam ir descobrindo novos conceitos.
Dimensão social	Aborda a relação da atividade com as relações pessoais e com a cultura do ambiente no qual se encontra. O ideal é criar ambientes de aprendizagem que utilizem materiais valorizados culturalmente. A robótica educacional está inserida nesse meio.

Fonte: Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC Águas de Lindóia, SP – 10 a 14 de Novembro de 2013, disponível: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/trabalhos.htm> (Adaptado)

Para Papert (1986) essas cinco dimensões são necessárias para o trabalho que seja fundamentado no construcionismo. Em robótica essas dimensões podem ser observadas nos processos de formação de equipes, no pensar no problema proposto, nas conjecturas levantadas pelos estudantes, no plano de trabalho necessário para a resolução do problema, e a compreensão da dimensão social de sua atividade.

Miranda, (2006); Castro, (2008); Cúrcio, (2008); Morelato, (2010); Pinto, (2011), apontam em seus trabalhos atividades que foram construídas com a utilização da robótica educacional de forma colaborativa explorando o potencial do estudante em agregar novos conhecimentos, a partir da sua experiência de mundo. Em seus trabalhos trazem experiências exitosas na utilização da robótica educacional em sala de aula tendo como aporte teórico o construtivismo. Entre elas o desenvolvimento de interpessoal entre dos estudantes em projetos supervisionados por professores com a intenção de resolver determinados

problemas do cotidiano escolar, além de um melhor desempenho em disciplinas como a Matemática e a Física. Apontam que as teorias supracitadas podem ajudar a potencializar a aprendizagem de conteúdos de diversas disciplinas em um processo interdisciplinar e de colaboração mútua.

Em diversas escolas públicas e particulares do Brasil a robótica educacional se faz presente no cotidiano da escola. Para minimizar alguns problemas de aprendizagem apresentados por estudantes, a mesma tem sido utilizada como ferramenta metodológica nas aulas de Física. Adiante será apresentado como acontece o ensino de Física, mediados pelo uso da robótica educacional nas escolas da educação básica de ensino.

2.3. A robótica no ensino de Física

As pesquisas em ensino de Física têm crescido bastante nesses últimos vinte anos. Esse crescimento deve-se a problemas apontados por pesquisadores na formação inicial e continuada do professor, na prática docente, nos processos de significados da Física para os estudantes e de políticas públicas, que acabam causando um distanciamento entre a Física e os estudantes no processo de aprendizagem.

A Física de forma geral tornou-se uma disciplina de difícil compreensão devido às distorções que foram feitas ao longo da história do ensino da mesma através de paradigmas que não privilegiaram uma boa formação que permitisse despertar a curiosidade dos alunos a compreenderem conceitos físicos. Tais paradigmas refletem um problema maior, que pode apontar falhas na formação inicial de professores (REZENDE, 2005). Dessa forma o ensino de Física em diversos lugares do Brasil passou a privilegiar a abordagem conteudista em detrimento do ensino proposto por investigação (CARVALHO, 2010).

Um dos fatores que contribuiu de forma significativa para o distanciamento entre um ensino teórico aliado a prática foi à ausência de laboratórios em várias escolas espalhadas pelo Brasil, culminando em uma prática docente conteudista fundamentada no conhecimento teórico do professor e do livro didático.

Pesquisas realizadas nos últimos anos têm mostrado que é possível superar o senso comum pedagógico (DELIZOICOV, 2002), caracterizado pela

prevalência de paradigmas consolidados há anos no ambiente escolar que privilegiam apenas a memorização de conteúdos sem uma ação reflexiva para a resolução de problemas cotidianos.

Entre as práticas inovadoras que visam à superação do senso comum pedagógico estão à utilização da robótica educacional como ferramenta metodológica para a ação concreta no mundo através de um processo colaborativo que vão além dos muros da escola e também, a corresponsabilidade dos partícipes no desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem. Alunos e professores precisam reconhecer em que lugares do processo estão e como podem contribuir para que de fato haja aprendizagem.

No ensino de Física, a robótica tem se tornado um meio importante para a construção de competências necessárias para o estudante do ensino médio. Vários estados do Brasil já a utilizam em suas escolas nas aulas de disciplinas como Física e Matemática. A dimensão que esse processo tem tomado tem levado a publicação de trabalhos entre eles o Schivani, (2013) que mostra os resultados como sendo positivos com essa prática.

Portanto, pensar em manter o ensino tradicional e apenas conteudista sem olhar para as necessidades atuais, não tem sido uma boa alternativa. A modernização está cada vez incorporando novos conhecimentos e, portanto, a sociedade e a escola, não podem ficar alheias às mudanças que vem acontecendo atualmente. A seguir, serão apresentadas as principais plataformas utilizadas em robótica nas escolas.

2.3.1. Kits de robótica LEGO utilizados nas escolas públicas e privadas nas aulas de Física

A robótica educacional tem ocupado nos espaços escolares importante papel como ferramenta educacional nas aulas de diversas escolas públicas e particulares. O estado de Pernambuco em 2012 destacou-se por ser o primeiro a adquirir *kits* da LEGO Zoom em larga escala e utilizá-los em sala de aula.

Inicialmente através uma análise do desempenho dos estudantes no SAEPE (Sistema de Avaliação do Estado de Pernambuco) que tem por objetivo

avaliar o desempenho dos estudantes nas disciplinas de Matemática e Língua Portuguesa e foi observado que os resultados do ano de 2011 foram abaixo da média esperada para o estado de Pernambuco, principalmente em Matemática, o que culminou por parte da Secretaria de Educação a adoção de alternativas para minimizar esses índices através da inclusão da robótica educacional. Em 2012, o governo do estado de Pernambuco fez a entrega de 2.646 kits de robótica para 226 escolas da rede estadual. Isso significa uma média de 12 kits por unidade educacional, contemplando aproximadamente 84 mil alunos. (ACESSORIA DE COMUNICAÇÃO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PERNAMBUCO, 2014).

Os *kits* atualmente presentes nas escolas são da versão LEGO Zoom Mindstorms nxt 2.0, e funcionam utilizando uma linguagem de programação simples em forma de bloco físico de programação o que facilita programar o robô sem a necessidade de uma linguagem mais complexa.

Cada *kit* é composto por um bloco físico de programação para LEGO com as principais funções (fig.5), peças articuladas, rodas, vigas, eixos e engrenagens (fig.6), sensores (fig.7), motores (fig.7), cabos para conexões (fig.7). O cérebro do *kit* é o bloco físico de programação, responsável pelos comandos do robô, ou seja, é a unidade central de processamento do protótipo montado.

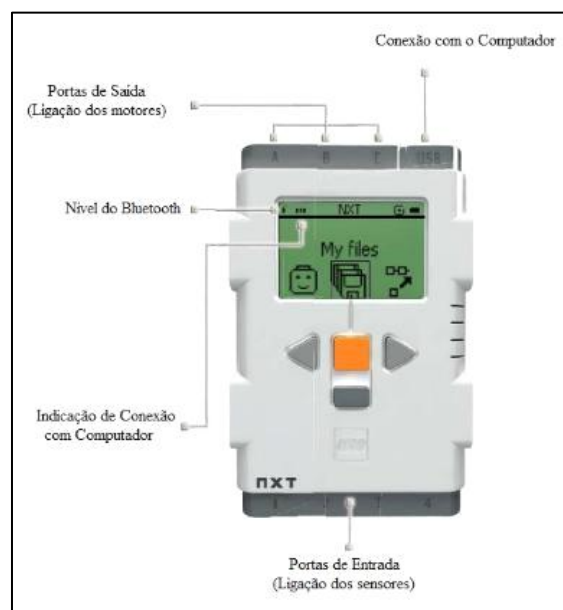


Figura 5 – Bloco físico de programação nxt 2.0.

Fonte: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAf4sAL/estudo-simulacao-construcao-estruturas-roboticas-utilizando-se-lego-mindstorms-8527-nxt?part=3>

Basicamente os blocos disponíveis nas escolas da rede estadual de Pernambuco são 32 bits, composto por entradas para sensores, portas 1,2,3 e 4 e saídas para motores, portas A,B e C, não sendo permutáveis (fig.7).



Figura 6 – Peças articuladas do nxt 2.0

Fonte: <http://ipdl.gatech.edu/seed/images/productImages/LegoMindstorm.jpg>

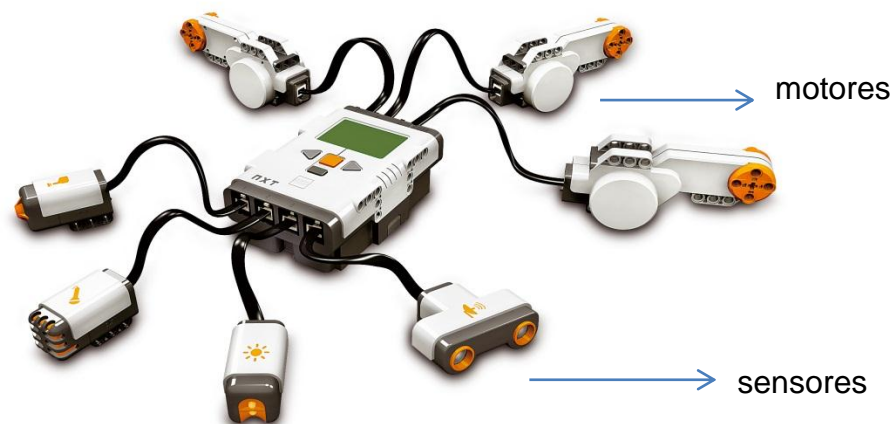


Fig.7 – Motores e sensores conectados ao bloco físico de programação nxt 2.0

Fonte: <http://stuweb.dk/it-data/lego-mainstorm/hvad-er-mindstorms/>

Mas, para que o robô possa executar alguma tarefa é necessário programá-lo. O processo de programação é realizado através de uma interface gráfica fornecido pelo próprio fabricante (fig.8). Ele é composto por vários blocos de funções que serão inseridos na construção do algoritmo. Na figura 8 é apresentada

a interface gráfica do nxt 2.0 que permite a construção do algoritmo a partir do bloco start.

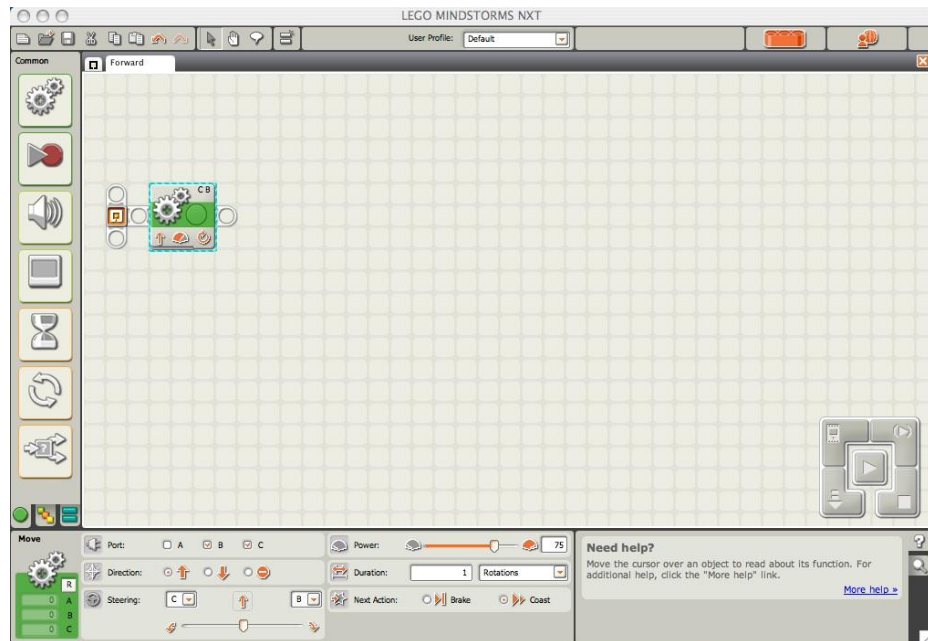


Figura 8. Tela da interface gráfica do nxt 2.0.
Fonte: <http://nebomusic.net/mindstorms.html>

Depois de realizada a programação e a mesma ser descarregada no bloco físico observa-se a ação que o protótipo montado deve executar conforme o planejamento e o algoritmo criado. Na figura 9, é apresentado um robô programado pelo sueco Hans Andersson para resolver problemas de sudoku.

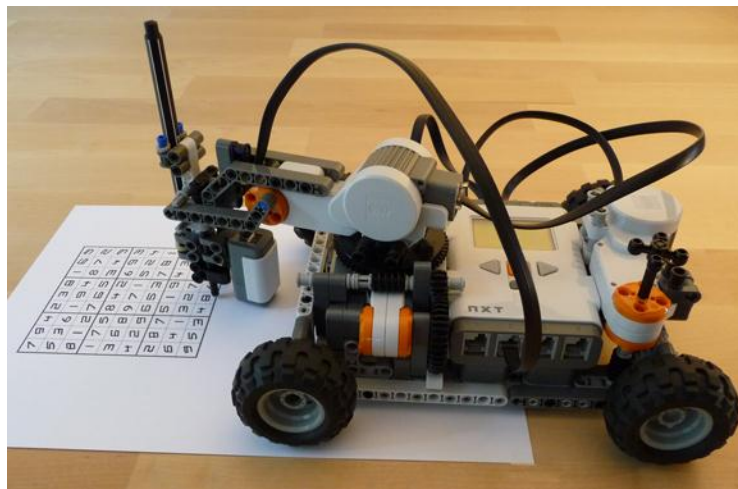


Figura 9. Robô LEGO resolvendo problemas de sudoku.
Fonte: <http://gizmodo.uol.com.br/robo-de-lego-resolve-problemas-de-sudoku>.
Acessado em 21 de março de 2015.

Para Frangou *et al* (2008, tradução livre) a utilização do kit de robótica desenvolvido pela Lego é um recurso interessante para ser utilizado em atividades que necessitam identificar ou testar leis que explicam fenômenos naturais, ou mesmo para fazer levantamentos estatísticos utilizando gráficos e demais informações sobre um experimento.

Os objetivos de realizar atividades com robótica educacional vão mais além da montagem dos robôs. Com a robótica espera-se despertar entre os estudantes o trabalho de cooperação para que haja tomada de decisão, análise dos procedimentos a serem seguidos na montagem dos robôs de acordo com o problema a ser resolvido.

É importante frisar que o problema a que esse trabalho se refere, não é uma mera aplicação de uma lei física ou uma resolução de um exercício qualquer. Mas, a tentativa de resolução de uma situação desafiadora que provoque nos estudantes sentimento de cooperação na elaboração de suas estratégias de resolução (POZO e CRESPO, 2009).

Dessa forma, os resultados dos testes realizados pelos estudantes e a obtenção de dados que permitam o desenvolvimento de cálculos, vão depender da compreensão das leis da Física. Nesse sentido é importante a figura do professor na questão pedagógica, verificando se houve evolução no processo de resolução do problema estimulando os alunos a buscarem sempre respostas.

2.3.2. Robótica com hardware livre como alternativa de baixo custo.

O desenvolvimento de protótipos robóticos na educação foi durante muito tempo bastante elitizado. Isso porque as plataformas utilizadas necessitavam de componentes que por vezes não eram disponibilizados facilmente no mercado.

Com o advento de sistemas operacionais com código aberto, vários pesquisadores motivaram-se a desenvolver programas que pudessem ser utilizados sem haver a compra de uma licença para isso. Boa parte desses programas são educacionais.

Outra área que também acompanhou essas mudanças foi as de *hardware*. Chama-se *hardware* qualquer dispositivo físico capaz de receber instruções e executá-las ou componentes eletrônicos que em conjunto se comunicam. Alguns especificamente necessitam de um *software* para funcionar. Já *software* é qualquer programa que é capaz de executar alguma atividade lógica. O *hardware* livre mais conhecido atualmente em robótica é o Arduino.

Chama-se Arduino uma plataforma de prototipagem de código aberto baseado em uma simples placa com entradas e saídas tanto digitais como analógicas composta por um microcontrolador Atmega328. Possui 14 entradas/saídas, um cristal oscilador de 16MHz, conexão USB, uma entrada para fonte, e um botão de reset.

Na figura abaixo é apresentado o Arduino Uno com o Atmega 2560, bastante utilizado em diversos trabalhos de robótica simples e automação pelo custo acessível, e pela facilidade na aquisição.

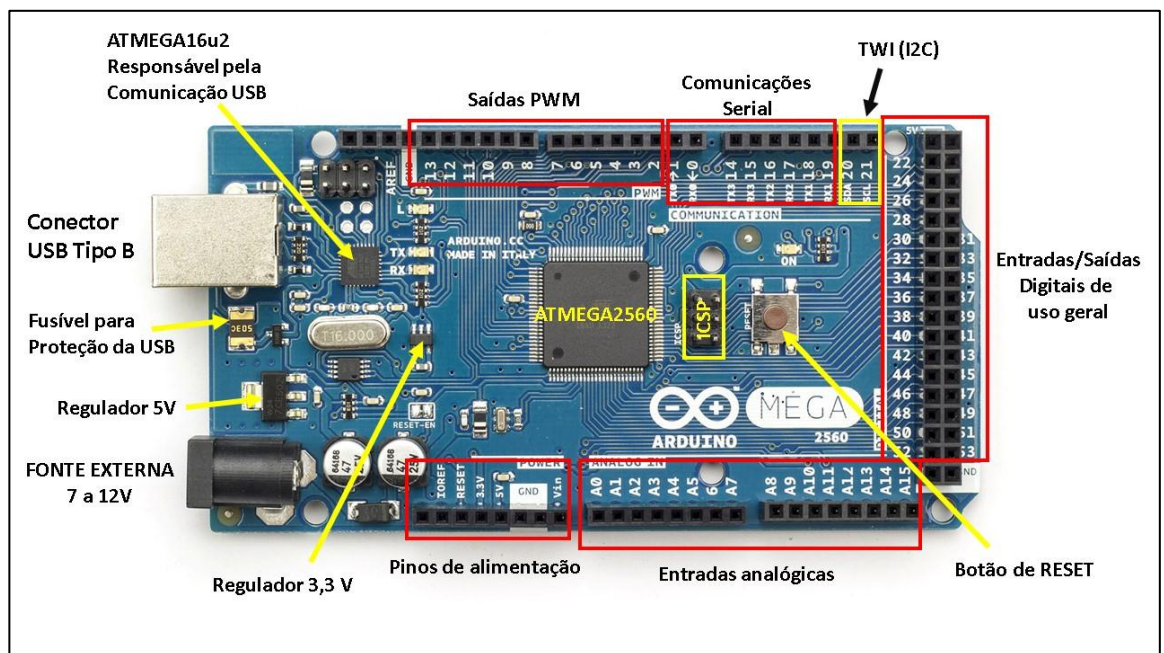


Figura 10 - Placa Arduino com microcontrolador ATMEGA2560.
Fonte: <https://www.embarcados.com.br/arduino-mega-2560/> . Acessado em 21 de março de 2015.

Essa plataforma foi criada em 2005 com objetivo de universalizar, sem perder de vista a qualidade, a criação de projetos de robótica e automação com

código aberto por qualquer pessoa interessada no assunto. Existem hoje diversos tipos de Arduino conforme a necessidade e a complexidade do projeto que se pretende executar.

A mesma permite trabalhar a computação física através de sensores, atuadores, componentes eletromecânicos que recebem instruções prévias de um programa e executa em tempo real uma ou várias ações. Miranda, (2006) e Pinto, (2011) mostraram em seus trabalhos que a robótica educacional com Arduino pode contribuir significativamente para melhorar a aprendizagem dos alunos principalmente em disciplinas que requerem raciocínio lógico – matemático como Matemática e Física.

A IDE (*Integrated Development Environment*) ou ambiente de desenvolvimento integrado que nada mais é do que um programa de computador reúne características e ferramentas de apoio no desenvolvimento de programas, é apresentada a tela inicial da IDE (fig.11). Ela é composta basicamente da barra de ferramenta com os menus e área de programação nela são criados programas que serão compilados para verificação se existe erro no algoritmo e em seguida descarregado para o microcontrolador que deverá executar as funções definidas no projeto.

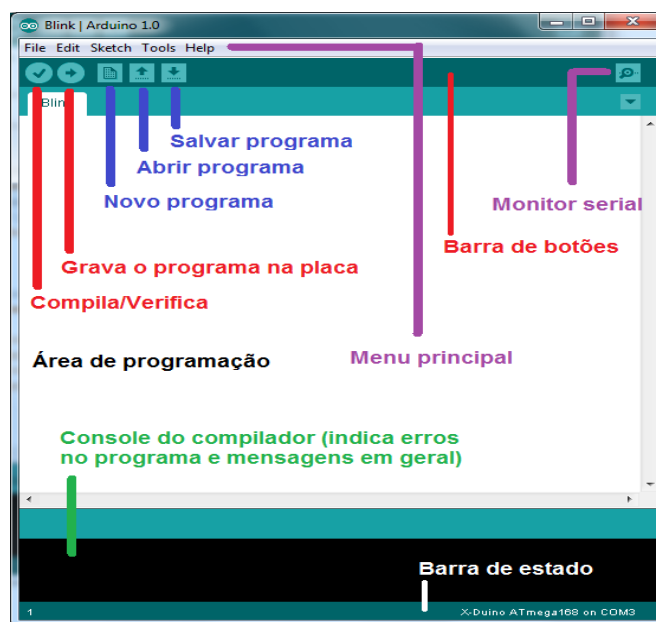


Figura 11- IDE - Ambiente de desenvolvimento de programas.

Fonte: http://www.robotizando.com.br/pt-br/wp-content/uploads/2016/02/arduino_environment.png?28bfcc . Acessado em 15 de março de 2016.

O programa do usuário é construído com comandos específicos, que basicamente utiliza como código fonte a linguagem C e C++ (combinação das duas linguagens). Após a construção do programa é preciso verificar se o algoritmo criado atende as necessidades contempladas na resolução do problema, ou seja, o programa deve ser compilado. Depois de verificado que o programa está correto, o mesmo é enviado via porta usb do computador para o microcontrolador que executará as funções requeridas pelo projeto.

O Arduino por ser uma plataforma de prototipagem livre, de código aberto permite a criação de diversos protótipos dos mais simples aos mais complexos. Por isso em si é hoje muito utilizada nos ambientes escolares por professores que buscam ir além dos limites da robótica LEGO.

Na figura abaixo é apresentado um robô construído com o objetivo de seguir uma linha. O mesmo utiliza sensores que o mantem na linha chamados de infravermelho. Após construído o robô e descarregado o programa, o mesmo deve percorrer a trajetória definida no projeto.

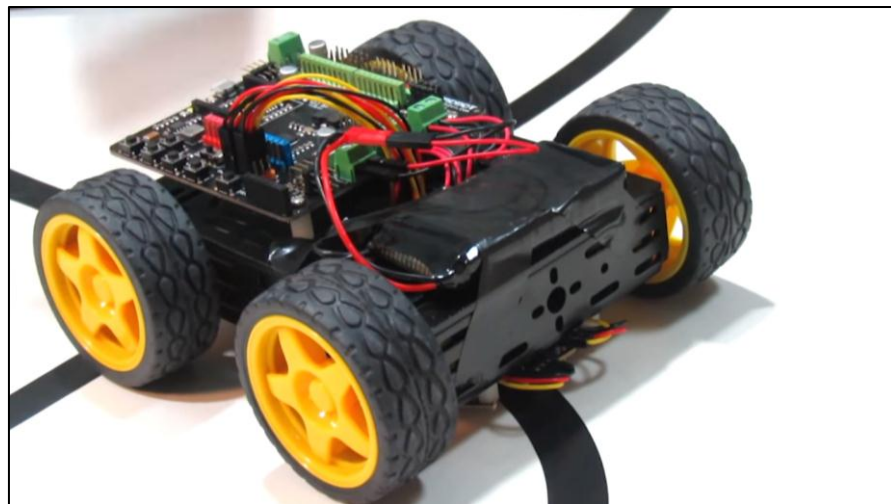


Figura 12-Robô construído com a plataforma arduino.
Fonte: <https://youtu.be/KY-BdZ-YDMI>. Acessado em 20 de outubro de 2016.

Outra característica importante na robótica com a plataforma Arduino é a interação do estudante com componentes físicos da eletrônica. Essa interação pode contribuir na compreensão da Física que pode ser apresentada de forma

simples e prática, despertando a curiosidade, na criação de protótipos que sejam capazes de resolver problemas.

Ao interagir com diversos componentes eletrônicos o professor pode provocar também curiosidade do aluno e o interesse do mesmo por discussões sobre ciência e tecnologia através das bases teóricas que consolidaram os mais diversos conhecimentos presentes na atualidade.

Cachapuz (2005) e Carvalho *et al* (2010) concordam que é necessário uma alfabetização científica para todo cidadão de modo a propiciar ao mesmo a sua participação efetiva em decisões de interesse coletivo. Assim, o conhecimento deve ser acessível a qualquer pessoa de forma a fornecer a mesma, subsídios para agir de forma a garantir como cidadão os seus direitos.

Mas esse processo de alfabetização científica é lento e começa na vida familiar de qualquer pessoa, sendo consolidada na escola através do contato do conhecimento científico e tecnológico. Dessa forma se faz necessário o conhecimento das bases filosóficas da ciência bem como a importância do desenvolvimento humano a partir da tecnologia e as principais relações entre elas.

Para entender o que foi dito acima, basta considerar uma aula de Física onde um professor discute as raízes de um determinado conhecimento, bem como sua aplicação com seus alunos. Se o aluno compreender tal conhecimento e estabelecer relações com o mundo que o cerca, o senso crítico do mesmo poderá melhorar, e como consequência o conhecimento levará a uma alfabetização científica.

No próximo capítulo serão apresentadas as principais ideias de ciência e tecnologia presentes nas discussões em trabalhos científicos, bem como as principais distorções existentes encontradas em pesquisas sobre a compreensão de ciência e tecnologia apresentadas por Cachapuz *et al* (2005).

CAPÍTULO 3: CIÊNCIA, TECNOLOGIA E AS DISTORÇÕES DO SENSO COMUM

*“Ciência sem consciência não
é senão a morte da alma”
(Montaigne)*

Durante muito tempo as principais ideias sobre ciência e tecnologia no que tange aos principais conceitos que distinguem as duas correntes permaneceram e ainda permanecem para muitos, equivocadas. Alguns equívocos devem-se muitas vezes ao desconhecimento histórico que constituíram as bases filosóficas dessas duas vertentes.

Hoje é comum observamos uma parcela da sociedade relacionar o conhecimento científico a eventos catastróficos, ou ainda as descobertas realizadas por grupos isolados de cientistas renomados. Essa linha de pensamento apresenta algumas possíveis causas, entre elas à distância reflexiva que existe entre a sociedade e a comunidade científica. Além disso, somam-se as visões de ciência e tecnologia identificadas em pesquisas que se perpetuaram ao longo do desenvolvimento da civilização humana e que ainda são evidentes em boa parte da população devido ao senso comum.

Esse capítulo tem o propósito de apresentar de forma objetiva as relações que existem entre ciência e tecnologia a partir da base histórica, filosófica e as principais distorções encontradas nas atividades investigativas de alguns pesquisadores, entre eles Cachapuz (2005) presentes no senso comum.

3.1. Ciência moderna e ciência contemporânea-ruptura de paradigmas

A palavra “ciência” tem sua origem derivada do latim “*scientia*” que pode ser equivalente a conhecimento. Não há um consenso entre os historiadores sobre a origem da ciência, apesar da Grécia ser considerada o *locus* da ciência. Para

Chalmers (1993) é comum à atribuição do termo “científico” a alguma afirmação que se pretende dar certo grau de confiabilidade através do método científico.

De acordo com a concepção tradicional de ciência, o método científico consiste na elaboração de um algoritmo ou procedimento que pode ser utilizado para avaliar a aceitabilidade de enunciados baseado na consistência dos mesmos e no seu apoio empírico. Essa consistência deve garantir coerência e credibilidade no mundo científico.

Chalmers (1993) enfatiza que nas visões clássicas dos filósofos Francis Bacon e John Stuart, o método científico era compreendido como um método indutivo com o objetivo de descobrir leis e fenômenos. Assim seria possível generalizar enunciados acerca de evidências empíricas frutos da observação. Ainda segundo Chalmers, Bacon afirmou que o método científico é método da ciência moderna e acreditava que o objetivo da mesma seria melhorar a vida do homem, através da observação e formulação de teorias.

Ainda para ele uma das características marcantes na construção da ideia de ciência é o indutivismo que considera apenas a ciência como produto da experiência. Essa visão tornou-se popular durante a revolução científica ocorrida no século XVII, principalmente através do método experimental introduzido por Galileu. Os cientistas dessa época criticaram a base filosófica de Aristóteles e defenderam a observação e a experimentação como forma de compreensão sistêmica da natureza. Afirmavam que a preocupação dos filósofos medievais em estudar Aristóteles era um erro e, portanto, desde que certas condições fossem satisfeitas, já era suficiente a generalização de uma lei a partir de certas proposições, observações e a não existência de conflito com uma lei universal derivada (CHALMERS, 1993).

Para explicar o que foi falado anteriormente, é importante lembrar a afirmação do filósofo grego Aristóteles de que a velocidade de queda de um corpo era proporcional a sua massa. Galileu Galilei, não concordava com essa afirmação e se contrapôs a ela realizando o lançamento de vários corpos de tamanhos e massas diferentes do alto de uma torre, conhecida como Torre de Pisa na Itália. A

cada lançamento foi registrado o tempo, pois para ele a massa não deveria ter qualquer influência sobre a velocidade, o que se confirmou.

Essa ideia de realizar experimentos nasceu como uma contraposição às ideias dos filósofos gregos segundo qual o lugar natural dos corpos pesados seria o solo. Sendo assim, Galileu rompe com as ideias vigentes e introduz o método experimental na ciência que agora segue procedimentos a serem realizados mediante observação do fenômeno natural que se mostra. Assim os experimentos realizados por Galileu serviram para romper o paradigma da ciência filosófica, que não dava conta do fenômeno observado, e que não era capaz de generalizar leis naturais a partir de observações.

Mesmo com essa diáspora entre uma ciência filosófica e uma agora experimental, alguns aspectos de uma concepção indutivista ingênua são observados por pesquisadores dessa área. Para eles a ciência começa com a observação que vai fornecer base segura para a construção do conhecimento científico, que é obtido a partir de proposições de observação por indução (CHALMERS, 1993).

Essas ideias até hoje são bastante criticadas e de fato apresentam algumas inconsistências quando justificado meramente pela lógica. Às vezes as conclusões não representam a realidade por não considerar outras variáveis que não somente a observação que pode está interferindo no fenômeno. O fato de observarmos todos os dias o pôr-do-sol, não quer dizer que o mesmo se põe da mesma forma em todo lugar. Na Antártida e no Ártico, em determinados dias isso não acontece.

Para Chalmers, somente a observação dos fatos pode não caracterizar bem o fenômeno em estudo, por não considerar as variáveis que podem está envolvidas no processo. Isso caracteriza o indutivismo ingênuo que por muito tempo foi aceito e deu lugar a uma nova forma de ver a ciência, que apontou para a criação de um programa de pesquisa que defende a vertente probabilística (CHALMERS, 1993). Essa nova ideia assume que as leis da natureza podem ser generalizadas a partir de várias observações do fenômeno a ser estudado. Ou seja, quanto maior o número de regularidade na observação do fenômeno maior é a probabilidade de uma generalização.

Contudo a ideia de trazer a probabilidade para verificar regularidades configura-se como uma tentativa de manter o indutivismo ingênuo como a arte de fazer ciência a partir da observação, o que mais tarde também vai ser esquecido a partir da desistência da ideia de atribuir probabilidades a leis e teorias científicas.

Mas então qual a finalidade da ciência? Sem dúvida essa pergunta requer bastante reflexão. Moraes (2002) aponta pistas que nos leva a pensar nessa questão. Segundo ele essa pergunta pode ser vista por dois ângulos: compreensão e controle. Compreensão se a ciência for vista como um conhecimento que desmistifica determinadas situações dentro da cultura. E controle, quando a mesma visa melhorar a qualidade de vida das pessoas através da busca incessante de resolver problemas nas mais diversas áreas do conhecimento.

Moraes ao apresentar esse pensamento sobre a finalidade da ciência vai de encontro às ideias sobre a mesma em um campo apenas indutivista conforme apresentado anteriormente. Apesar de ser forte o indutivismo consolidado há muitos anos, existem outros fatores que colaboram para a compreensão de ciência numa perspectiva humana e ao mesmo tempo ética.

Nessa perspectiva a ciência contemporânea apresenta impregnada em sua constituição o indutivismo que caracterizou a ciência moderna. Vários modelos são criados considerando processo de experimentação científica como o ponto de partida o que caracteriza um forte apoio ao indutivismo. No entanto, muitos defendem também a necessidade da visão holística no processo de desenvolvimento e dessa forma a ciência contemporânea traz elementos novos que devem ser considerados importantes na compreensão do que é ou não considerado ciência.

Nessa discussão, os filósofos entre eles Popper, faz uma crítica ao modelo de ciência amplamente aceito no início do século XX. Rejeita o empirismo indutivista ao criticar que as teorias científicas sejam construídas apenas por um processo indutivo fundamentada em uma base empírica neutra, propondo então uma nova forma de vê-las a partir de uma base completamente conjuntural.

Deixa claro em suas proposições que a ciência deve ser construída a partir da tentativa e erro, sendo necessário quando houver falhas, a refutação de teorias

e conseqüente substituição de outras demonstrando, portanto, acreditar no caráter provisório de ciência.

Ao combater o princípio da neutralidade na ciência, Popper propõe em sua teoria que o empirismo justificacionista – indutivista que é o alicerce da concepção tradicional de ciência, seja substituído por um empirismo não justificacionista e não – indutivista. Essa nova proposta ficou conhecida como o Falseacionismo. Para ele, qualquer teoria para se tornar uma lei deve ser falsificável, ou seja, se existe uma proposição de observação ou um conjunto delas, que se reconhecidas como verdadeiras, falsificariam a hipótese. Caso contrário uma teoria seria infalsificável e que, no entanto, nada afirmaria sobre o mundo.

Para exemplificar e melhorar a compreensão do que foi apresentado anteriormente, consideremos as três Leis de Newton. As mesmas são teorias demonstradas a partir de vários testes realizados por Newton, em condições e situações bem diversas. Logo os resultados obtidos por ele, permitiram concluir que as mesmas se aproximam da verdade. Elas admitem situações contrárias que podem ser falsificadas.

No entanto se considerarmos agora a astrologia, vamos perceber que a mesma é constituída a partir de verdades pessoais de alguns e que suas ideias e crenças são de livre interpretação e que, portanto, não se aproximaria da verdade pelo caráter superficial de sua interpretação. Na visão de Popper, quanto maior a falsificabilidade de uma teoria, maior é a chance que ela descreva os fenômenos do mundo e que por isso deve ser testada enquanto for possível. Dessa forma na teoria de Popper a ciência desenvolve-se por tentativa e erro o que vai garantir de acordo com suas crenças uma maior confiança no conhecimento científico.

Apesar dessa ruptura com o indutivismo empírico não falsificável e desprovido de refutações, sua teoria exclui conhecimentos como a Psicanálise e Marxismo por considerá-los não testáveis e conseqüentemente não seriam considerados conhecimentos científicos. Logo a sua proposta sofre contraposições por não contemplar a ciência de uma forma mais ampla que abarque também outros segmentos. Dessa forma logo apresenta objeções de outros pesquisadores entre eles Imre Lakatos, que traz uma nova forma de ver a ciência que tem por

base não o falseacionismo de Popper, mas a necessidade da teoria proposta está imersa em um programa de pesquisa.

Para Lakatos, a teoria precisa está imersa em um programa de pesquisa para ser considerada científica. Esse programa de pesquisa deve apresentar em seu interior um núcleo rígido caracterizado por uma ou mais teorias que o justificam e o caracterizam. Chalmers (1993, p.113) afirma que:

Um programa de pesquisa lakatosiano é uma estrutura que fornece um guia para futuras pesquisas, tanto de maneira positiva, como negativa. A heurística negativa de um programa envolve a estipulação de que as assunções básicas subjacentes ao programa, que formam o seu núcleo rígido, não devem ser rejeitadas ou modificadas. Esse núcleo rígido é resguardado contra falseações por um cinturão protetor de hipóteses auxiliares, condições iniciais, etc. A heurística positiva constitui-se de prescrições não muito precisas que indicam como o programa deve ser desenvolvido... Os programas de pesquisa são considerados progressivos ou degenerantes, conforme tenham sucesso, ou persistentemente fracassem, em levar à descoberta de novos fenômenos.

Assim, Lakatos questiona o olhar apenas empírico para definir se uma teoria é ou não científica. Dessa forma propõe a inserção da mesma em algum programa de pesquisa que não esgota em si o conhecimento, mas torna-o progressivo, no sentido de que o mesmo só será substituído se outro melhor estiver disponível. Logo, uma possível representação para esse modelo de aceitação pode ser representado de acordo com a figura abaixo:

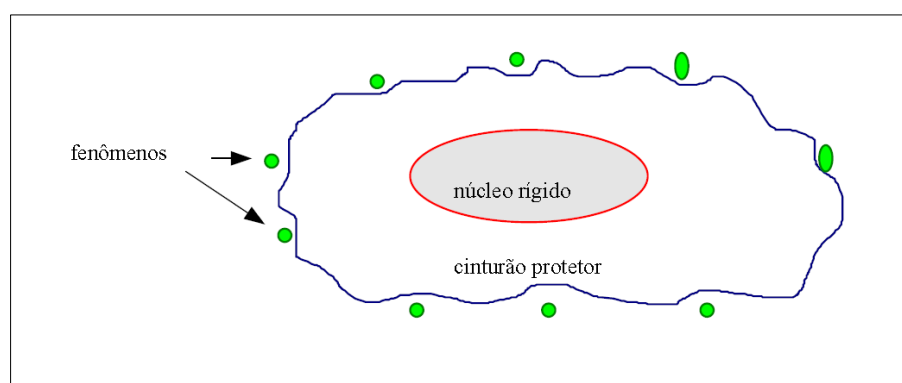


Fig 13 - Modelo representacional da proposta de Lakatos.
 Fonte: <http://www.unicamp.br/~chibeni/textosdidaticos/textosdidaticos.htm>
 acessado em 30 de setembro de 2016.

Nessa representação percebe-se que uma teoria precisa está na vizinhança do cinturão protetor do programa de pesquisa. Esse cinturão delimita a

aproximação da mesma com o programa adequado que pode aceitar o modelo próximo com um núcleo rígido. Esse núcleo rígido deve ser desprovido de teorias auxiliares e não falsificáveis.

Essa forma de ver e definir o conhecimento científico proposta por Lakatos teve avanços consideráveis em relação a Popper e de certa forma contribuiu para ressignificar a aceitação de conhecimentos que não somente pela lógica falseacionista, mas pela possibilidade de incrementar teorias em um programa de pesquisa bem definido, com raízes sólidas e consolidados na comunidade científica.

Apesar desse modelo também receber várias críticas, o mesmo foi determinante para a concepção de ciência que existe hoje. Os pensamentos sistêmico e complexo, e as relações estabelecidas entre vários conhecimentos têm contribuído para um tipo de ciência mais reflexiva e menos indutiva.

O pensamento sistêmico apresenta uma contraposição às teorias racionalistas, por acreditar que somente a racionalidade não garante uma compreensão do desenvolvimento do ser humano. Assim o mesmo preconiza apenas que a totalidade da compreensão do ser humano é conseguida mediante a sistematização do problema em pequenas partes para sua compreensão holística.

No pensamento complexo é apresentada uma nova forma de ver a ciência. Conforme Morin (2003), a ciência está sempre em movimento, em ebulição, e talvez o próprio fundamento de sua atividade seja ser impulsionada por um poder de transformação. Assim no paradigma da complexidade a ciência é vista de forma descentralizada, mas dotada de capacidade de interligar diversas dimensões do mundo real. Opõem-se, portanto, ao paradigma cartesiano representado pelo pensamento linear de compreensão do universo.

Na educação o método tradicional de ensinar ciência esteve e ainda permanece em algumas instituições escolares como o pilar da aprendizagem. No entanto muitas instituições tem em seus currículos uma forma variada que contempla o que muitos chamam de pluralismo metodológico caracterizado pela valorização dos mais diversos conhecimentos validados e amplamente aceitos pela academia.

Tal vertente concebe que não existe um único modo, forma ou instrumento de ensinar ciência na escola ou na universidade, mas várias formas distintas na utilização de técnicas para tornar um conhecimento científico ensinável. Dessa forma a conclusão mais lógica para essa discussão é compreender que a trajetória da ciência e seu desenvolvimento têm forte influência na educação.

Classicamente boa parte das salas de aulas, foram constituídas tendo como método de pensamento o cartesiano, caracterizado pela repetição exaustiva de conteúdos, sem haver uma preocupação maior com o desenvolvimento do estudante em vários outros aspectos como a compreensão sistêmica e o desenvolvimento do pensamento complexo.

Hoje a necessidade da escola é outra. Com o desenvolvimento da ciência e da tecnologia, a forma linear de “aprender ciência” mudou. Cada vez mais são exigidos indivíduos capazes de resolver diversos problemas que estão muito além do paradigma cartesiano. Não que ele não é importante, mas que teve seu papel reconhecido no desenvolvimento da ciência quando foi necessário.

O desenvolvimento científico na atualidade tem acontecido em um ritmo bastante acelerado motivado também pelo desenvolvimento da tecnologia. A visão contemporânea de ciência tem se tornado cada vez mais necessário na formação de estudantes nas escolas básicas quanto nas de nível superior. Essa visão na escola caracteriza-se pela presença do pensamento sistêmico e complexo a partir da problematização, do pluralismo metodológico e da valorização do erro conforme será visto adiante.

3.2. A ciência contemporânea nos espaços formais de aprendizagem

Nos últimos anos o perfil de aluno que tem chegado à escola tem mudado o paradigma conceitual da mesma, ser apenas um espaço de reprodução científica. A necessidade cada vez maior de comunicação e disseminação do conhecimento tem exigido mudanças drásticas na formação do estudante, bem como ações concretas que visem demonstrações de maturidade intelectual durante sua trajetória escolar.

Entre essas necessidades estão à participação ativa enquanto cidadão nas decisões coletivas na sociedade em diversas questões como, por exemplo,

questões relativas à poluição e agressões ao meio ambiente, ao uso racional dos recursos naturais, bem como a responsabilidade partilhada na manutenção de um ambiente necessária a sobrevivência humana. A escola tem abarcado para dentro de suas dependências, questões emergenciais na formação do estudante que visam torná-lo um ser pensante e crítico em suas decisões.

No item 3.1 vimos o desenvolvimento da ciência, do paradigma tradicional até os tempos atuais, bem como as rupturas que a mesma sofreu ao longo dos anos. Tais rupturas, sempre estiveram diretamente ligadas à educação principalmente nos espaços formais de aprendizagem, que para fins de efeitos serão consideradas aqui as escolas da rede básica e as escolas de ensino superior.

O cartesianismo tão presente na ciência tradicional foi determinante para o surgimento da escola, principalmente pela necessidade de agregar o conhecimento em diversas disciplinas o que configurou a especialização dos mesmos em diversas áreas. Essa ideia recebeu várias críticas ao longo dos anos por apresentar uma distância entre os conhecimentos e principalmente pelo isolamento de diversas áreas do conhecimento humano.

Ao longo dos anos, pesquisadores tem mostrado que a especialização do conhecimento foi importante durante bastante tempo, mas que hoje não responde mais a necessidade do mundo atual e que por isso aos poucos tem dado espaço ao desenvolvimento do estudante levando em consideração, as suas habilidades e competências.

O paradigma cartesiano aos poucos tem dado lugar ao paradigma sistêmico e por que não dizer complexo nos ambientes de formação. Para exemplificar devemos lembrar que durante a formação de estudantes as escolas exigiam a repetição de conceitos e regras pré-determinados que servissem para reforçar através de processos apenas repetição. O mesmo modelo era seguido nas universidades principalmente nos cursos de ciências exatas e da natureza.

O erro era tratado com punição e quem não atingisse o mínimo de acertos poderia ser punido com a reprovação. Hoje isso tem mudado um pouco nas escolas

e universidades, e o erro tem sido visto como uma nova oportunidade de acertar e de corrigir o que não fora aprendido antes no momento adequado.

Além disso, novas técnicas e metodologias de ensino têm sido incorporadas em sala de aula pelos docentes dos diversos níveis no sentido de desenvolver e melhorar as competências dos estudantes. Assim a pluralidade metodológica tem se tornado essencial no desenvolvimento pedagógico não só de estudantes da rede básica, mas também daqueles que serão os futuros professores nas escolas.

Outra característica importante da escola contemporânea é a possibilidade de problematização. Na escola tradicional, a problematização muitas vezes não acontece devido a vários fatores, entre eles o fato do currículo ser fixo normatizado pelos órgãos de ensino que muitas vezes não permite que o professor possa gerenciar suas aulas sem está preso ao conteúdo que tem que ministrar. Pozo e Crespo (2009) define bem que o problema em questão, não é a repetição exaustiva de exercícios tradicionais, mas a competência de que o estudante deve ter de resolver uma situação que a *priori* não dispõe de uma resposta imediata e que estratégias devem ser traçadas para sua resolução.

As características da escola contemporânea apresentadas anteriormente estão presentes em diversas instituições de ensino e como consequência, a demanda por profissionais aptos para atuar como professores com essa dinâmica têm aumentado em várias escolas. A universidade, através das reformas curriculares nos cursos de licenciatura plena vem pouco a pouco adequando seus currículos para atender a expectativa das mudanças exigidas pela sociedade, esperando com elas uma adequação a realidade e também uma expectativa maior de aprendizagem através da problematização do ensino.

Alinhada a essa discussão, não pode ser esquecido aqui à contribuição da tecnologia que certa forma tem uma função importante no desenvolvimento científico atualmente. As grandes descobertas da Física entre elas a relatividade e a mecânica quântica só foram possíveis devido à produção tecnológica de artefatos que permitissem a experiência do que for proposto pela teoria. Sem ela, possíveis conjecturas, teoremas e leis da natureza não seriam possíveis e tão poucos os

diversos artefatos tecnológicos que fazem parte do cotidiano da maioria das pessoas talvez não existissem. No próximo item será discutida a importância da tecnologia nos tempos atuais bem como a sua interação com a educação em ciências.

3.3. A tecnologia dos primórdios aos tempos atuais

A tecnologia durante muito tempo foi compreendida apenas por ser um produto da ciência. Se atentarmos para a história da humanidade vamos encontrar vestígios de que o homem pré-histórico fez uso de técnicas para melhorar sua qualidade de vida, mesmo sem relacioná-las com qualquer conhecimento científico produziu materiais que pouco a pouco foram transformados em objetos para as suas necessidades (VERASZTO, 2008).

Dessa forma a tecnologia faz parte do desenvolvimento humano, muito antes de qualquer possibilidade de relacioná-la a práticas orientadas pelo conhecimento científico. Quando o homem pré-histórico desenvolveu ferramentas para a caça e o cultivo, a tecnologia ali já estava presente mesmo inconscientemente.

Na idade da pedra lascada talvez essa atribuição de utilização da tecnologia não fosse tão evidente, bem diferente da idade da pedra polida onde o homem pré-histórico produzia de forma inteligente artefatos para melhorar a qualidade de vida da coletividade. Logo a relação entre o homem e o instrumento produzido, é evidente por questão notável de sobrevivência de forma que um não existe sem o outro, mantendo uma relação de completude.

Veraszto (2008) aponta outros elementos importantes que contribuíram nesse momento histórico do homem que foi a descoberta e a manipulação do fogo, além da criação da linguagem. Para ele, esses elementos podem ser considerados tecnologias, uma vez que o homem dotado de Inteligência para a sua sobrevivência cria e manipula a linguagem facilitando assim a organização do seu espaço coletivo.

Anos mais tarde, a humanidade progride em um ritmo acelerado, alinhando agora conhecimentos científicos a tecnologia. A revolução industrial do século XIX

mostrou claramente o potencial que homem desenvolveu em tecnologia, rompendo assim com um período onde a manufatura foi primordial no desenvolvimento e progresso da humanidade por um novo período, o industrial. Sem dúvida o conhecimento tecnológico pôs a humanidade em um novo ritmo de desenvolvimento e abriu espaços para que a ciência e tecnologia sejam as portas para o progresso econômico e social da sociedade.

No início do século XX até momento, diversos progressos foram alcançados em um ritmo nunca visto antes no campo da física, da engenharia, da medicina etc. Em um processo interdisciplinar e por que não dizer transdisciplinar, ciência e tecnologia se complementam e resultam em conhecimentos que visam unir todos os cantos da Terra em tempo real. As informações viajam em frações de segundo, encurtando grandes distâncias e permitindo um maior grau de resolução de problemas.

Com todo o progresso alcançado ao longo dos anos, ciência e tecnologia se confundem a ponto de criar-se o paradigma de que só existe tecnologia se houver ciência. Essa imagem convencional decorre da produção industrial que cria constantemente materiais e artefatos tecnológicos úteis à coletividade, utilizando-se de leis da Física e da Química para sua criação.

Nessa limitação de conceito, é possível perceber duas ideias básicas para a consideração habitual de tecnologia. A primeira assume a tecnologia dependente totalmente da ciência, como se a primeira não existisse sem a segunda. A outra ideia assume tecnologia como sendo apenas um conhecimento utilizado industrialmente no fabrico de materiais.

A técnica e tecnologia também se confundem muito na visão tradicional. Alguns autores como Sannmartín (1990) diferencia a técnica da tecnologia. Para ele, a técnica pode ser compreendida como procedimentos e habilidades, necessários para a realização de uma determinada tarefa sem necessariamente a existência do conhecimento científico. Enquanto o termo tecnologia seria utilizado para fazer menção aos sistemas desenvolvidos utilizando do conhecimento científico.

Quando se observa a relação ciência-tecnologia percebe-se que as duas vertentes se confundem gerando várias distorções na compreensão das mesmas. Essas distorções aparecem em ideias que defendem a ciência e tecnologia como se fossem a mesma coisa, ou naqueles que acreditam que a ciência seria redutível a tecnologia e vice-versa. Ou ainda naqueles que acreditam que as duas são independentes.

Atualmente o ponto de vista amplamente aceito é aquele que afirma que a tecnologia é a ciência aplicada. Ou seja, a última redutível à primeira. Esse ponto de vista pode ser compreendido quando se analisa as políticas públicas que dão maior ênfase a ciência e aos avanços que ocorrem em diversos ramos do conhecimento como se fossem tecnologias criadas pela ciência.

As ideias apresentadas anteriormente têm suas raízes no positivismo. Nessa corrente como já foi falado em outra parte, o conhecimento científico seriam leis que explicariam de forma racional e satisfatória, o mundo natural. Nessa corrente percebe-se que o conhecimento é progressivo e cumulativo sendo, portanto, uma das visões distorcidas que será tratada mais adiante.

Ainda é importante frisar que quando se fala em ciência e tecnologia, não pode ser esquecida a relação que esses dois conceitos estabelecem com a sociedade. Uma vez que ciência e tecnologia são vistas como duas vertentes que se complementam através de suas contribuições para a coletividade, várias distorções são apontadas em pesquisas que distorcem as relações estabelecidas entre ciência e tecnologia e fundamentando paradigmas reducionistas.

As duas vertentes, ciência e tecnologia, quando observadas pela ótica contemporânea implica a não aceitação cega e não fundamentada de conhecimentos que contribuíram e contribuem até hoje sem uma consciência crítica. Isso equivale a dizer que é importante que a escola estimule em seus alunos a possibilidade de discussão sobre quais os benefícios e os malefícios que toda essa gama de informações proporciona a cada cidadão (CACHAPUZ, *et al* 2005).

Não é objetivo desse trabalho, investigar profundamente a relação entre ciência, tecnologia e sociedade, mas refletir sobre a importância na compreensão

que as mesmas têm dentro da sociedade contemporânea. A pluridimensionalidade desses dois conceitos, em uma visão complexa, leva-nos a perceber que as relações entre ciência e tecnologia não são tão triviais, pois pensar nelas implica em uma análise da importância das mesmas na sociedade.

Reforçando o que fora falado no parágrafo anterior, a ciência e a tecnologia estabelecem hoje uma relação muito íntima com a sociedade que as produziu, não cabendo, portanto uma separação dos dois conceitos através de um reducionismo de uma a outra.

Assim sendo, apontar visões de ciência e tecnologia na contemporaneidade, implica na percepção de suas várias dimensões de forma a compreendê-las holisticamente, necessitando assim de uma inserção social das mesmas e ao mesmo tempo reconhecer os valores históricos construídos ao longo do tempo que constituíram as duas.

Mas, nem sempre essa perspectiva é possível devido às diversas distorções da ciência e tecnologia encontradas e apontadas por Cachapuz *et al* (2005). As mesmas fundamentam-se em paradigmas consolidados que ainda são fortes e apontam para uma fragmentação de ciência e tecnologia. A seguir essas possíveis visões serão apresentadas de acordo com a bibliografia acima supracitada.

3.4. Possíveis visões de ciência e tecnologia encontradas na literatura

Durante um bom tempo ciência e tecnologia foram apresentadas na academia e no ambiente escolar de forma bem fragmentadas gerando uma compreensão não holística, mas apenas reducionista de seus conceitos. Essas concepções ainda permanecem fortes na estrutura curricular das escolas, e colaboram para a existência de uma visão por vezes equivocada do que vem a ser ciência e tecnologia e sua relação com o mundo.

Pérez *et al* (2001) e Cachapuz *et al* (2011) apontam que as possíveis visões deformadas de ciência e tecnologia são frutos de preconceitos concebidos durante o desenvolvimento do conhecimento. Elas fragmentam e reduzem

completamente em si as mesmas ideias do que é ciência e tecnologia ignorando as possíveis relações com o meio ambiente e a sociedade.

A própria formação do professor, por exemplo, pode colaborar para a propagação dessas distorções uma vez que suas crenças e opiniões são fortemente influenciadas pelos paradigmas de sua formação. Assim não é raro encontrar nas falas de professores de exatas, fragmentos fortes da crença da ciência empírica que aponta para a verdade absoluta.

3.4.1. Visão descontextualizada

Pérez *et al* (2001) e Cachapuz *et al* (2011) apontam que nessa visão a tecnologia é vista como mera aplicação dos conhecimentos científicos. Sendo assim, reduz de forma significativa o papel que a ciência e a tecnologia exerceram e exercem no processo de construção do conhecimento.

São esquecidas as complexas relações CTS e são proporcionadas imagens dos cientistas como se fossem seres extraordinários e dotados de super inteligência, enclausurados em torres de marfim e distantes das necessárias tomadas de decisão. Como reação pode-se cair em uma visão excessivamente sociológica da ciência que dilui por completo sua especificidade.

3.4.2. Visão empirista e ateórica.

Na visão empirista o papel da observação e da experimentação são “neutras”, ou seja, não são contaminadas por ideias novas sobre o fenômeno, esquecendo assim o papel essencial das hipóteses. Nessa visão, os conhecimentos provem apenas da experiência sensorial que é a base para compreensão da natureza e a aprendizagem é uma questão de “descobrimento” ou se reduz a prática “dos processos”, com omissão dos conteúdos.

3.4.3. Visão rígida.

Apresenta-se o “método científico” como um conjunto de etapas que se deve seguir mecanicamente. No ensino se ressalta o que se supõe ser um

tratamento quantitativo, um controle rigoroso etc., esquecendo ou inclusive rechaçando tudo o que implica invenção, criatividade, dúvida.

No polo oposto desta visão rígida e dogmática da ciência como descobridora da “verdade contida nos fatos”, se apresenta um relativismo extremo, tanto metodológico (“tudo vale”, não existem estratégias específicas no trabalho científico), como conceitual (não há uma realidade objetiva que permita contrastar a validade das construções científicas: a única base na qual se apoia o conhecimento é o consenso da comunidade de pesquisadores nesse campo).

3.4.4. Visão apromblemática e aistórica.

Os conhecimentos elaborados são apenas transmitidos sem mostrar quais foram os problemas que os precederam e quais foram os processos de sua evolução, as dificuldades etc., e menos ainda as limitações do conhecimento atual ou as perspectivas futuras.

Hoje, a própria escola básica, introduz a importância da resolução de problemas para o aprendizado da ciência como essencial na atividade escolar do estudante, tendo em vista a real necessidade do conhecimento ser problematizado e servir de base para novas descobertas.

3.4.5. Visão exclusivamente analítica.

Ressalta a necessária parcialização dos estudos, seu caráter simplificativo, e esquece os esforços posteriores de unificação e de construção de corpos coerentes de conhecimentos cada vez mais amplos, o tratamento de problemas de fronteira entre distintos domínios que podem chegar a compreensão do todo.

Contra essa visão parcializada têm sido elaboradas propostas de educação integrada das ciências, que tomam a unidade da matéria como ponto de partida, esquecendo que o estabelecimento de tal unidade constitui uma conquista recente e nada fácil da ciência.

3.4.6. Visão acumulativa linear.

Os conhecimentos aparecem linearizados, ignorando as crises, as remodelações profundas. Ignora-se, em particular, a descontinuidade radical entre o tratamento científico dos problemas e o pensamento ordinário. Nessa visão são esquecidas as relações do conhecimento com o contexto histórico e social dos indivíduos, o que o torna muitas vezes distante da realidade do estudante.

3.4.7. Visão individualista, “velada”, elitista.

Os conhecimentos científicos aparecem como obras de gênios isolados, desconhecendo-se o papel do trabalho coletivo, dos intercâmbios entre equipe. A visão individualista se apresenta associada, algumas vezes, a concepções elitistas de ciência.

Ainda, apresenta o trabalho científico como um domínio reservado a minorias especialmente dotadas de inteligência, transmitindo expectativas negativas para a maioria dos alunos, com claras discriminações de natureza social e sexual (a ciência é apresentada como uma atividade eminentemente “masculina”).

Assim não são realizados esforços para tornar a ciência acessível (começando com tratamentos qualitativos, significativos), nem por mostrar seu caráter de construção humana. O erro do aluno é um equívoco e não uma possibilidade de reflexão para que a aprendizagem ocorra.

Os conhecimentos ainda são apresentados como claros, óbvios, “de sentido comum” esquecendo-se que a construção científica parte precisamente do questionamento sistemático do óbvio.

Cachapuz *et al* (2005) afirma que é preciso que essas visões sejam superadas e que a comunidade científica como um todo perceba a ciência e a tecnologia enquanto construção humana. Mas, para que isso ocorra o caminho é longo e pode ser superado através da educação científica e tecnológica crítica.

No ensino de Física e Química, é comum o uso do laboratório escolar com o intuito de verificar as leis naturais. Às vezes os resultados dos experimentos, já

são antecipados para os alunos e como consequência disso não existem as discussões prévias para a execução de um experimento proposto pelo professor, cabendo apenas à repetição de regras e procedimentos (BORGES, 2002).

Esse exemplo evidencia que o laboratório escolar pode ser um dos meios para problematização e a investigação, uma vez que o mesmo propicia a argumentação, a crítica e autorregulação da aprendizagem dos alunos, tão necessários quando se pensa na ciência e na tecnologia do mundo contemporâneo. A seguir, será discutida a importância do laboratório didático como meio para ajudar a superar algumas das visões distorcidas da ciência e da tecnologia.

3.5. O laboratório didático de ciências na superação das visões distorcidas de ciência e tecnologia

Aprender pode se tornar mais prazeroso quando os conhecimentos prévios dos alunos são valorizados em sala de aula. Essa forma de aprender tão discutida atualmente faz uma crítica à modalidade de ensino tradicional presente no sistema educacional de boa parte das escolas da rede básica de ensino.

Pelizzari *et al* (2002) chama a atenção para o processo mecânico de aprender apenas por repetição que segundo ele não privilegia o contexto do aluno e nem tão pouco o conhecimento é construído. Apresentam a visão David Ausubel sobre o conceito de aprendizagem significativa que pode ser resumido em uma valorização daquilo que o aluno aprende fora do contexto escolar, ou seja, os conhecimentos prévios que os mesmos levam a escola e que contribuem para o seu aprendizado.

Por ser coletiva a elaboração do conhecimento na visão de sua teoria cognitiva e construcionista, Ausubel busca explicar como o ser humano consegue transformar e armazenar informações alinhando esses conhecimentos prévios na construção de novos conhecimentos.

Mas, para que essa aprendizagem significativa aconteça são necessárias duas condições: A primeira é que o aluno queira aprender. Não há como aprender

pelo outro. Se ele decidir memorizar, sua aprendizagem será apenas mecânica. A segunda é preciso que aquilo que ele quer aprender seja potencialmente significativo.

As proposições de Ausubel partem da consideração de que os indivíduos apresentam uma organização cognitiva interna baseada em conhecimentos de caráter conceitual, sendo que a sua complexidade depende muito mais das relações que esses conceitos estabelecem em si que do número de conceitos presentes. Entende-se que essas relações têm um caráter hierárquico, de maneira que a estrutura cognitiva é compreendida, fundamentalmente, como uma rede de conceitos organizados de modo hierárquico de acordo com o grau de abstração e de generalização.

As atividades experimentais realizadas nas escolas, muitas vezes não trazem esses elementos com significado para os alunos e nem tão pouco os mesmos se motivam a construir conhecimentos, mas apenas em memorizar e repetir procedimentos com intuito de provar a veracidade de uma lei. Nas universidades isso não é diferente. Boa parte dos laboratórios em áreas de ciências exatas segue esse ritmo com seus estudantes. São voltados apenas para o acúmulo de informações (CARVALHO *et al*, 2010; CARVALHO *et al*, 2013).

A autora citada anteriormente faz menção direta às práticas experimentais no ensino de Física, trazendo classificações elaboradas por pesquisadores em ensino de ciências. (Pella, 1969 *apud* Carvalho, 2010) analisa as práticas experimentais de acordo com os graus de liberdade do professor em relação ao problema, a hipótese, ao plano de trabalho, a obtenção de dados e as conclusões de acordo com a tabela:

Quadro 4: Graus de liberdade do professor/aluno em aulas de laboratório

	GRAU I	GRAU II	GRAU III	GRAU IV	GRAU V
Problema	P	P	P	P	A
Hipóteses	P	P	P	A	A
Plano de trabalho	P	P	A	A	A
Obtenção dos dados	A	A	A	A	A
Conclusões	P	A	A	A	A

Fonte: Carvalho *et al*, 2010. P. 55.

Fazendo a análise dessa tabela, percebe-se que no grau I, o aluno só tem apenas a liberdade de obter dados numa atividade experimental, o restante é fornecido pelo professor. No grau II, o estudante consegue tirar as suas próprias conclusões a partir dos dados obtidos.

Mas, Carvalho dá ênfase nesse grau a uma mudança conceitual no problema proposto para o aluno. No grau III de liberdade, o professor não determina mais o plano de trabalho a ser realizado pelo estudante. Ele adquire autonomia para organizar sua própria metodologia na resolução do problema. No grau IV os estudantes elaboram as próprias hipóteses e todo resto. Eles recebem apenas o problema. E no grau V até o problema eles propõem e desenvolve todo plano de trabalho.

Trabalho semelhante ao citado anteriormente, é o de Borges (2002), que critica a forma como as atividades de laboratório vêm sendo utilizada nas escolas e nas universidades. Para ele, existem paradigmas impregnados na formação do professor conforme discutido no capítulo I desse trabalho, que contribui para que algumas visões apareçam em sua prática, o que distanciam aspectos relevantes na aprendizagem de ciências. Entre esses aspectos estão o grau de abertura, os objetivos da atividade e a atitude do estudante conforme quadro abaixo:

Quadro 5-Laboratório tradicional X Atividades investigativas

Aspectos	Laboratório tradicional	Atividades investigativas
Quanto ao grau de abertura	Roteiro pré-definido	Compromisso com o resultado
	Restrito grau de abertura	Liberdade total no planejamento
Objetivo da atividade	Comprovar leis	Explorar fenômenos
Atitude do estudante	Compromisso com o resultado	Responsabilidade na investigação

Fonte: (BORGES, 2002.p. 22) disponível em <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/download/9896/9119>. Acessado em 10 de agosto de 2016.

Quanto ao grau de abertura no laboratório tradicional, o roteiro de atividades é definido pelo professor, e fica restrito a ele. As atividades são previamente elaboradas e o aluno precisa apenas repeti-las para comprovar leis científicas. Essa atitude por vezes retira a liberdade do aluno em discutir com o professor as estratégias de resolução da atividade proposta e o mesmo apenas repete procedimentos.

Já no laboratório por investigação na visão de Borges (2002), a proposta é que a haja liberdade no planejamento sem perder de vista a organização das atividades. Essa liberdade implica no diálogo com os alunos sobre que mecanismos, meios etc serão necessários para a resolução do problema proposto pelo professor que a priori não dispõe de uma solução rápida e imediata. É preciso articulação no planejamento para que ações sejam discutidas e articuladas com os alunos de forma que ambos sintam-se envolvidos no processo que será iniciado com a proposta do planejamento.

Quanto aos objetivos, o laboratório tradicional visa apenas comprovar leis científicas, sem mencionar quais foram as variáveis que estiveram presentes nos fenômenos, e quais as relações entre elas. Boa parte do ensino de Física ainda funciona dessa forma, não só no ensino básico, mas também no ensino superior. E por vezes perde-se a oportunidade de melhorar as compreensões de teorias bem como o processo histórico que lhes deram origem e assim a curiosidade é esquecida e conseqüentemente vários alunos não demonstram interesse pela ciência construída ao longo de anos.

Enquanto no laboratório por atividades investigativas, o principal objetivo é explorar em discussões a natureza dos fenômenos. E são nessas discussões que novas formas de ver a natureza respaldada pela teoria podem aparecer e viabilizar a participação ativa dos alunos no processo de formalização e elaboração do conhecimento científico. O potencial criativo dos alunos pode ser estimulado no ambiente escolar e a sala de aula transforma-se em um espaço dialógico-reflexivo, onde o professor tem o papel primordial entre o aluno e o conhecimento.

Quanto à atitude do estudante no laboratório tradicional, é perceptível que o mesmo possui apenas compromisso com o resultado obtido, sabendo muitas vezes de antemão o resultado da experiência realizada. No entanto, esse

procedimento não estimula a ação investigativa na busca de respostas para o fenômeno em estudo e o estudante torna-se passivo ao conhecimento apresentado. O professor é o detentor de todo o procedimento de experimentação e não sobra espaço para a argumentação do aluno no ambiente escolar.

No laboratório por investigação, o estudante inicia uma busca incessante por respostas para o fenômeno que se apresenta. Ele não possui de imediato as soluções que procura, pois necessita traçar um plano de ação para o problema proposto pelo professor. É nesse plano de ação que várias habilidades podem aparecer entre elas a autonomia, a segurança na execução atividade autorregulada, ou seja, a capacidade de gerenciar seu próprio aprendizado. Tais habilidades são necessárias para que o aluno construa sua capacidade argumentativa e crítica.

Em Carvalho *et al* (2010) percebe-se uma argumentação, próxima aquela que Borges (2002) apresenta, quando reconhece que as salas de aulas precisam ser problematizadas e as atividades investigativas devem se tornar constantes no ambiente escolar, sem fugir da realidade onde a escola está inserida. Nessa perspectiva, alternativas devem surgir para minimizar as práticas pedagógicas de professores orientadas pelos paradigmas de sua formação.

A autora supracitada anteriormente indica caminhos que viabilizam os processos de investigação científica a partir de características epistemológicas presentes implicitamente na ciência e na escola. Essas características podem ser potencializadas a partir de discussões de grupos que acreditam que a ciência precisa estar no meio social do indivíduo.

No quadro seguinte, Carvalho (2010) aponta as direções possíveis para que ciência e escola, numa relação de unicidade, colaborem para que o espaço escolar seja dinâmico e a cultura científica possa está presente no cotidiano do estudante.

Quadro 6 - O trabalho implícito com os aspectos do conhecimento científico em sala de aula.

Na ciência	Na escola
Situação problemática, que pode ter sua origem em outras investigações, necessidades pessoais, tecnológicas etc.	Proposição de uma situação-problema para ser investigada, geralmente já elaborada pelo professor.
Construção de hipóteses para serem contrastada. Elaboração de estratégias de contrastação, incluindo, se necessário, planejamento e realização de experimentos.	Construção de hipóteses, teste dessas hipóteses. Reformulação de hipóteses, observações de variáveis.
Interpretação dos resultados, a partir das hipóteses formuladas, dos conhecimentos teóricos e dos resultados de outras investigações.	Interpretação dos resultados, discussão do que foi observado, o que demandar relações como outros resultados e/ou novas análises e hipóteses.
Lado humano e vivo da ciência, relacionado a aspectos sociais e políticos e a sociedade e tecnologia.	Estabelecimento de relações entre disciplinas e conhecimentos.
Comunicação do trabalho realizado: encontros, intercâmbios, artigos e congressos.	Comunicação do trabalho em relatórios, discussão entre estudantes e professores. Com uso de argumentação, escrita com destaque para o lado social da construção do conhecimento.

Fonte: Carvalho *et al* (2010.p.117).

No próximo capítulo será apresentada a metodologia que constitui esse trabalho de investigação de campo, bem como o percurso utilizado para a investigação do problema inicial da pesquisa. Para isso tomamos como referencial os trabalhos de ensino por investigação de Borges (2002) e Carvalho *et al* (2010) que versam sobre a problematização em sala de aula bem como o ensino mediado pelo processo de investigação. Aspectos do laboratório investigativo proposto anteriormente serão utilizados nas atividades que compõem esse trabalho, bem como a utilização do Ciclo da Experiência de George Kelly, presente em seus trabalhos.

CAPÍTULO 4: METODOLOGIA

Com o objetivo de responder a pergunta inicial da pesquisa, a metodologia foi organizada em várias etapas. Por se tratar de um estudo de caso que visa observar possíveis mudanças nos construtos relativos às ideias de ciência e tecnologia de licenciandos em Física, foi utilizado o Ciclo da Experiência de George Kelly (CEK), por caracterizar bem esse tipo de mudança, chamada por ele de Alternativismo Construtivo.

Ferreira (2003); Rocha (2005); Rocha (2006) e Lima (2008) apontaram em seus trabalhos, resultados em que houve revisão construtiva em suas pesquisas mediante a inserção do CEK. Assim, partimos da hipótese de que é possível haver mudanças nos construtos que o sujeito construiu ao longo de sua vida, mediante contato com o evento.

A seguir será descrito todo o processo de organização da pesquisa, bem como o delineamento da abordagem metodológica, o cenário da investigação, os sujeitos participantes, os procedimentos de coleta e análise de dados.

4.1. Delineando a abordagem metodológica

A pesquisa em ensino de ciências tem aumentado nos últimos anos em várias universidades do Brasil. Santos e Greca (2011) chamam atenção para as diversas pesquisas que tem sido realizada, bem como as metodologias adotadas por pesquisadores para investigar determinado problema.

De uma forma geral, as pesquisas em educação surgem a partir das dificuldades que os professores enfrentam em lidar com determinados tipos de problemas na sala de aula. Em ensino de ciências não é diferente. Nesse sentido, uma abordagem metodológica adequada ao problema a ser estudado, vai permitir ao pesquisador compreendê-lo, e ater-se aos detalhes do fenômeno que se apresenta dentro do contexto histórico-social em que esse problema está inserido.

Para Bogdan e Biklen (1994), boa parte das pesquisas em educação é de origem qualitativa e observam-se algumas características comuns. Entre essas características destaca-se o ambiente natural como fonte de dados que são essenciais para o pesquisador, pois a partir da interação com o contexto de estudo o mesmo pode inferir possíveis relações do seu objeto de pesquisa e o contexto no qual ele está inserido.

Outra característica importante nesse tipo de pesquisa é a forma como os dados são descritos. Falas, imagens, comportamentos e gestos são informações que permitem ao pesquisador ser minucioso numa perspectiva menos quantitativa. Assim também é considerado o processo como ponto importante na pesquisa, pois, o pesquisador pode assim ater-se a evolução dos participantes da mesma.

Após essas considerações, pode-se afirmar que essa pesquisa esta situada dentro de uma abordagem metodológica mais qualitativa e menos quantitativa, onde foram analisadas falas dos participantes, e material produzido pelos mesmos durante a aplicação do Ciclo de Kelly pelo pesquisador com o objetivo de observar as ideias de ciência e tecnologia em contato com instrumentos de mediação como a robótica educacional.

A seguir será apresentada a Teoria dos Construtos Pessoais (TCP), o referencial teórico-metodológico escolhido para essa pesquisa.

4.1.1. A Teoria dos Construtos Pessoais de Kelly (TCP)

George Kelly nasceu no Kansas, Estados Unidos em 1910. Teve uma infância com estudos irregulares. Formou-se em bacharelado em Física e Matemática e mais tarde se interessou por educação formando-se em bacharelado em educação na Universidade de Edimburgo, na Escócia (FERREIRA, 2003).

Alguns anos depois volta aos Estados Unidos para fazer doutorado na Universidade do Estado de Iowa, e logo começa uma trajetória acadêmica notória desenvolvendo um serviço de psicologia clínica para as escolas públicas. Nesse trajeto ele teve a oportunidade de lidar com diversos tipos de problemas, tendo então que buscar soluções nos mais variados tratamentos. Dessa forma a partir de

suas experiências, ele começou a elaborar a teoria dos Construtos Pessoais. É importante salientar que Kelly não teve contato clínico com neuróticos e nem psicóticos e que por isso se opunha profundamente as teorias de Freud sobre a personalidade. (FERREIRA, 2003).

Kelly criou uma teoria da personalidade conhecida como a Teoria dos Construtos Pessoais (TCP) tendo como ponto fundamental o construto. Mas, o que vem a ser um construto? Chama-se construto uma hipótese que elaboramos para explicar os eventos da vida. Para Kelly (1963) eles são dicotômicos, ou seja, apresentam dois polos como, por exemplo: alto e baixo; quente e frio. Segundo ele, todos nós somos capazes de Interpretar comportamentos e eventos e utilizar essa compreensão para orientar nosso comportamento e prever os de outras pessoas. As pessoas percebem o mundo e organizam o seu mundo de experiências da mesma forma como fazem os cientistas, ou seja, formulando hipóteses sobre o meio que o cerca e testando-as a luz da realidade confirmando-as ou não.

Nessa tentativa de confirmar ou refutar nossas hipóteses, baseamos nosso comportamento em nossos construtos e avaliamos os efeitos. Caso o nosso construto não seja validado, levando em consideração que para Kelly eles não são fixos, em contato com situações novas, teremos que revê-lo e muitas vezes modificá-lo. Essa adaptação ele chamou de *alternativismo construtivo* lembrando que nós não somos controlados por nossos construtos, e por isso podemos substituí-los por construtos alternativos.

A teoria de Kelly é composta por um postulado fundamental e 11 Corolários. O postulado afirma que: “Nossos processos psicológicos são dirigidos pela maneira como antecipamos os eventos” (KELLY, 1963, p.46. tradução livre). A ideia principal na palavra *antecipar* é como conseguimos lidar com construtos nos quais possamos medir as consequências de nossas ações e comportamentos. Abaixo temos um resumo dos corolários.

Quadro 7- Corolários da Teoria dos Constructos Pessoais.

Construção	Pelo fato de os eventos repetidos serem semelhantes, podemos prever ou antecipar como os experimentaremos no futuro.
Individualidade	As pessoas compreendem os eventos de formas diferentes.
Organização	Organizamos nossos constructos em padrões de acordo com nossa visão de suas semelhanças e diferenças.
Dicotomia	Os constructos são bipolares; por exemplo, se temos uma determinada opinião sobre honestidade, essa noção também tem de abranger o conceito de desonestidade.
Escolha	Escolhemos para cada constructo a alternativa que nos parece melhor, aquela que nos permite prever os resultados de eventos antecipados.
Extensão	Nossos constructos podem aplicar-se a muitas situações ou pessoas ou limitar-se a uma única pessoa ou situação.
Experiência	Testamos continuamente nossos constructos nas experiências de vida para certificarmos-nos de que permanecem válidos.
Modulação	Podemos modificar nossos constructos em função de novas experiências.
Fragmentação	Podemos, às vezes, ter constructos subordinados contraditórios ou incoerentes na base de nosso sistema geral de constructos.
Similaridade	Embora, às vezes, constructos individuais sejam unicamente nossos, as pessoas em grupos ou culturas compatíveis podem apresentar constructos semelhantes.
Sociabilidade	Tentamos entender como as pessoas pensam e prever o que farão e, conforme for, modificamos nosso comportamento.

Fonte: FADIMAN, JAMES E FRAGER (2004).

Para essa pesquisa limitamos o uso do corolário da experiência, por ser mais adequado a nossa proposta de trabalho que consistiu em identificar e analisar visões de ciência e tecnologia em um grupo de licenciandos em física da UFRPE quando utilizam a robótica educacional como ferramenta de aprendizagem. Esse corolário será descrito a partir do ciclo da experiência que será detalhado em seguida.

4.1.2. Ciclo da experiência de Kelly (CEK)

Para Kelly, uma pessoa chega à aprendizagem quando após várias tentativas em lidar com o evento, ela modifica sua estrutura cognitiva para compreender melhor os eventos de sua vida e se ajustar a eles (FERREIRA, 2003; ROCHA, 2005; ROCHA, 2006; BARROS e BASTOS, 2007; LIMA, 2008). Logo estamos o tempo todo formulando hipóteses como fazem os cientistas, confrontando-as e ajustando-as, reformulando quando necessário a nossa estrutura cognitiva na tentativa de antecipar eventos.

O ciclo da experiência é formado por cinco etapas conforme figura 14.

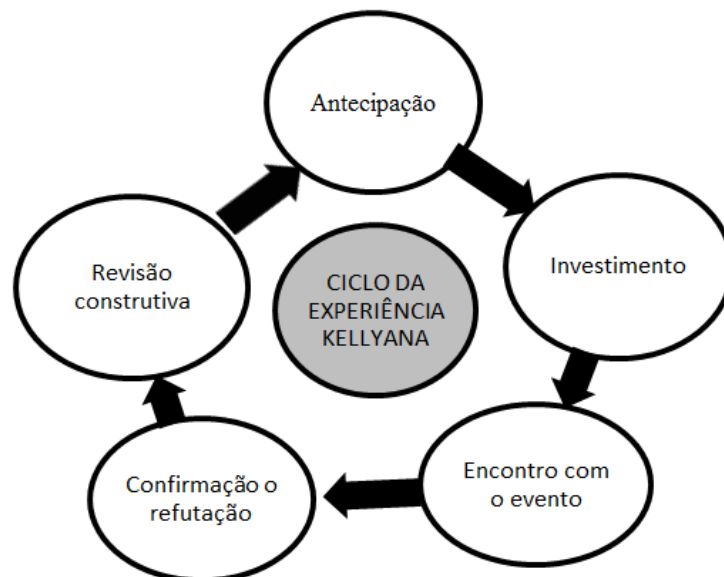


Figura 14. Ciclo da Experiência de Kelly (CEK)

Fonte: CLONINGER, 1999, p.427.

Segundo Barros e Bastos (2007) a antecipação é o momento em que o indivíduo recebe o convite para participar de um determinado evento e lá é motivado a explicitar suas réplicas e concepções sobre determinado conhecimento. Assim, as réplicas e concepções sobre determinado assunto são trazidos pelos estudantes através dos construtos adquiridos com a sua interação com a sociedade que o cerca.

O investimento é a segunda etapa do ciclo e acontece quando o indivíduo é preparado para interagir no evento de forma ativa, ou seja, é o momento de melhorar as construções de suas réplicas pelo contato com novos elementos referente ao conhecimento antes antecipado. Assim o indivíduo será colocado em situações em que poderá refletir sobre seus construtos iniciais.

O encontro é a terceira etapa. É o momento em que o indivíduo realizará atividades se encontrando com o evento que antecipou. Nessa etapa são preparadas atividades que visam colocar o estudante frente a frente com situações que tem por objetivo testar se seus construtos continuam ou não sendo válidos.

Na quarta etapa chamada de confirmação ou desconfirmação é caracterizada por gerar um conflito cognitivo que levará o indivíduo a validar ou não seus construtos. As situações vivenciadas no encontro podem manter ou modificar os construtos dos indivíduos.

A quinta e última etapa chamada de revisão construtiva, é caracterizada por uma revisão aos construtos relativos aquele evento vivenciado. O indivíduo pode manter suas réplicas ou substituí-las por outras que caracterizam melhor o evento vivenciado.

A seguir será apresentado o cenário de investigação onde a pesquisa foi realizada com a utilização do CEK nas dependências da UFRPE.

4.2. Cenário da Investigação

Esta pesquisa foi realizada na cidade do Recife, em Pernambuco, mais precisamente nas dependências do Centro de Graduação das Exatas e da Natureza (CEGEN) na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), localizado no bairro de Dois Irmãos.

Esse prédio congrega os departamentos de Física e Matemática, que são responsáveis pelos cursos de Licenciatura Plena em Física e Matemática, os programas de Pós-graduação em Física Aplicada (mestrado acadêmico), o mestrado profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT) e o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) além de diversos grupos de pesquisas.

Através do Departamento de Matemática, o pesquisador teve acesso ao Laboratório Interdisciplinar de Formação de Educadores (LIFE), criado por intermédio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). O laboratório constitui espaço de uso comum das licenciaturas nas dependências da UFRPE, promovendo a interação entre diferentes cursos de formação de professores, de modo a incentivar o desenvolvimento de metodologias voltadas para a inovação das práticas pedagógicas; a elaboração de materiais didáticos de caráter interdisciplinar; o uso de tecnologias da informação e comunicação (TIC's) e a articulação entre os programas da Capes relacionados à educação básica.

O laboratório supracitado adquiriu kits de robótica educacional LEGO que são bem semelhantes a aqueles existentes nas escolas públicas da rede estadual, com o objetivo de disseminar a prática de atividades de robótica entre licenciandos das mais diversas áreas.

Também, é importante citar que alguns professores do CEGEN já desenvolvem trabalhos com alunos da universidade através do Programa de Educação Tutorial (PET) e Programa Institucional de Bolsa de Iniciação a Docência (PIBID) em escolas públicas municipais e estaduais em Recife e no interior de Pernambuco.

As atividades dessa pesquisa foram realizadas durante o estágio em docência, no qual o pesquisador cursou a disciplina oferecida pelo Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências (PPGEC), em turma de sétimo período do curso de Licenciatura Plena em Física. Esses estudantes estavam cursando a disciplina de Prática do Ensino da Física I no segundo semestre de 2015, e conseqüentemente foi uma ótima oportunidade para refletir sobre novas técnicas e métodos de ensino na área da Física utilizando tecnologia educacional.

A seguir serão apresentadas as características dos sujeitos participantes da pesquisa realizada nas dependências do CEGEN.

4.3. Sujeitos participantes da pesquisa

Inicialmente, com o objetivo de responder o problema inicial da pesquisa, foi necessário escolher os sujeitos participantes. Para isso o pesquisador, através da disciplina de Estágio em Docência em Ensino de Ciências I, estabeleceu um contato direto com estudantes e em comum acordo com o professor da disciplina de Prática em Ensino de Física I, elaborou um plano de estágio em docência que contemplasse o temas relacionados a ciência, tecnologia e robótica educacional. Foi apresentado o plano de estágio em docência (apêndice 7) para os estudantes, bem como o convite para participar da pesquisa. Todos os presentes concordaram em contribuir com a mesma.

Assim, dessa pesquisa participaram oito estudantes do curso de Licenciatura Plena em Física do sétimo período. Desses, dois atuam em escolas da rede particular do Recife e em turmas de ensino fundamental da Região Metropolitana. A faixa etária dos estudantes varia de 22 a 45 anos.

Foi realizada uma sondagem nessa turma para saber se os estudantes têm ou tiveram contato direto com a robótica educacional. Assim sete, de um total de oito estudantes, não haviam ainda realizado qualquer atividade que tivesse relação com práticas em sala que utilizassem a robótica. Um já havia realizado atividades utilizando a plataforma de prototipagem Arduino.

Assim, essas informações permitiram que fosse elaborado pelo pesquisador um plano de ensino que possibilitou investigar o problema de pesquisa. Nesse plano, as atividades foram estruturadas seguindo o CEK fazendo assim os estudantes vivenciarem um novo evento que até então, não tinham ainda explorado no contexto de sua formação acadêmica.

Em seguida, serão apresentados os procedimentos para a coleta de dados que foram utilizados durante os encontros organizados de acordo com o CEK.

4.4. Procedimentos e instrumentos de coleta de dados

Os procedimentos adotados para a coleta de dados e informações para essa pesquisa constaram de várias etapas que serão descritas seguindo o CEK. Essas etapas foram realizadas em nove encontros, cada um com duas aulas (60min cada), totalizando dezoito aulas conforme cronograma abaixo:

Quadro 8 - Cronograma de atividades

Data	Evento
14/10	Apresentação do plano de estágio e discussão sobre a relação: ciência, tecnologia e robótica educacional.
16/10	O laboratório didático no ensino das ciências e a relação com ciência e tecnologia.
21/10	Oficina de robótica educacional (Os princípios do laboratório didático de robótica educacional-discussão da proposta pedagógica da LEGO).
23/10	Oficina de robótica educacional (Apresentação dos Kits da LEGO Zoom).
30/10	Oficina de robótica educacional (Robótica livre com Arduino).
11/11	Oficina de robótica educacional (Montagem dos Kits da LEGO EV3).
13/11	Oficina de robótica educacional (Apresentação da interface LEGO e Arduino).
18/11	Oficina de robótica educacional (Programação dos robôs).
25/11	Culminância (apresentação e entrega dos planos de aulas)

As atividades seguiram estritamente o plano de estágio em docência proposto pelo pesquisador. E em comum acordo com o professor da disciplina as mesmas foram estruturadas e organizadas em várias etapas conforme serão descritas a seguir:

1ª etapa - Antecipação (dois encontros – quatro aulas)

A antecipação conforme falado anteriormente é o primeiro momento do Ciclo da Experiência de Kelly. Nessa etapa foi realizado um convite aos estudantes a participarem de uma pesquisa do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências da UFRPE. Foram realizadas duas entrevistas com os estudantes com perguntas previamente estabelecidas conforme apêndices 1 e 2 , relativas as suas impressões sobre o projeto e suas ideias de ciência e tecnologia.

As perguntas foram elaboradas tomando o cuidado metodológico para não influenciar nas respostas dos discentes. Bauer e Gaskell (2007) lembram que o uso da entrevista se dá no tipo de pesquisa em que se pretende conhecer de forma detalhada dos sujeitos envolvidos no processo em estudo. É uma forma de descrever, de desenvolver conceitualmente e de testar conceitos.

As perguntas elaboradas consolidaram o que chamamos de pré-teste, e serviram de base para uma entrevista realizada com todos os participantes.

Essa entrevista foi realizada no segundo encontro de forma individual, e teve como objetivo descobrir quais os construtos relativos à ciência e tecnologia que os licenciandos em Física tinham naquele momento. Esses construtos permitiram que enquadrássemos as informações obtidas em dois polos opostos com o objetivo de categorizá-los. Esses polos dicotômicos foram nomeados de ciência e tecnologia convencionais e ciência e tecnologia contemporâneas. Para exemplificar o que foi mencionado antes, vamos considerar o quadro 9 abaixo com algumas características encontradas em Cachapuz *et al* (2005); Carvalho (2010) ; Carvalho e Perez (2011); Carvalho *et al* (2013) que permite caracterizar esses dois polos:

Quadro 9 - Exemplos de visões de ciência e tecnologia convencionais e contemporâneas.

ciência e tecnologia convencionais	ciência e tecnologia contemporâneas
<ol style="list-style-type: none"> 1. Método científico rigoroso; 2. Prevalência do pensamento cartesiano; 3. Supervalorização do tecnicismo; 4. Separação total das ideias de ciência e tecnologia (conhecimentos distintos); 5. Visões equivocadas sobre ciência e tecnologia (visões apresentadas anteriormente); 6. Valorização apenas da disciplinaridade; 7. Professor como único detentor do saber e o aluno um ser passivo de conhecimento; 	<ol style="list-style-type: none"> 1. A ciência não deve seguir apenas um método científico para ser validada; 2. Pensamento sistêmico e complexo; 3. Superação das ideias do tecnicismo 4. Relações entre ciência e tecnologia; 5. Superação das visões tradicionais de ciência e tecnologia; 6. Valorização da interdisciplinaridade; 7. Valorização do conhecimento prévio do aluno.

Vale lembrar que esse quadro é apenas um exemplo de características encontradas nos trabalhos supracitados. No entanto nessa pesquisa esse quadro foi construído com as informações fornecidas pelos estudantes durante o CEK conforme será visto adiante.

Esses polos foram escolhidos tendo em vista a TCP, que afirma que os construtos sempre são dicotômicos, ou seja, um construto sempre possui outro oposto a ele. Dessa forma foi possível categorizar as informações obtidas e conseqüentemente permitiu uma análise das categorias que emergiram das entrevistas.

Todos os participantes tiveram que responder as perguntas realizadas pelo pesquisador, e após todos concluírem foi aberto o espaço para o debate acerca do tema: ciência, tecnologia e robótica educacional. Esses momentos foram registrados em áudio e após transcrição observamos as hipóteses antecipadas pelos estudantes.

No segundo encontro, o pesquisador entregou aos estudantes textos que exploram o uso do laboratório didático e a problematização no ensino de Física, e solicitou aos mesmos que realizassem a leitura para o encontro seguinte. Os textos (anexo 2) entregues foram: “Problematização e contextualização no ensino de Física” de Elio Ricardo, disponível no livro coleção ideias em ação – Ensino de Física, organizado pela Anna Maria Pessoa de Carvalho (pág.29). E “Novos rumos para o laboratório escolar de ciências” de Tarcísio Borges, disponível em <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/download/9896/9119>.

Também foi solicitado que os estudantes assistissem aos vídeos: “Pedagogia do cotidiano escolar”, disponível em: <https://youtu.be/P5LRA8P6-Qk>, com a intenção de fazê-los refletir sobre os problemas que os estudantes da rede básica de ensino enfrentam na sua relação com a escola. O pesquisador também solicitou aos estudantes que assistissem o documentário do Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física (LaPEF), intitulado “o problema do barquinho”, disponível em : <http://iptv.usp.br/portal/video.action?idItem=6272> produzido pela Universidade de São Paulo (USP), fruto de grupos de pesquisas que investigam a relação estabelecida entre estudantes no ensino por investigação.

A proposta do vídeo foi mostrar que existem outras formas de ensinar Física além do ensino tradicional. Estimulando os estudantes a observarem os fenômenos, criarem suas expectativas e desenvolverem o caminho adequado para a resolução do problema proposto. No vídeo em questão, é trazido o ensino de Física por investigação através de um problema proposto por uma professora e uma pesquisadora, onde estudantes da série primária reunidos em grupos, são “desafiados” a construir um barco que comporte o maior número de arruelas sem naufragar.

2ª Etapa – Investimento (dois encontros – quatro aulas)

Após concluirmos a antecipação, precisávamos agora partir para outra etapa – o investimento. Seria necessário prepararmos os estudantes para que seus construtos fossem colocados à prova. Ou seja, à medida que novas informações fossem trazidas para discussão, os construtos construídos ao longo da formação dos estudantes, na quarta etapa poderiam ser questionados por eles.

Essa etapa constou basicamente de três fases:

- a) Discutir a importância da problematização e do laboratório escolar no ensino de Física;
- b) Apresentar a robótica educacional dentro de contexto histórico-social, bem como sua aplicação e importância na sala de aula.
- c) Entrevista aos estudantes de acordo com as perguntas do apêndice 3.

O pesquisador ao iniciar essa etapa, percebeu que alguns estudantes não tinham realizado as leituras solicitadas no fim da antecipação. O mesmo necessitava naquele momento que os estudantes explorassem as ideias dos textos propostos, e para não haver prejuízo para a pesquisa, foi necessário realizar uma intervenção apresentando com a colaboração dos que já haviam lido os textos, as ideias principais. Assim houve uma apresentação do pesquisador com uso de recursos tecnológicos como notebook e datashow explicitando a classificação de laboratório didático segundo Borges (2002) e a problematização no ensino de Física.

Foram exibidos também os vídeos que o pesquisador no fim da antecipação solicitou que os estudantes assistissem. Em seguida houve uma discussão em torno do que foi vivenciado naquela aula. Na aula seguinte, o pesquisador retomou as perguntas do apêndice 3, que foram realizadas no encontro anterior e solicitou aos licenciandos que fizessem relação do que foi lido e assistido por eles com uma das questões. Essa questão descreve uma aula de Física ministrada por dois professores. Cada um deles usa uma abordagem metodológica diferente para trabalhar o mesmo tema – eletricidade. Esse momento também foi registrado em áudio para posterior análise.

Essa etapa foi construída esperando que os estudantes de Física percebessem que o laboratório de Física tradicional pode ser complementado com atividades que integrem não só a técnica, mas também os conceitos científicos contextualizados.

Após o fim dessa etapa, o pesquisador passou para a etapa seguinte. Os discentes foram postos em contato com atividades que integraram toda a discussão realizada anteriormente e os conhecimentos básicos de robótica educacional.

3ª Etapa – O encontro (três encontros – seis aulas)

Após as atividades da etapa anterior, o pesquisador conduziu os estudantes a terceira etapa do Ciclo da Experiência de Kelly. E para isso os trabalhos foram iniciados no LIFE. Muitos estudantes ainda não conheciam o espaço e nem tampouco as atividades que são realizadas pelo PET, PIBID, PARFOR e MNPEF.

Essa etapa foi dividida em três fases a), b) e c) (apêndice 4) com o objetivo de preparar os estudantes para as atividades práticas que seriam realizadas ao longo das aulas. A seguir será descrita cada fase bem como os objetivos das mesmas:

a) Essa fase foi iniciada a partir de uma explanação do contexto histórico e social em que surge a robótica, e os caminhos percorridos até chegar à educação. Para isso foi realizada uma apresentação com recursos de mídia (computador e datashow) com o objetivo de apresentar para os estudantes a presença da robótica em atividades cotidianas.

A apresentação foi realizada em duas aulas consecutivas. Os licenciandos interagiram e apresentaram os seus conhecimentos prévios para a discussão. Nesse momento, oito estudantes participaram das atividades, dois professores da universidade (ambos adjuntos do Departamento de Educação), quatro estudantes do curso de Licenciatura Plena em Matemática e um estudante colaborador do curso de Licenciatura Plena em Física da UFRPE. Para fins de pesquisa foram considerados apenas aqueles estudantes de Física que iniciaram e terminaram o ciclo participando de todas as atividades.

No fim da primeira fase foi entregue a cada licenciando um artigo científico que faz um paralelo entre ciência, tecnologia, robótica educacional e contemporaneidade. Foi solicitado a cada um deles que realizassem a leitura, para que na aula seguinte fosse possível iniciar uma discussão com as ideias centrais do texto. Esse texto foi apresentado no Congresso Iberoamericano de Ciência, Tecnologia, Inovação e Educação (Anexo 2).

b) Nessa fase composta por duas aulas, fizemos uma apresentação de alguns robôs montados e programados para realizar determinada tarefa. Um deles foi montado e programado para seguir uma trajetória determinada. Para o caso em questão foi uma linha reta utilizando sensores específicos conhecidos como fotodiodos.

Nessa fase foi apresentado para os licenciandos o manual didático pedagógico da LEGO e os manuais de montagem dos *kits* de Robótica nxt 2.0, os mesmos utilizados pelos estudantes da rede pública estadual de Pernambuco.

Foram discutidas as abordagens metodológicas da Lego e na aula seguinte, os trabalhos foram iniciados familiarizando os estudantes com a interface gráfica. Houve a apresentação da interface gráfica do ev3 pelo pesquisador com uso de recursos de mídia como o notebook e datashow. O pesquisador utilizou os computadores disponíveis no LIFE, e os estudantes em grupos, puderam construir uma programação específica para os robôs utilizando os materiais instrutivos disponíveis no laboratório.

É importante salientar que os *kits* disponíveis no laboratório, os ev3, não são os mesmos utilizados pelos estudantes da rede pública estadual, os nxt 2.0,

mas são bem semelhantes, apresentando apenas mudanças estruturais na interface. O pesquisador tentou aproximar o máximo possível as atividades vivenciadas pelos licenciandos com aquelas, executadas pelos estudantes da rede pública estadual.

Essa aproximação foi importante para o licenciando, enquanto futuro professor, observar um pouco os obstáculos e as possibilidades que a utilização de ferramentas tecnológicas pode trazer para o aprendizado da Física.

Em outro momento, foram apresentadas também as ideias de robótica educacional utilizando *hardware* livre, mais precisamente com a plataforma de prototipagem Arduino. O pesquisador mostrou para os discentes a IDE (Integrated Development Environment - Ambiente de Desenvolvimento Integrado), bem como a linguagem de programação básica, com as principais funções. O Arduino foi apresentado como uma alternativa para o ensino de Física mediado por uma plataforma de prototipagem aberta e barata, podendo ser usada de diversas formas no conhecimento de robótica.

c) E por fim, foi solicitado que os alunos montassem seus robôs com a finalidade dos estudantes pensarem em atividades de robótica voltadas para o ensino da Física. Em duplas, os mesmos iniciaram o processo de montagem seguindo não um roteiro determinado pelo pesquisador, mas, apenas os materiais dos próprios kits. Por questão de tempo, os sujeitos participantes da pesquisa e o pesquisador optaram por escolher montar os *kits* da LEGO ev3 disponíveis no laboratório, pois trabalhar com o Arduino necessitaria de um pouco mais de tempo na montagem e na programação.

Após as montagens, os licenciandos iniciaram na penúltima aula o processo de programação dos robôs. Depois de programados, houve uma culminância para apresentação dos mesmos, bem como uma breve discussão das dificuldades que encontraram. É importante lembrar que nesse momento tínhamos oito participantes na pesquisa.

Ainda no oitavo encontro foi solicitado aos estudantes que construíssem uma proposta de aula, com o objetivo de avaliar o alinhamento de atividades

propostas para uma sala de aula com as ideias de ciência, tecnologia e robótica educacional no ensino de Física. (apêndice 5).

4ª Etapa – Confirmação ou refutação das hipóteses (um encontro-duas aulas)

Essa etapa aconteceu no nono encontro e foi caracterizada pela retomada das perguntas iniciais da pesquisa. A ideia principal foi perceber se as hipóteses iniciais antecipadas pelos estudantes se mantiveram ou foram refutadas.

Para isso, aconteceu uma nova entrevista individual com os estudantes e foi observado se os construtos antecipados permaneciam após contato com o evento ou se os mesmos foram refutados. Solicitamos que cada estudante falasse sobre suas ideias de ciência e tecnologia (apêndice 6) e apresentassem seus planos de aula.

5ª Etapa – Revisão construtiva (um encontro–duas aulas)

A quinta etapa também aconteceu no nono encontro. Foi caracterizada pela apresentação das atividades dos estudantes e pela avaliação final dos encontros. Nessa etapa, conseguimos perceber se houve ou não revisão construtiva nos estudantes e quais os fatores que possivelmente contribuíram ou não para tal revisão.

Para Kelly (1963), nem sempre ocorre revisão construtiva mediante contato com o evento. O ativismo construtivo proposto pela TCP propõe que todas as pessoas são livres para manter seus construtos, ou alterá-los conforme sua necessidade. A ocorrência da revisão construtiva vai depender da relação do sujeito com o evento, e de que forma essa relação, ora estabelecida é suficiente para provocar mudança nos construtos antecipados pelo sujeito.

A seguir, será discutido o procedimento adotado para a análise dos dados da pesquisa e as relações que eles estabelecem que permitiu uma análise dos dados a luz da TCP.

4.5. Procedimento de análise dos dados.

As pesquisas em educação possuem características peculiares. Dessa forma um procedimento adequado para análise dos dados se faz necessário para melhor compreensão do problema investigado.

A utilização do Ciclo da Experiência de Kelly como ferramenta metodológica, não é garantia suficiente para que haja revisão construtiva com apenas uma aplicação do ciclo (FERREIRA, 2003). Até porque não foi o objetivo dessa pesquisa estudar minuciosamente cada construto no início e no fim do ciclo de forma exaustiva, pois isso exigiria um acompanhamento individual de cada estudante. E, além disso, teríamos que repetir e avaliar várias vezes o ciclo, a fim de garantir se houve mudança cognitiva no estudante, o que não seria adequado para um curso de Mestrado devido ao tempo disponível pelo programa.

Logo, a proposta foi apontar em que direção segue esses construtos dos estudantes dialogando com os resultados encontrados por outros pesquisadores.

Inicialmente procuramos transcrever as entrevistas. Para isso foi utilizado os programas Audacity versão 2.1 e Camtasia versão 8. Os mesmos serviram para melhorar a qualidade do áudio de forma a permitir a identificação dos participantes bem como as suas falas. Cada estudante quando respondia as perguntas, teve que falar seu nome em voz alta.

Sabendo que os construtos são sempre dicotômicos, ou seja, apresentam sempre um construto oposto, foram eleitos dois polos como referência: **ciência e tecnologia convencionais** e **ciência e tecnologia contemporâneas**. Nesse sentido, foi possível identificar quais são os construtos dos estudantes que apontam para esses dois polos.

Inicialmente foram analisadas as informações das entrevistas e uma vez identificadas, as informações foram enquadradas nos polos citados. Após o encontro com o evento, os estudantes foram novamente entrevistados e dessa vez tiveram que entregar e justificar os critérios para a construção dos planos de aulas solicitados pelo pesquisador.

Foi realizada uma análise criteriosa levando em consideração em qual direção dos polos os construtos apontavam antes e após as atividades realizadas seguida de uma interlocução com as visões apontadas por outros pesquisadores. No próximo capítulo, será apresentado em detalhes o resultado desse processo de investigação.

CAPÍTULO 5: ANÁLISE DOS DADOS

Nesse capítulo, serão apresentados os resultados da pesquisa realizada durante a aplicação do Ciclo da Experiência de Kelly em um grupo de oito estudantes do sétimo período do curso de Licenciatura Plena em Física da UFRPE.

Essa análise será dividida em dois momentos: O primeiro consta da análise da entrevista realizada no início da aplicação do ciclo, que foi chamado aqui de pré-teste e o segundo das entrevistas realizadas no fim do ciclo (pós-teste). Também foram analisadas as atividades solicitadas que consistiram em planos de aulas que os discentes elaboraram tomando como parâmetro uma sala de aula do ensino fundamental ou médio da rede pública de ensino. O tema escolhido para a aula proposta ficou a critério de cada um, desde que contemplasse atividades com robótica educacional.

5.1. Análise do pré-teste

Inicialmente foram escolhidos dois polos como referência já que o Ciclo da Experiência de Kelly foi utilizado como ferramenta metodológica. Os polos escolhidos foram: ciência e tecnologia convencionais e contemporâneas. Esses polos serviram para orientar a organização das categorias que foram identificadas durante a aplicação do CEK.

No início o pesquisador procurou identificar as categorias que emergiram da investigação, com a realização de uma entrevista com perguntas previamente elaboradas (apêndice 1 e 2). Cada estudante participou da entrevista e para fins de pesquisa cada um deles foi identificado da seguinte forma: Estudante 1, Estudante 2, e assim por diante.

O pesquisador inicialmente provocou os participantes com a finalidade inicial de compreender quais construtos relativos à ciência e tecnologia emergiria dos estudantes da graduação em Licenciatura em Física da UFRPE do sétimo

período. Cada um deles a partir do questionamento do mesmo pôde expressar suas ideias.

Após análise das respostas dos estudantes nessa etapa, foram elencadas duas categorias maiores: Uma que tem a ciência e tecnologia numa dimensão tradicional e outra de ciência e tecnologia com uma dimensão contemporânea. Pôde-se então dentro dessas duas dimensões, elencar os construtos que foram identificados inicialmente na fala dos estudantes, conforme quadro abaixo:

Quadro 10 - Construtos dos licenciandos em Física da UFRPE em relação à ciência e tecnologia

Ciência e tecnologia tradicionais	Ciência e tecnologia contemporâneas
1A. A tecnologia reduzida à ciência. A tecnologia procede da ciência ou vice versa.	1B. A tecnologia como um conhecimento que pode ser aliado da ciência.
2A. Só quem produz ciência são os cientistas.	2B. A ciência é produto da construção histórica e social.
3A. Ciência como um conhecimento disciplinar (área de investigação).	3B. Ciência como um conhecimento amplo (não disciplinar).
4A. Educação científica e tecnológica como meio de produção.	4B. Educação científica e tecnológica na compreensão de mundo.
5A. Ênfase apenas na técnica como produtora de conhecimento científico.	5B. Reconhece a técnica e o conhecimento científico na construção do conhecimento.
6A. A escola apenas reproduz ciência e tecnologia produzidos por outros.	6B. A escola produz ciência e tecnologia.

Como cada construto traz consigo outro oposto a ele, foram escritos na primeira coluna: ciência e tecnologia tradicionais e os construtos considerados se enquadrar melhor nessa categoria e os construtos opostos a cada um deles na categoria: ciência e tecnologia contemporâneas.

Assim, a ideia principal foi observar se no fim do ciclo, houve revisão construtiva em cada estudante em relação as suas ideias de ciência e tecnologia no início do CEK.

A seguir será exposta a análise das respostas de cada estudante e quais construtos acima estão relacionados às suas falas:

5.1.1. Análise das falas (pré-teste)

Foi solicitado que cada estudante inicialmente respondesse as perguntas presentes nos apêndices 1 e 2. Abaixo são descritas as falas dos mesmos que justificam os comentários e análises do pesquisador:

Estudante 1

1º trecho: “A ciência está em todo lugar e a tecnologia também. Ambas estão presentes na escola através dos celulares, computadores que os alunos utilizam sem saber os conceitos científicos e tecnológicos presentes neles [...]” (oc).

2º trecho: “Hoje a aula que o professor dá é a mesma aula de quarenta anos atrás [...]” (oc)

3º trecho: “[...] A tecnologia está na escola e serve para compreensão dos conceitos científicos [...]” (oc).

Fazendo a análise das respostas dadas pelo estudante 1, pode-se concluir que ele expressa suas ideias sobre ciência e tecnologia e percebe a utilização das mesmas no dia a dia. Acredita que a escola atual não está adequada para receber estudantes que utilizam a tecnologia por não ter se adaptado aos tempos modernos. Isso fica claro na sua fala no 2º trecho.

No 3º trecho é possível identificar que o mesmo compreende que a tecnologia se reduz apenas a utilização de aparatos tecnológicos. Enfatiza que os alunos utilizam aparelhos como celulares, computadores etc, sem ao menos atentarem para os conceitos científicos e tecnológicos presentes nos mesmos (trecho 1).

Partindo de suas afirmações, o estudante 1 pode ser identificado no polo ciência e tecnologia tradicionais. Em sua fala, percebe-se a sua credibilidade nas ideias de redução da tecnologia a ciência como se uma fosse apenas produto da

outra. Logo, os construtos identificados permite classificá-los nos itens 1A e 5A (quadro 10).

Estudante 2

Trecho 1: “Olhando pela parte tecnológica como o colega * falou, temos a tecnologia , mas os professores não estão preparados para usar isso dentro da escola [..]”. (oc)

Trecho 2: “Hoje não existe desculpas para não usar a tecnologia, o que falta é saber usar [...]”.(oc)

Trecho 3: “A ciência tem sua fonte hoje na escola. A ciência produz tecnologia. Sem os conhecimentos da ciência não tem tecnologia. A tecnologia é a ciência aplicada[...]”.(oc)

O estudante 2, demonstra a sua compreensão sobre ciência e tecnologia (trecho 3) . Em sua fala fica claro que reconhece a importância das mesmas na sociedade. Concebe a escola como o cerne da ciência e tecnologia, e aponta as dificuldades que os professores encontram em alinhar as duas, principalmente na utilização de aparatos tecnológicos em sala para ministrar suas aulas (trechos 1 e 2).

Fica evidente em sua fala, que o mesmo apresenta um perfil de estudante que acredita que a tecnologia é fruto do conhecimento científico. Reduz a tecnologia a ciência, e faz a sua arguição da tecnologia como um conhecimento apenas presente em aparatos tecnológicos. Logo, de acordo com sua fala, o estudante apresentou construtos 1A e 5A, (quadro 10).

Estudante 3

Trecho 1: “ Hoje existe uma cobrança dos alunos para com os professores e também existe a necessidade de qualificação dos professores para usar tecnologias dentro da sala de aula para fazer com que os alunos acessem os conhecimentos da ciência [...]”. (oc)

Trecho 2: “ A ciência e a tecnologia são importantes na sala de aula. O que se vê

hoje são professores que precisam de formação e alunos querendo usar as tecnologias na sala de aula. Os professores não sabem utilizá-la e quando utilizam não fazem pensando em melhorar a compreensão do aluno [...].” (oc)

Trecho 3: “A tecnologia é a ciência aplicada como falou o colega. (refere-se ao estudante 2) [...]”.

O estudante 3 enfatiza a importância da ciência e tecnologia na sociedade e não tenta conceituá-las. Em sua fala, fica claro a sua visão reducionista, pois a tecnologia é vista por ele como uma mera aplicação de conhecimentos científicos (trecho 3).

Critica a limitação imposta aos professores nas escolas que não oferecem formação adequada para professores (trechos 1 e 2) e acredita que a formação é essencial para que a prática docente com tecnologia melhore o acesso ao conhecimento científico.

Esse estudante percebe a necessidade que a sociedade tem em relação aos conhecimentos científicos e tecnológicos. E também argumenta que é precária a iniciativa da escola básica na formação dos estudantes devido à falta de formação dos professores da rede pública e particular de ensino. Portanto, foi identificada em sua fala a prevalência do construto 1A, por reduzir à tecnologia a ciência (quadro 10).

Estudante 4:

Trecho 1: “[...] Temos que primeiro saber o que é ciência. Por que ciência é uma coisa bem ampla [...]. A ciência pode ser a Física, a Matemática [...]”(oc).

Trecho 2: “[...] através da ciência pode-se criar tecnologia [...]”(oc).

O estudante tenta definir ciência e tecnologia. Afirma que o conceito de ciência não é algo tão simples. Essa informação fica clara no trecho 1.

É perceptível na fala do estudante que a ideia ciência assume uma dimensão disciplinar. Entende que a ideia de ciência está associada à disciplinaridade, ou seja, a campos do conhecimento como a Física, a Matemática, não levando em consideração as relações que elas estabelecem com a sociedade para que o ser humano compreenda o mundo em que vive (trecho 1).

Também apresenta a tecnologia como produto da ciência (trecho 2). Nessa fala percebe-se um reducionismo do termo tecnologia que leva a entender que esse estudante se enquadra no polo “ciência e tecnologia tradicionais”, pois os construtos do quadro 10 (itens 1A e 3A) são perceptíveis. A ciência é fruto da tecnologia e a mesma é disciplinar para esse estudante.

Estudante 5

Trecho 1: “[...] tem duas coisas que relaciona ciência, tecnologia e escola, enfim. Acho que a tecnologia na escola pode ser de duas maneiras: na utilização e na produção de tecnologia. E eu acho que na parte da utilização, ainda que seja fraco, se utiliza. Já chegou o *kit* de robótica, os professores já utilizam vídeos educativos, laboratórios [...]”(oc).

Trecho 2: “ A escola de hoje apenas se limita a utilizar a tecnologia, não produz por que não é estimulada a isso e a população permanece sem conhecimento”.

Esse estudante, apresenta ideias de ciência e tecnologia como meio de produção. Acredita que somente os cientistas hoje produzem ciência devido a precariedade da escola e, além disso, tenta definir ciência e tecnologia, tendo como parâmetro a comunidade escolar.

Apresenta-se bem crítico em relação à forma como a ciência e a tecnologia, são abordadas na escola. Faz crítica a escola pela sua precária estrutura na formação científica e tecnológica dos estudantes da rede básica de ensino (trecho 1).

Também chama a atenção para a formação inicial do professor. Acredita que a formação inicial, está posta em modelo paradigmático que pouco contribui para as necessidades do contexto histórico social atual.

Em sua fala, afirma que o meio de produção e a utilização da tecnologia estão ligados a escola, havendo uma diferença na produção e na utilização da tecnologia (trecho 1)

Reconhece também a falta de conhecimento da população sobre ciência e tecnologia e atribui tal problema a formação deficitária na escola básica. Segundo ele a escola de hoje não produz tecnologia (trecho 2)

Logo, os construtos identificados na antecipação desse estudante podem está associados a sua formação acadêmica e seu contexto de sala de aula, pois o mesmo atua como aluno mestre em uma escola da Região Metropolitana do Recife. Assim, os construtos apresentados por esse estudante são 2A, 4A e 6A do quadro 10.

Estudante 6:

Trecho 1: “ Eu concordo com o que a colega falou (refere-se ao estudante 5) que o sistema hoje foca só a produção”.

Trecho 2: “[...] A educação é apenas estatística, principalmente para o governo. Isso não é só em termo de escola pública, mas também nas escolas particulares. Elas precisam fazer com que os professores elaborem ações com o menor custo possível para poder ganhar o lucro, se não ela não sobrevive [...] [...] mudar o currículo é primordial [...]”(oc).

Trecho 3: “[...] A tecnologia é um produto da ciência. Mas, a tecnologia facilita a aprendizagem da ciência. Quanto maior for à ciência, uma tecnologia maior agente vai produzir [...]” (oc).

Inicialmente o estudante concorda com seus colegas na questão da deficiência na formação dos professores. Deixa claro em sua fala, a ineficiência do currículo em não se adaptar a necessidade atual da sala de aula (trecho 1).

Em seguida dá ênfase ao paradigma da ciência e tecnologia como meio de produção e o paradigma do reducionismo da tecnologia a ciência nas suas exposições (trechos 1 e 2 e 3). Logo, os construtos associados a esse estudante estão relacionados através dos itens 1A e 4A, do quadro 10.

Logo, esse estudante, tenta definir claramente os conceitos de ciência e tecnologia, deixa clara a sua impressão em relação a esses dois tópicos, bem como a existência dos seus construtos, que o mesmo elenca como paradigmas que é preciso romper.

Estudante 7:

Trecho 1: “ A escola hoje não abarca a tecnologia. Ela ficou para as escolas técnicas e universidades, locais onde se fabrica tecnologia”(oc).

Trecho 2: “[...] Não estamos sendo preparados para atuar nesse contexto científico e tecnológico onde estão as escolas [...]”(oc).

Tenta se posicionar em relação às perguntas realizadas pelo pesquisador sobre ciência e tecnologia. Não define ciência e tecnologia, mas deixa clara a sua ideia das mesmas enquanto meio de produção, e dá ênfase a técnica como produtora de conhecimento, conforme quadro 10 (item: 4A e 5A). Esses construtos identificados revelam a existência de vários paradigmas que existem entre os estudantes e professores apontadas na literatura. Entre eles, que nos primórdios a tecnologia foi usada como ferramenta e hoje supera a ciência (trecho 1).

Faz uma crítica ao sistema de ensino e a sua própria formação (trecho 2) citando que a universidade não está preparando bem os licenciandos para atuarem como professor na rede de ensino básico devido as limitações existentes na formação científica e tecnológica.

Estudante 8:

Trecho 1: “[...] toda ciência de base precisa ter um impacto social senão é descartada [...]”(oc)

Trecho 2: “[...] se a ciência e a tecnologia não tiverem um impacto social, não é financiada [...]”(oc).

Trecho 3: “[...] tecnologia é a ciência aplicada [...] [...] na escola é assim, na universidade também[...]”.

Inicia a sua fala dando ênfase ao impacto social que os conhecimentos da ciência devem causar para manterem-se aceitos na comunidade acadêmica. Apesar de se aproximar mais em seus construtos da ciência contemporânea ao dá ênfase ao aspecto social da mesma (trecho 1). Apresenta por vezes em sua fala, o paradigma da ciência como produção (trecho 3).

Em alguns momentos afirma que não existe ciência e tecnologia sem financiamento (trecho 2). Nesse fragmento percebe-se na fala do estudante, o paradigma da ciência e da tecnologia enquanto meio de produção, caracterizando aquilo que segundo ele é o que acontece no contexto das universidades.

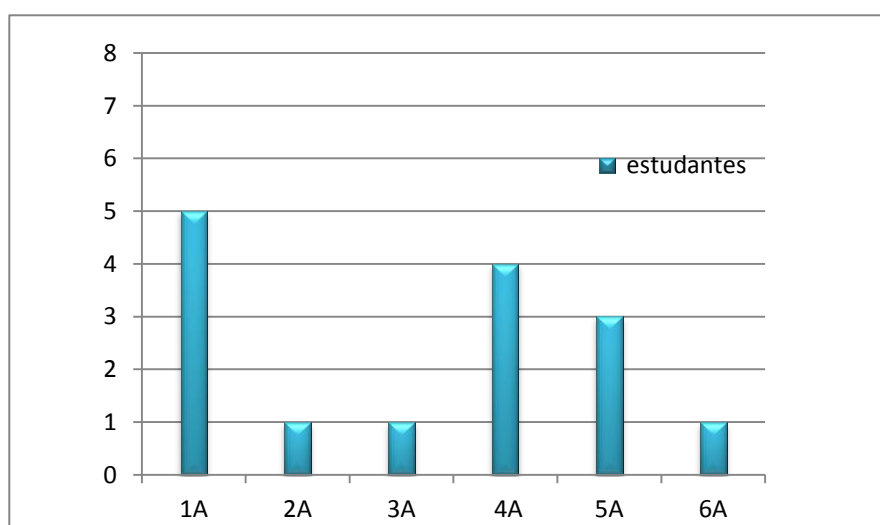
Logo, o estudante 8, apresenta os construtos relacionados a ciência e tecnologia de acordo com o quadro 10 (item 4A). Apesar de se aproximar mais em relação aos demais estudantes, do pensamento complexo de ciência como produto da construção humana.

Após a análise de suas falas, os estudantes foram distribuídos de acordo com as repostas apresentadas anteriormente através do quadro 11:

Quadro 11 - Relação construtos e estudantes

Ciência e tecnologia tradicionais	Estudantes
1A. A tecnologia reduzida à ciência.	1,2,3,4 e 6
2A. Só quem produz ciência são os cientistas.	5
3A. Ciência como um conhecimento disciplinar (área de investigação).	4
4A. Educação científica e tecnológica como meio de produção.	5,6,7 e 8
5A. Ênfase maior na tecnologia como produtora de conhecimento	1, 2 e 7
6A. A escola apenas reproduz ciência e tecnologia, produzidos por outros.	5

Todos eles apresentaram nessa etapa, construtos que estão relacionados ao polo ciência e tecnologia tradicionais e um estudante mostrou ter em alguns momentos uma visão diferenciada ao tentar contextualizar a ciência e a tecnologia como construção humana. No gráfico abaixo temos uma distribuição da quantidade de estudantes em relação aos construtos identificados:

**Gráfico 1:** Construto x quantidade de estudantes. (1ª etapa do CEK)

De acordo com o gráfico acima, percebe-se que a maior parte dos estudantes demonstraram em suas falas, construtos relacionados ao item 1A, sendo 2A, 3A e 6A os menos citados.

A seguir será realizada a análise do pós-teste, realizado último encontro com os estudantes de Física. Nesse momento, oito estudantes participaram da entrevista realizada.

5.2. Análise do pós-teste

Nesse momento será analisada a quarta e a quinta etapa do ciclo de Kelly. No entanto, é importante salientar que esse ciclo foi realizado apenas uma vez e que, portanto, como foi mencionado anteriormente não temos a pretensão de afirmar se houve exatamente mudança nos construtos, mas em que direção os construtos dos estudantes apontam no fim do ciclo.

Assim, cada estudante teve que responder as perguntas propostas para esse momento (apêndice 6). Também foram analisadas atividades realizadas pelos mesmos no fim do ciclo que constou de um plano de aula realizado de forma individual, em dupla ou em trio com a intenção de colocar os estudantes com os mais variados construtos na discussão de como eles deveriam elaborar atividades com a utilização da robótica educacional para alunos do ensino fundamental e médio.

Na quarta etapa do CEK o pesquisador solicitou a apresentação do plano de aula com as suas devidas justificativas. Os mesmos deveriam fazer relação das atividades com as ideias de ciência e tecnologia discutidas ao longo do CEK, além de servir de proposta para ser utilizada em sala de aula do ensino médio.

A escolha do tema das atividades ficou a critério dos estudantes, desde que contemplasse algum conteúdo da Física com utilizando Lego ou Arduino. As atividades propostas pelos estudantes encontram-se no anexo 1 .

5.2.1. Análise das falas (pós-teste)

Estudante 1

Trecho 1: “[...] É importante que os alunos sejam eles da escola ou da universidade, visualizem os problemas que eles estudam na Física através de instrumentos como a robótica [...]”(oc).

Trecho 2: “ [...] A ciência serve para melhorar os conhecimentos tecnológicos [...]”(oc).

Trecho 3: “[...] Tecnologia é patente, ciência é patente! Se vende ciência e tecnologia [...]”.(oc)

Trecho 4: “[...]Os modelos comerciais de ciência e tecnologia não deixam tão claro o conceito de tecnologia para que se produza mais ciência visando o desenvolvimento humano, não é só o aspecto econômico”(oc).

O estudante 1, nesse momento percebe a ciência e tecnologia como duas vertentes que podem contribuir para o aprendizado do aluno da rede básica e superior de ensino (trecho1). Também fala da mesma como um meio de produção (trecho 3) o que não foi explicitado no início do CEK.

Fica claro em sua fala o paradigma da redução da ciência a tecnologia, afirmando que uma existe a partir da consolidação da outra (trechos 2 e 4). O mesmo estudante apresentou em relação à primeira etapa, uma leve mudança que indica que houve substituição do construto 5A (ênfase apenas na técnica como produtora de conhecimento científico) pelo construto 5B (Reconhece a técnica e o conhecimento científico na construção do conhecimento) (quadro 10). No entanto, em relação ao construto 1A, não houve mudança.

Apresenta o seu plano de aula que tem por tema: “Robótica educativa - estudo de conceitos físicos: velocidade média”. Inicia sua fala trazendo a importância dos *kits* de robótica educacional como ferramenta aliada na aprendizagem de conceitos da Física:

Propõe que características dos robôs devem ser alteradas para que os alunos obtenham soluções para os seus problemas. Entende que os alunos devem

solucionar problemas propostos pelo professor e que os mesmos devem utilizar ferramentas tecnológicas como um meio que pode favorecer a aprendizagem.

Dá ênfase também a participação ativa dos estudantes em atividades cooperativas, onde as ideias individuais são valorizadas em um trabalho de equipe.

Estudante 2

Trecho 1: “[...] A tecnologia vem da ciência. E a ciência se aprimora cada vez mais, por causa da tecnologia. Mas, no ensino médio, o que é mais barato, aplicar a ciência ou aplicar a tecnologia? [...] A ciência é mais barata do que a tecnologia [...]” (oc).

Trecho 2: “Os estudantes na atividade usarão a tecnologia para explicar a ciência [...]” (oc).

Fica claro que o referido estudante, não mudou em relação aos construtos iniciais. Ele manteve-se com as mesmas ideias no início do ciclo (trechos 1 e 2). A ciência é vista por ele como alicerce da tecnologia colaborando para o seu crescimento, configurando a redução de uma em relação à outra. Logo os construtos mencionados inicialmente (1A-tecnologia reduzida a ciência ou vice versa) e (5A-ênfase maior na tecnologia como produtora do conhecimento) mantiveram-se constantes no fim do ciclo.

Em relação ao plano de aula elaborado, o estudante inicia sua explanação com o título: “Construir um robô de rodas” falando da importância de explorar o raciocínio lógico dos estudantes. Propõe trabalhar atividades de robótica com a problematização, partindo daquilo que ele já sabe. No entanto dá ênfase maior a técnica. Isso é visível no seu plano de aula (anexo 1).

No entanto, houve avanços quando mesmo propõe trabalhar com problemas nas aulas de Física para despertar a curiosidade dos estudantes. Defende ainda a ideia de laboratório livre como ferramenta de aprendizagem da Física e afirma que é importante que os profissionais tenham habilidades para lidar com esse mundo tecnológico.

Apesar dos seus construtos iniciais permanecerem os mesmos, as ideias citadas acima levam a uma indicação de que esse aluno reconhece a importância do laboratório livre como ferramenta de aprendizagem nas aulas de ciência.

Estudante 3

Trecho 1: “[...] Ciência e tecnologia são coisas diferentes, embora a ciência sempre esteja trabalhando em prol da tecnologia. O que não atrela o surgimento da tecnologia a ciência. O surgimento da tecnologia não está ligada a ciência [...]” (oc).

Trecho 2: “[...] A ciência não é a base para tecnologia! Uma não é produto da outra. A tecnologia pode ser empregada para manipular e conhecer a ciência”. (oc).

Na primeira fase do CEK, o estudante através de sua fala, apresentou ideias de que a tecnologia pode ser reduzida a ciência (construto 1A). No trecho anterior é evidente que houve mudança no fim do ciclo em relação ao construto inicial. Logo, é possível afirmar que o estudante compreende que a tecnologia pode ser um forte aliado da ciência, e não existe uma dependência de uma em relação à outra (trecho 2). Assim pode-se concluir que houve uma substituição do construto 1A para o construto 1B.

Em relação ao seu planejamento o estudante começa a sua apresentação dando maior ênfase a técnica. O tema escolhido foi: “velocidade média”. Segundo ele o plano de aula foi construído buscando despertar nos estudantes do ensino básico o raciocínio lógico na resolução de um problema. Afirma que o professor deve propor que os estudantes resolvam problemas através do ensino por problematização e investigação.

Estudante 4

Trecho 1: “[...] É preciso que os alunos percebam que é importante entender o que é ciência e o que é tecnologia, não apenas da forma que é mostrada na escola

ainda hoje [...]” (oc).

Trecho 2: “[...] É necessário unir a ciência e a tecnologia, uma para ajudar a explicar a outra[...]”(oc).

Em sua fala é percebida a necessidade de mudança na forma como ciência e tecnologia, são abordadas em sala de aula (trecho 1). Afirma que a falta de estrutura no sistema da rede básica de ensino e universidades é notória e que por isso, muitas vezes os professores com ideias inovadoras acabam por fazer exatamente o que outros fazem há anos de forma bem tradicional.

Também afirma que a ciência não deve ser reduzida apenas a um conhecimento disciplinar, por área de investigação, mas sim um conhecimento aliado à tecnologia (trecho 2). Nesse trecho não aparece mais a dependência da ciência a tecnologia, conforme explícito pelo mesmo no início do ciclo.

Já na apresentação do plano de aula construído com o estudante 3, enfatiza também a técnica. O mesmo propõe que a partir do momento em que os estudantes da rede básica iniciam a montagem dos robôs estão utilizando tecnologia. Diz que é importante desafiar os alunos na tentativa de encontrar soluções para a resolução de problemas em equipe.

Logo, pode-se concluir que houve mudança em relação aos construtos iniciais apresentados. No início do ciclo, o mesmo apresentou os construtos 1A (A tecnologia reduzida à ciência), e o construto 3A (Ciência como um conhecimento disciplinar). Após o ciclo, houve mudança nos construtos evidenciados pelas falas do estudante citadas anteriormente, passando agora a 1B (A tecnologia como um conhecimento que pode ser aliado da ciência), e 3B (Ciência como um conhecimento amplo, não disciplinar).

Estudante 5

Trecho 1: “[...] ciência e tecnologia são como uma árvore. A árvore é a ciência, ela dar frutos que é a tecnologia. [...] Aí os frutos caem e alimenta a própria ciência . A

ciência dar seus frutos! Em nosso caso em questão a tecnologia [...]”. (oc).

Trecho 2: “[...] A ciência é um ciclo, a tecnologia é um ciclo e todos nós fazemos parte deles. Os alunos devem entender que eles também fazem parte do ciclo [...]. todos ajudaram na construção da ciência e na tecnologia que temos hoje”(oc).

Trecho 3: “[...] O que é mais valorizado é a tecnologia do que a ciência! O que não deveria ser [...]” (oc).

No trecho 1, é perceptível na analogia da ciência, tecnologia e a árvore que o estudante fez, a concepção de que a tecnologia provém da ciência. Ideia essa não manifesta no início do ciclo, reproduzindo o paradigma da redução da tecnologia a ciência.

Em sua fala no início do CEK, as ideias iniciais sobre ciência e tecnologia foram classificadas de acordo com os construtos 2A, 4A e 6A. No fim do CEK, percebe-se claramente evolução nos construtos 2A (só quem produz ciência são os cientistas), para o 2B (a ciência é produto da construção histórica e social). Essa mudança foi percebida através de sua fala no fragmento do trecho 2.

Ainda, se mostrou contra a ideia que defende ciência e tecnologia como duas vertentes que servem como meio de produção. Cita que as mesmas são produzidas, visando apenas o desenvolvimento havendo prevalência de uma sobre a outra (trecho 3).

Em relação ao plano de aula proposto, o estudante iniciou a apresentação do mesmo com o título: “Leis de Newton”, dando ênfase ao ensino de Física por investigação. Destacou que é importante utilizar a tecnologia para explicar alguns conceitos da Física, quando afirma que: “[...] A tecnologia na sala de aula surge exatamente da necessidade de resolver um problema [...]” (oc). Essa afirmação leva a conclusão de que o estudante acredita em tecnologia como apenas um conhecimento que pode ser aplicado quando necessário.

Logo em relação ao construto 4A (Educação científica e tecnológica como meio de produção), não houve mudança no fim do ciclo.

Em relação ao construto 6A (A escola apenas reproduz ciência e tecnologia, produzidos por outros), houve mudança em relação ao construto apresentado no início do ciclo. O estudante dá ênfase na colaboração de todos, inclusive pelos estudantes da rede básica de ensino. Cita exemplos de escolas que atuam constantemente na produção científica e tecnológica junto a universidades e parceiros da escola.

Assim é possível afirmar que o mesmo acredita que é possível a escola produzir ciência e tecnologia, não sendo apenas um meio reprodutivista. Logo, houve evolução em relação ao construto 6A para o 6B (A escola produz ciência e tecnologia)(quadro 10).

Estudante 6

Trecho 1: “[...] A tecnologia é um fruto da ciência! Sem ciência não se consegue desenvolver tecnologia [...]”(oc).

Trecho 2: “[...] A tecnologia ajuda a explicar a ciência[...]”

Trecho 3: “[...] As duas são entrelaçadas de forma que uma pode ser usada como base e a outra como ferramenta[...] [...] Na escola elas devem ajudar o aluno a construir conhecimento[...]”

Esse estudante apresenta nos trechos 1, 2 e 3, ideias que demonstra acreditar que a ciência e a tecnologia existem em uma relação de desigualdade, de reducionismo de uma a outra, ou de ferramenta necessária para os conhecimentos que são produzidos por ambas. Dá ênfase maior a ciência do que a tecnologia, e acredita ser necessária a compreensão de suas relações através dos fenômenos que se manifestam no mundo.

Põe a ciência e a tecnologia como duas correntes que aliadas são forças importantes dentro da escola estabelecendo uma ponte na construção do conhecimento científico e tecnológico.

Em relação aos construtos identificados na primeira etapa do CEK, pode-se afirmar que não houve mudanças em relação ao construto 1A (A tecnologia reduzida à ciência), pois, a mesma ideia foi mantida no fim do ciclo. No entanto, houve avanços em relação ao construto 4A (Educação científica e tecnológica como meio de produção) para a o construto 4B (Educação científica e tecnológica na compreensão de mundo). O estudante demonstrou através de sua fala que é importante que os estudantes compreendam importância da ciência e tecnologia em situações do cotidiano, na compreensão de mundo.

Estudante 7

Trecho 1: “[...] Só há investimento na ciência para atender a demanda da tecnologia! A ciência só existe para atender uma particularidade da tecnologia [...]” (oc).

Trecho 2: “[...] É importante que a escola fale de ciência e tecnologia, como duas vertentes que tem relação com o ambiente, com a escola, com a comunidade do aluno [...]” (oc).

O estudante 7 inicia sua fala acreditando que a ciência e a tecnologia existem em um processo de reducionismo de uma a outra (trecho 1). Esse construto foi observado no início do CEK e manteve-se no fim.

Acredita também que existem relações entre ciência e tecnologia, nos campos: sociais, econômicos e políticos. Mas, que as mesmas contribuem para a formação de um indivíduo que busca compreender o mundo que o cerca (trecho 2).

Logo, é possível fazer algumas conjecturas relativas à sua fala no fim do CEK. O estudante no início do ciclo, foi classificado por se enquadrar bem nos construtos 4A (Educação científica e tecnológica como meio de produção) e 5A (ênfase apenas na técnica como produtora do conhecimento). Em relação ao

construto 4A, o estudante manifesta ideia contrária àquela que o mesmo tinha citado no início do CEK (trecho 2) enquanto que no construto 5A, a ideia inicial manteve-se no fim do ciclo.

Na apresentação do seu plano de aula Inicia falando da importância da inserção de atividades que contemple o contexto histórico do estudante da rede básica. Explora o tema eletricidade trazendo para a discussão conteúdos programáticos da Física que estão presentes no currículo da escola. Em sua fala deixa clara a importância da problematização nas aulas, estimulando a pesquisa para a solução da problemática exposta pelo professor.

Assim, houve mudança em relação ao construto 4A para o construto 4B ao final do ciclo. No entanto, o mesmo ainda permanece com o construto 5A, por dá ênfase maior a técnica em detrimento da tecnologia. Acredita que uma está apenas produzindo conhecimento para atender a necessidade da outra.

Estudante 8

Trecho 1: “[...] Os estudantes usarão a tecnologia nas atividades para explicar a ciência [...]”(oc).

Trecho 2: “[...] O professor em sala de aula precisa trabalhar ciência e tecnologia juntas, mais em perspectivas diferentes na tentativa dos seus alunos estabelecerem o senso crítico [...]” (oc).

Inicia sua fala sobre atividade elaborada, dando maior ênfase a técnica (trecho 1). Em seguida estabelece uma relação de dependência entre as duas afirmando que os conhecimentos não são independentes, mas estão numa relação única de melhorar a qualidade de vida do ser humano e na compreensão dos fenômenos que acontece em nossa volta.

Acredita na possibilidade do professor ser o mediador entre os conhecimentos científicos e tecnológicos (foi percebido isso em sua fala no trechos 2). No início do CEK, o estudante apresentou em sua fala ideias que nos permitiram classifica-lo de acordo com o construto 4A (Educação científica e

tecnológica como meio de produção). No entanto, ao fim do ciclo percebemos que houve mudança em sua fala, atentando mais para uma educação científica e tecnológica que permite ao ser humano compreender em uma dimensão mais ampla o mundo que o cerca. Logo, houve evolução do construto 4A no início para o 4B no fim do ciclo.

No gráfico abaixo temos um resumo dos construtos que apareceram durante a última fase do CEK. Sendo o de maior prevalência entre os estudantes o construto 4B, seguido do construto 1B.

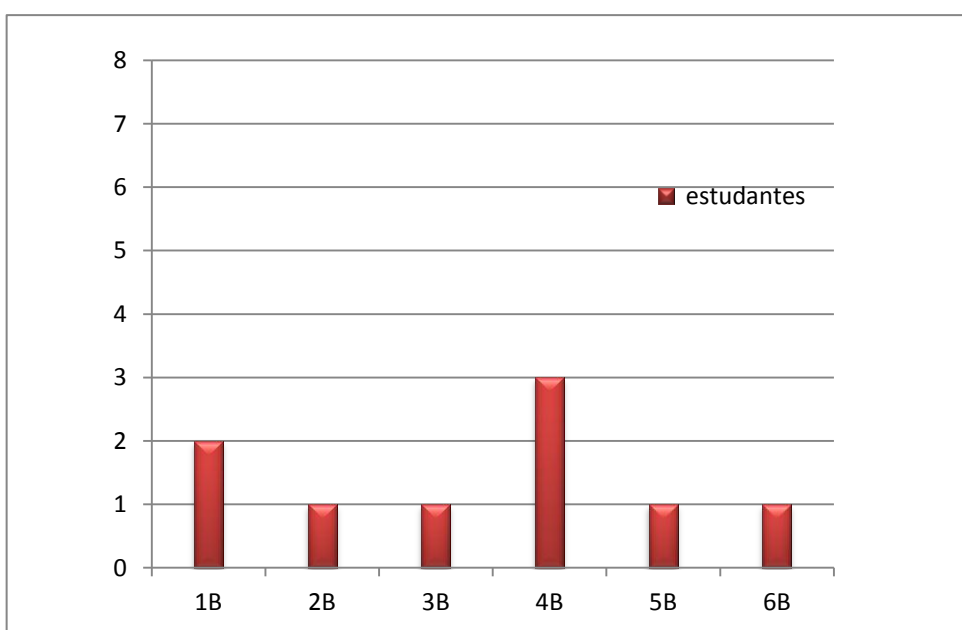


Gráfico 2: Construto x quantidade de estudantes (última etapa do CEK)

A seguir serão apontadas as possíveis visões de ciência e tecnologia identificadas durante a pesquisa. É importante lembrar, como foi discutido na metodologia, que os resultados apontam possíveis visões dos estudantes licenciandos em Física.

5.3. Possíveis visões de ciência e tecnologia identificadas na fala dos estudantes durante o CEK

Após a análise das falas dos estudantes durante o CEK, percebe-se que houve variação nos construtos em sete dos oito estudantes que participaram da pesquisa. O quadro abaixo apresenta melhor essa variação de construtos chamados por Kelly de Alternativismo Construtivo.

Na coluna vertical, indica-se o estudante. Nas horizontais, os construtos apresentados por ele no pré-teste e no pós-teste. Os construtos que foram substituídos estão grafados em preto, e aqueles que se mantiveram em vermelho.

Quadro 12 - Relação construtos e estudantes no pré e no pós-teste.

estudante	pré-teste	pós-teste
1	1A	1A
	5A	5B
2	1A	1A
	5A	5A
3	1A	1B
4	1A	1B
	3A	3B
5	2A	2B
	4A	4A
	6A	6B
6	1A	1A
	4A	4B
7	4A	4B
	5A	5A
8	4A	4B

De acordo com o quadro acima podemos fazer algumas observações:

- 1) De oito estudantes que fizeram parte da pesquisa, sete deles tiveram pelo menos um de seus construtos alterados no fim do ciclo. Logo, houve substituição em pelo menos um dos construtos em 87,5% da amostra. Sendo então o CEK uma ferramenta metodológica adequada para essa pesquisa;
- 2) No início do CEK, o construto mais citado foi o construto 1A (62,5% da amostra). No entanto, não houve substituição do mesmo no fim do ciclo em todos os estudantes que o citaram (25% da amostra apenas);
- 3) O construto 4A, foi citado por quatro estudantes (50% da amostra) no início do ciclo. O mesmo não foi substituído por todos eles no fim do CEK, mas apresentou a maior substituição em relação aos demais construtos. Foi observado que três estudantes (37,5% da amostra) substituíram o construto 4A por 4B;
- 4) Um estudante manteve os mesmos construtos no início do CEK;
- 5) Três estudantes citaram os construtos no início do CEK; 2A, 3A e 6A (cada construto citado por um estudante). Houve substituição em todos eles no fim do ciclo, sendo citados os construtos 2B, 3B e 6B.

Segundo Kelly (1963), todos possuímos construtos que são passíveis de mudanças mediante uma nova experiência. O alternativismo construtivo é o que permite que cada indivíduo possa substituir ou manter suas réplicas antecipadas, pois todas as representações estão sujeitas a revisões na estrutura cognitiva.

Assim, com os resultados apresentados anteriormente é possível realizar algumas conjecturas apontando em que direção segue os construtos apresentados pelos estudantes no início e no fim do CEK.

A seguir serão descritos quais as evidências que podem justificar uma possível visão de ciência e tecnologia de cada estudante participante da pesquisa, no pré-teste e no pós-teste.

O estudante 1 – De acordo com suas falas no início e no fim do ciclo, considerando os construtos que foram mantidos e aqueles que foram substituídos, é possível apontar que esse estudante no pré-teste, apresentou uma possível visão de ciência e tecnologia reducionista, pois reduz à tecnologia a ciência e ainda acredita que uma é apenas utilizada como ferramenta para o desenvolvimento da outra.

Essa visão reducionista é encontrada na literatura como visão descontextualizada de ciência e tecnologia. Pois, nesse tipo de visão não se reconhece a importância histórica e cultural que ambas tiveram no processo de desenvolvimento e nem tão pouco as contribuições para melhoria da qualidade de vida da humanidade. Existe apenas uma relação de dependência e não uma relação de necessidade entre os conhecimentos. O contexto histórico e cultural não tem importância.

Também foram encontrados no pré-teste, indícios de que o mesmo acredita que a ciência deve seguir um método científico rigoroso. Essa visão é apontada como visão rígida algorítmica e infalível de ciência e tecnologia. Nesse tipo de visão existe uma forma única de fazer ciência, um padrão aceito pela comunidade acadêmica como verdade absoluta.

Já no pós-teste, composto por uma entrevista e material elaborado pelo estudante – o plano de aula (anexo 1), ainda conseguimos identificar resquícios de que o mesmo manteve sua ideia inicial de visão descontextualizada de ciência e tecnologia, mas houve mudança em relação a visão rígida algorítmica apresentada no início do CEK. Percebe-se na fala do estudante que o mesmo reconhece a necessidade da ciência e tecnologia para que o ser humano compreenda o mundo que o cerca. Defende também a ciência por investigação. Isso evidencia sinais de inclinação para uma visão de ciência e tecnologia menos tradicional e mais contemporânea.

Estudante 2 - Durante o CEK, mostrou-se mais rígido em relação aos demais no que tange aos seus construtos apresentados no início e no fim do ciclo. Foi identificado no pré-teste indícios em suas falas que indica a presença de uma visão descontextualizada de ciência e tecnologia por apresentar ideias de reducionismo de uma em relação à outra. O estudante deixa bem claro que a tecnologia é fruto do conhecimento científico.

No pós-teste, esse estudante apresentou um tecnicismo muito forte presente em sua fala. Isso pode ser evidenciado também no plano de aula elaborado com o colega com ênfase maior no fazer e manipular (a técnica). No entanto, reconhece a importância histórica e cultural que a ciência e a tecnologia adquiriram ao longo do tempo apontando assim para uma leve mudança em

relação a sua visão anterior para uma visão mais contextualizada e contemporânea, mas a sua visão em relação aos construtos iniciais foi mantida.

Estudante 3 - No pré-teste, o estudante apresentou em sua fala forte indicação da presença do reducionismo da tecnologia a ciência. Esse paradigma leva a construção da visão descontextualizada de ciência e tecnologia.

No entanto, durante o ciclo foi observado algumas mudanças no mesmo em relação a esse paradigma. No pós-teste, o estudante deu evidências através de sua fala, que essa ideia tinha sido desconstruída. Isso foi percebido quando o mesmo afirmou que: “A ciência tem suas particularidades e a tecnologia também. Cada uma desenvolve conhecimentos que juntas são importantes para a sociedade [...]” (oc).

Essa visão, portanto, no fim do ciclo foi desconstruída e o construto substituído por outro que dá conta das suas experiências. Assim houve mudança em relação a esse construto para uma visão de ciência e tecnologia não reducionista e sim contemporânea.

Estudante 4 – No pré-teste apresentou construtos relacionados à ciência e tecnologia reducionistas, caracterizando uma visão descontextualizada das mesmas. O estudante compreendia a tecnologia como um campo de conhecimentos que dependia exclusivamente do desenvolvimento científico. Além disso, deixou clara em sua fala a compreensão da ciência como um corpo disciplinar.

Mas, durante o CEK, o mesmo demonstrou evidências de que os construtos iniciais eram provisórios, havendo, portanto substituição dos mesmos. No pós-teste, foi observada uma mudança em relação as suas ideias iniciais, e o estudante mostrou através de sua fala, visões de ciência e tecnologia que apontam para a contemporaneidade, superando assim os paradigmas presentes inicialmente em sua fala.

Estudante 5 – Durante todo o CEK mostrou-se bem crítico em suas ideias. Inicialmente fez uma análise das condições em que se encontram boa parte das escolas para justificar sua fala. Faz crítica ao modelo vigente, afirmando que o

mesmo não privilegia uma escola que promova discussões situando ciência e tecnologia no contexto social do aluno.

No pré-teste, acredita que só existe ciência por que os cientistas exercem o papel de estudá-la e que a mesma deve obedecer a certos padrões na elaboração. Também cita que a ciência e a tecnologia são meios de produção. Essas ideias são encontradas na literatura como visão individualista e elitista, por considerar apenas os cientistas como os mentores do conhecimento científico, visando apenas a produção em detrimento de uma educação científica e tecnológica.

No entanto no pós-teste, o mesmo apresentou evolução nessa visão. Em sua fala cita a importância da sociedade na produção de conhecimento, a partir de uma educação científica e tecnológica. E compreende a importância da comunidade escolar onde as culturas científicas e tecnológicas possam contribuir para a produção de conhecimentos. Essas últimas ideias configuram uma visão contemporânea de ciência e tecnologia.

Estudante 6 – No pré-teste, apresentou construtos onde há prevalência das visões reducionista de ciência e tecnologia. Acredita que uma é redutível e dependente da outra. A visão identificada de ciência e tecnologia é a descontextualizada.

No pós-teste, foi observada na fala desse estudante, a ideia de que o paradigma da tecnologia reduzida à ciência se manteve no fim do CEK. Em alguns trechos de sua fala, reconhece a importância da ciência e tecnologia não só como meio de produção, mas como vertentes que colaboram para melhorar a qualidade de vida do cidadão. Dá ênfase também na importância da alfabetização científica que segundo ele ainda está bem distante do ideal.

Estudante 7 - No pré-teste, foram observados construtos que dão forte indicação de uma possível visão descontextualizada de ciência e tecnologia. O mesmo afirma que vê a ciência e a tecnologia como meio de produção e acredita que a tecnologia supera a ciência nos tempos atuais.

No pós-teste, o estudante substituiu alguns construtos em relação ao pré-teste. Foram identificadas falas durante a entrevista que descontroem um pouco as ideias apresentadas no início do CEK. Entre essas ideias estão à ênfase na problematização e contextualização, alfabetização científica e tecnológica como

ponto de partida para amenizar os problemas sociais. Mas, em seu discurso é notório a primazia da técnica em relação à ciência.

Logo, houve mudança em relação à visão anterior. O estudante desconstruiu algumas das ideias iniciais e passou então a demonstrar uma visão de ciência e tecnologia contemporâneas.

Estudante 8 – No pré-teste, apresentou construtos relativos à ideia de ciência e tecnologia descontextualizadas dando maior ênfase à ciência e tecnologia como meio de produção sem levar em consideração o contexto histórico e social que as constituíram.

No pós-teste, houve evolução desse estudante em relação a essas visões. O mesmo durante a entrevista deu maior ênfase a contextualização da ciência e da tecnologia, e aponta o ensino por investigação como forma alternativa para aproximar os estudantes do ensino médio da ciência e da tecnologia. Acredita que o conhecimento científico e tecnológico são construídos na interação entre os sujeitos com os objetos mediadores, entre eles a tecnologia educacional.

A seguir será apresentado no quadro abaixo, um resumo das principais visões encontradas no pré-teste e no pós-teste. Elas foram agrupadas de forma a permitir uma melhor visualização do leitor, comparando as situações inicial e final do CEK. A organização desse quadro levou em consideração todo o processo exatamente de nove encontros, retratando assim as possíveis visões identificadas.

É importante lembrar que classificamos como possível às visões de ciência e tecnologia dos estudantes participantes da pesquisa, pois o CEK foi utilizado apenas uma vez e, portanto, haveria a necessidade de outros encontros para avaliarmos exaustivamente a permanência ou não do construto, o que não foi objetivo desse trabalho. Assim o quadro apresentado em seguida serve de indicação de como os estudantes se comportaram no pré e no pós-teste durante o CEK.

Quadro 13 - Resumos das possíveis visões de ciência e tecnologia de licenciandos em Física da UFRPE participantes da pesquisa.

Possíveis visões de ciência e tecnologia identificadas		
estudante	pré-teste	pós-teste
1	Descontextualizada, rígida algorítmica e infalível. Aproxima-se das visões apontadas por Cachapuz <i>et al</i> (2005). Elementos impregnados em sua fala citados anteriormente permitiram essa conjectura.	Apresenta uma visão descontextualizada de ciência e tecnologia, mas tem leve inclinação para uma visão menos rígida de ciência. Destaca o ensino por investigação, a visão holística. Em sua fala fica evidente a firmação acima.
2	Descontextualizada. Apresentou ideias de reducionismo da ciência a tecnologia em sua fala.	Valoriza a problematização no fim do ciclo, manteve alguns construtos iniciais.
3	Descontextualizada . Em sua fala ficou clara o paradigma da redução da ciência a tecnologia.	Visão de ciência e tecnologia menos reducionista tendendo para contemporânea.
4	Descontextualizada. É evidente a redução da tecnologia a ciência em sua fala.	Contextualiza a ciência e a tecnologia apresentando-as como elementos norteadores no processo de desenvolvimento humano.
5	Individualista e elitista. Inicialmente mostrou-se acreditar que somente a academia produzia ciência.	Percebe a necessidade da ciência como produto da construção humana. Reconhece a escola e outros segmentos como produtora de conhecimento.
6	Descontextualizada Paradigma da redução da ciência a tecnologia é forte na fala.	Visão que tende para contemporaneidade. Acredita no papel social da ciência e da tecnologia enquanto construção humana.
7	Descontextualizada. Aponta ciência e tecnologia apenas como meio de produção.	Visão de ciência e tecnologia numa perspectiva contemporânea dando ênfase a problematização, a contextualização e o ensino por investigação.

8	Descontextualizada e acumulativa. Acredita inicialmente que a ciência e a tecnologia são obras exclusivas de cientistas e que o conhecimento é cumulativo.	Visão de ciência e tecnologia numa perspectiva contemporânea de ensino por investigação.
---	--	--

A seguir, serão feitas as considerações finais apontando a importância da pesquisa, bem como as informações identificadas e possíveis desdobramentos e as implicações educacionais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa pesquisa investigou visões de ciência e tecnologia de licenciandos em Física da UFRPE quando utilizam a robótica educacional. Como metodologia de pesquisa, foi utilizado o Ciclo da Experiência de Kelly, onde participaram da mesma, oito estudantes do curso de Licenciatura em Física da instituição.

No decorrer da mesma foram desenvolvidas atividades diagnósticas (pré-teste e pós-teste), intercaladas com diferentes propostas de interlocução, que visavam provocar e ampliar o conhecimento dos alunos sobre ciência e tecnologia.

Foram realizadas entrevistas e apresentações das propostas de planos de aulas dos participantes. Após a análise das entrevistas no pré-teste e pós-teste, e das atividades elaboradas pelos estudantes e de todo o CEK constituído de nove encontros, foi realizada uma análise de todo o material coletado, que culminou na identificação de vários construtos. Esses construtos ajudaram a investigar as visões de ciência e tecnologia dos licenciandos e as possíveis implicações na prática pedagógica.

De acordo com os resultados é possível perceber que vários estudantes no início do ciclo (pré-teste) apresentaram construtos que se relacionam com algumas visões deformadas de ciência e tecnologia apontadas por Cachapuz (2004). Entre elas foram identificadas: A visão descontextualizada em sete estudantes o que caracteriza 87,5% da amostra. Esse dado revela que boa parte deles acreditavam no início do ciclo na tecnologia como simples aplicação do conhecimento científico.

Outra visão identificada foi à rígida algorítmica e infalível, presente na fala de um estudante. O mesmo acreditava que o conhecimento para ser considerado científico deveria seguir padrões rígidos na sua concepção. Além dessa a elitista apareceu na fala de um estudante, caracterizada pela ênfase da academia apenas como responsável por produzir conhecimentos científicos.

Já no pós-teste, foi observado que houve mudança em praticamente sete estudantes em pelo menos um dos construtos o que caracterizou 87,5% da amostra. Levando a conclusão que o CEK foi adequado para a pesquisa em

questão. Dessa informação foi possível avaliar quais as visões que os estudantes tinham no fim do ciclo. Boa parte deles substituíram construtos que indicavam uma possível visão reducionista, para construtos que apontam para uma visão contemporânea de ciência e tecnologia.

As visões de ciência e tecnologia que foram identificadas nessa pesquisa na fala dos estudantes apresentam uma proximidade com aquelas caracterizadas por Cachapuz (2005) que segundo ele, são responsáveis por deformar as ideias de ciência e tecnologia. Já as visões identificadas que apontam para contemporaneidade, deve-se entender aqui como sendo aquelas que privilegiam o ensino por investigação, a contextualização de conteúdos, a problematização e consequente interação entre os sujeitos na resolução de problemas.

As mudanças apresentadas em alguns estudantes aconteceram porque todos nós apresentamos construtos provisórios. Com a introdução do CEK, muitos desses construtos que os estudantes tinham foram substituídos por não darem mais conta das discussões que os mesmos vivenciaram. É o que Kelly chama de alternativismo construtivo. As réplicas que eles tinham no início do CEK, foram melhoradas e como consequência, levo-os a substituição de construtos.

Também contribuíram para a substituição dos construtos as discussões e leituras de textos publicados que apresentam propostas de ensino para a física a partir da investigação. Essas propostas provocaram os estudantes a pensarem no ensino básico, bem como a sua própria formação atender ou não a expectativa das escolas. A medida que a discussão acontecia os estudantes perceberam novas metodologias que poderiam melhorar o ensino de física na sala de aula.

Entre essas metodologias destacam-se a utilização de problemas, através da investigação que consistem em estimular gradativamente os alunos a buscarem suas próprias conclusões através do contato com artefatos científicos e tecnológicos, das discussões oriundas do trabalho coletivo e colaborador. Nas atividades no LIFE essas questões foram percebidas pelo pesquisador através das falas dos estudantes durante o CEK, no trabalho colaborativo durante a montagem dos robôs e do planejamento proposto por eles apresentado no fim do ciclo.

Além disso, colocar os estudantes em contato com o artefato tecnológico como a robótica educacional ajudou-os a reformular as réplicas antecipadas no início do CEK, tendo em vista que o trabalho com robótica exigiu deles cooperação, colaboração, discussão de conceitos, a resolução de problemas propostos pelos grupos e a elaboração do método adequado para resolução. Assim, alguns construtos que eles tinham puderam ser modificados ou até mesmo substituídos.

Outro fator importante que contribuiu para substituição dos construtos foi à discussão sobre a utilização de laboratórios abertos no ensino de física a partir de artigos e livros publicados, mais precisamente Borges (2002) e Carvalho *et al* (2010) que serviram de fundamentação para a vivência de um laboratório aberto durante os encontros da terceira etapa do CEK.

É importante salientar que a robótica nesse trabalho foi utilizada por haver em sua constituição elementos científicos e tecnológicos com os quais os estudantes tiveram contato e conseqüentemente puderam refletir sobre as ideias de ciência e tecnologia de forma prática. O reflexo disso pôde ser observado na elaboração de atividades no fim do ciclo, que em alguns casos houve a proposição de pequenas investigações e mediação de conceitos a partir do contato com a robótica educacional.

Outro item importante nessa pesquisa foi à crítica ao currículo da formação inicial. Muitos estudantes deixaram claro que sua formação na universidade “não atende satisfatoriamente” as necessidades do mundo científico e tecnológico das escolas. Pois, segundo eles o currículo da Licenciatura em Física da UFRPE está desatualizado do contexto escolar.

Apontaram como solução para esse problema, uma reformulação na grade do curso da licenciatura em física com a introdução de disciplinas que possam preparar e inserir os licenciandos na discussão acadêmica que trata da inclusão de tecnologias em sala de aula. A própria instituição através do EADTEC (Unidade Acadêmica de Tecnologia da UFRPE) oferece no curso de licenciatura plena em física na modalidade à distância, disciplinas de caráter optativo de tecnologias educacionais entre elas a robótica educacional.

Para eles, o momento vivenciado nesses nove encontros foi importante, pois houve a inserção dos mesmos em discussões que existem no ambiente escolar, e que muitas vezes apresenta-se distante da formação dos licenciandos.

Outro ponto importante é a necessidade da repetição do CEK. Os resultados apresentados revelam a sua importância como ferramenta metodológica. No entanto, se o tempo permitisse uma repetição do mesmo em situações diferenciadas, é provável que houvesse a identificação de outros construtos, bem como maior certeza na variação da construção dos mesmos.

É importante salientar também que qualquer pesquisa acadêmica tem um propósito bem definido. No entanto, além de atingir o propósito é preciso que ela apresente possíveis soluções para possíveis problemas identificados. Se ele está inserido no contexto social atual, deve ser capaz de responder as necessidades da sociedade contemporânea.

As escolas públicas e particulares apresentam suas estruturas curriculares que provavelmente foram construídos seguindo uma normativa, orientações metodológicas e principalmente concepções aceitas como verdadeiras, testadas a luz da teoria e de pesquisas e que ocupam espaços na educação. A introdução da tecnologia educacional nesse espaço formal de aprendizagem deve ser vista como uma “alternativa metodológica” que pode ajudar em potencial alunos e professores, mas que não substituem a interação entre os alunos nem as normativas existentes.

As tecnologias educacionais podem colaborar no aprendizado do aluno servindo de instrumento motivador da aprendizagem desde que não substituamos os elementos chaves do aprendizado professor e aluno. As relações com a tecnologia não devem gerar dependência, pois ela é um instrumento mediador, uma ponte que aproxima os sujeitos quando é utilizada como recurso. No entanto, as repercussões da utilização de qualquer metodologia que utilize recurso didático tecnológico em sala de aula vão depender de vários fatores.

Um deles é a formação científica e tecnológica do professor para preparar bem suas aulas inserindo a problematização e a pesquisa em um ensino por investigação. O professor precisa está bem preparado para utilizar as tecnologias quando necessário. E isso é possível através de formações continuadas, cursos de

atualização e pós-graduação que podem agregar conhecimentos e técnicas na utilização na sala de aula. Não basta apenas repetir a mesma aula com a tecnologia, mas é preciso despertar no aluno a vontade de aprender através de pesquisas sem uma resposta trivial, e da problematização do conteúdo a ser ensinado.

Outro é a sensibilidade do professor em perceber que existem níveis de aprendizagem diferentes entre os estudantes e que, portanto, as atividades não devem homogeneizar a sala de aula. O professor precisa ter uma visão holística em relação aos sujeitos aprendizes na sala de aula. Os níveis de aprendizagem de cada aluno segue um ritmo diferenciado e, portanto, devem ser traçadas estratégias para atender as demandas de cada aluno. Na atual conjuntura que a escola está situada é bastante desafiadora essa proposta, mas ela é necessária.

E por fim a inserção da mesma no contexto histórico e social do estudante. O uso da tecnologia na sala de aula deve ser justificada por uma necessidade histórica, com objetivos bem definidos que justifiquem a sua utilização de forma acadêmica, buscando melhorar a compreensão de conceitos não só da física, mas de outras disciplinas.

Quando não acontecem as repercussões, provavelmente tem uma causa. E essa causa pode ser as concepções que professores desenvolveram ao longo de sua formação sobre o que é ciência e tecnologia e suas relações no mundo que orientam a prática do professor em sala.

Nessa perspectiva, identificar visões de estudante sobre esses termos pode ajudar a entender de que forma o ensino de física acontece nas escolas do ensino médio e quais as dificuldades que muitos professores encontram nas instituições que existem aparatos tecnológicos.

Dessa forma salienta-se que a prática do professor é orientada pela formação que ele recebeu. Formação essa inicial ou continuada. Sendo assim, não é possível exigir de um professor que ele inove sua aula, com a utilização de instrumentos tecnológicos se ele não foi preparado para isso. Pois existe uma relação muito importante entre as suas concepções e sua prática enquanto

educador. Essas concepções são responsáveis pelas visões que os estudantes dessa pesquisa expuseram.

Logo, a realização dessa pesquisa, contribuiu para apontar os possíveis entraves epistemológicos que apareceram na fala de futuros professores de Física em relação as suas visões de ciência e tecnologia, necessárias para compreensão em parte do que acontece na prática do professor.

Assim o colocá-los no CEK, foi uma boa oportunidade para investigar construtos, mas também para verificar quais deles se mantinham no fim do ciclo e de que forma houve mudança que conduzisse os estudantes em uma possível reorientação epistemológica.

Para trabalhos futuros, seria necessário investigar essas visões na rede básica de ensino na tentativa de compreender no contexto escolar, que visões têm os estudantes e professores, e as relações que existem entre elas que conduzem a uma aprendizagem científica e tecnológica comprometida com a sociedade, pois a escola é a principal responsável para desenvolver as competências científicas e tecnológicas (FOUREZ, 2003).

REFERÊNCIAS

ACESSORIA DE COMUNICAÇÃO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PERNAMBUCO. **Projeto de robótica nas escolas é sucesso na 3ª edição da Campus Party Recife.** Disponível em: [http://www.educacaoportal/?pag=&cat=37&art#!prettyPhoto \[artigo1965\]/3/](http://www.educacaoportal/?pag=&cat=37&art#!prettyPhoto [artigo1965]/3/). Acessado em 25 de outubro de 2015.

ARAÚJO, R.S.; VIANNA, D.M. **A história da legislação dos cursos de Licenciatura em Física no Brasil: do colonial presencial ao digital à distância.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 32, n. 4, 4403 (2010). Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v32n4/10.pdf>. Acessado em 2 de dezembro de 2015.

ACEVEDO, J.A. (1996). **La tecnología en las relaciones CTS. Una aproximación al tema.** Enseñanza de las Ciencias, 14(1), 35-44.

BAUER, M.W.; GASKELL, G. **Pesquisa Qualitativa com texto, imagem e som. Um manual prático.** Tradução de Pedrinho A. Guareschi, 6.ed.Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.

BARROS, M. A. ;BASTOS, H. F. B. N. **Investigando o uso do ciclo da experiência Kellyana na compreensão do conceito de difração de elétrons.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v.24, n.1, abr.2007.

BRASIL, **decreto nº 1190**, de 4 de abril 1939. Dá organização à Faculdade Nacional de Filosofia. Rio de Janeiro, RJ, 1939. Disponível em : <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/declei/1930-1939/decreto-lei-1190-4-abril-1939-349241-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acessado em 10 de janeiro de 2016.

_____, **Diretrizes Nacionais Curriculares para os Cursos de Física.** Brasília: Ministério da Educação, 2001.

_____, **PCN+ Ensino Médio. Orientações educacionais complementares aos Parâmetros curriculares nacionais.** Brasília: Ministério da Educação, 2002.

BEHRENS, M. A. **O Paradigma Emergente e a Prática Pedagógica.** Petrópolis, Vozes, 2005.

BEHRENS, M.A.; OLIARI, A.L.T. **A evolução dos paradigmas na educação: do pensamento científico tradicional a complexidade.** Revista Intersaberes, Curitiba, a.6, n.12, p. 70- 89. Disponível:www2.pucpr.br/reol/index.php/DIALOGO?dd1=1573&dd99=pdf acessado em 12 de agosto de 2016.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Características da investigação qualitativa. In: Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos.** Porto, Porto Editora, 1994.

BORGES, A. T. **Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 19, n.3: p.291-313. 2002.

CACHAPUZ, A. *et al.* **A Necessária renovação do ensino das ciências.** São Paulo: Cortez, 2005.

CARVALHO, A.M.P. (org.) **Ensino de Ciência de Física.** Coleção ideias em ação. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

CARVALHO, A.M.P. de; GIL-PÉREZ, D. **Formação de Professores de Ciências: tendências e inovações.** Revisão técnica da autora, (coleções de nossa época; v. 28), 10.ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CARVALHO, A.M.P. (org.) **Ensino de Ciências por investigação. Condições para implementação em sala de aula.** São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CASTRO, V. G. **RoboEduc: Especificação de um software educacional para o ensino de robótica às crianças como uma ferramenta de inclusão digital.** Natal – RN, 2008. 93f. Dissertação (Mestrado em Engenharia elétrica e computação) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal – RN, 2008.

CUNHA, L.A. **O ensino de Física no ciclo básico e a reforma universitária.** Revista Brasileira de Ensino de Física 1,34 (1979). Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol01a08.pdf>. Acessado em 23 de novembro de 2015.

CURCIO, C. P. C. **Proposta de método de robótica educacional de baixo custo.** Dissertação. 2008. 101f. Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento - LACTEC, Programa de Pós-Graduação em desenvolvimento de Tecnologia. Curitiba - PR.

CHALMERS, A. F. **O que é ciência afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993.

DELIZOICOV, D. *et al.* **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos.** 2. Ed. São Paulo: Cortez, 2007.

DINIZ, R.; SANTOS, M. **A Utilização da Robótica Educacional LEGO® nas aulas de Física do 1º ano do ensino médio e suas contribuições na aprendizagem.** Anais do Congresso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación, Buenos Aires, 2014.

FADIMAN, J. ; FRAGER, R. **George Kelly e a psicologia do construto pessoal.** In: **Personalidade e Crescimento pessoal.** , 5ª ed ,Porto Alegre: Editora Artmed, 2004.

FRANGOU, S. *et al.* **Representative examples of implementing educational robotics in school based on the constructivist approach.** In. Workshop Proceedings of SIMPAR..Venice (Italy). November, 3-4, 2008.

FERREIRA, N. O. **Utilizando o ciclo da experiência de Kelly para investigar a compreensão do comportamento dual da luz.** 2003.150f. Dissertação. Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências , UFRPE. Recife.

FOUREZ, G. **Crise no Ensino de Ciências?** Revista Investigações em Ensino de Ciências – v.8, n. 2, p. 109-123, 2003. Disponível em

http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos / Artigo_ID99/v8_n2_a2003.pdf, acessado em 10 de junho de 2015.

LIMA, K. S. **Compreendendo as concepções de avaliação de professores de Física através da Teoria dos Construtos Pessoais**. 2008. 163f. Dissertação. Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências, UFRPE. Recife.

KELLY, G. A. **Theory of Personality** - The psychology of personal constructs. New York: Norton, 1963, 194 p.

MARTINS, Agenor. **O que é Robótica**. São Paulo: Editora Brasiliense, 2006.

MESQUITA, N.A.S; SOARES, M.H.F.B. **Aspectos Históricos dos Cursos de Licenciatura em Química no Brasil nas Décadas de 1930 a 1980**. Química Nova: Goiânia , vol. 34, No. 1, 165-174, 2011. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422011000100031>. Acessado em 20 de junho de 2015.

MIRANDA, L. C. **RoboFácil : especificação e implementação de artefatos de hardware e software de baixo custo para um kit de robótica educacional**, 2006. 124p, . Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio De Janeiro, Grupo de Informática Aplicada à Educação do Instituto de Matemática, RJ.

MORAIS, R. **Filosofia da Ciência e Tecnologia: Introdução metodológica e crítica**. São Paulo: Papirus, 2015.

MORIN, E. *et al.* **Educar na era planetária**. São Paulo: Cortez, 2003.

MOREIRA, A. F. **Práticas de interpretação em ambientes de aprendizagem de Física** 2003. Tese (Doutorado). 180p. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

MORELATO, L.A.; NASCIMENTO, R.A.O; D'ABREU, J.V.V; BORGES, M.A.F. **Avaliando diferentes possibilidades de uso da robótica na educação**. REnCiMa, v. 1, n. 2, p. 80-96, jul/dez 2010.

NARDI, R.(org.) **Pesquisas em Ensino de Física**. Coleção Educação para Ciência. 3ª ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2004.

NUNES, S.C.; SANTOS, R.P. **O Construcionismo de Papert na criação de um objeto de aprendizagem e sua avaliação segundo a taxionomia de Bloom**. Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC Águas de Lindóia, SP – 10 a 14 de Novembro de 2013.

PAPERT, S. **A Máquina das Crianças: Repensando a Escola na Era da Informática**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

PAPERT, S.. **LOGO: Computadores e Educação**. São Paulo: Brasiliense, 1986.

PAZ, F. S. **A Prática docente do professor de Física: percepções do formador sobre o ensino**. 2014. 130 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Piauí, Teresina.

PELIZZARI, A.; KRIEGL, M.L.; BARON, M.P.; FINCK, N.T.L & DOROCINSKI, S. I. **Teoria da Aprendizagem Significativa Segundo Ausubel**. Revista PEC, Curitiba.,v. 2, n. 1.37-42 p. 2001/2002.

PÉREZ, G. *et al.* **Para uma imagem não deformada do trabalho científico**. São Paulo, Ciência & Educação, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

PIO, J. L. de S. *et al.* **A Robótica Móvel como Instrumento de Apoio a Aprendizagem de Computação**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, XVII, 2006, Brasília. Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. SBIE: SBC, 2006.p. 8 - 10.

PINTO, M. **Aplicação de arquitetura pedagógica em curso de robótica educacional com hardware livre**. Master's thesis, 2011.158f. Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Rio de Janeiro, RJ.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

REZENDE, F. **A prática do professor e a pesquisa em ensino de física: novos elementos para repensar essa relação**. Cad. Brás. Ens. Fís., v. 22, n. 3: p. 316-337, dez. 2005.

ROCHA L.G. **A revisão construtiva na concepção de movimento retilíneo uniforme, da aristotélica para a galilaica**. 2005.166f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências – UFRPE, Recife.

ROCHA, J.A, **Investigando a Aprendizagem da Resolução de Problemas Combinatórios em Licenciandos em Matemática**. 2006. 140f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências, UFRPE. Recife.

SANMARTÍN, J. **Tecnología y Futuro Humano**. Barcelona: Anthropos, 1990.

SANTOS, F.M.T; GREGA,(org). **A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas metodologias**. Ijuí: Unijui, 2011.

SCHIVANI, M. ; BROCKINGTON, G.; PIETROCOLA, M. **Aplicações da robótica no ensino de Física: análise de atividades numa perspectiva praxeológica**. Revista de Educación em Ciencias,Journal of Science Education, special issue, vol.14,p. 32-36, 2013. Disponível em [http://www.nupic.fe.usp.br /Publicacoes/artigos/ArtigoJSEFINAL.pdf](http://www.nupic.fe.usp.br/Publicacoes/artigos/ArtigoJSEFINAL.pdf). Acessado em 10 de dezembro de 2015.

SCHON, D. **Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e aprendizagem**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

VERASZTO, E.V; SILVA,D; MIRANDA, N.A; SIMON; F.O. **Tecnologia: Buscando uma definição para o conceito**. Revista de produção on line. [on-line] , nº7. Porto: Revista Prisma.com, 2008. Disponível na internet: <<http://revistas.ua.pt/index.php/prismacom / issue/archivel>>. ISSN: 1646-3153.

VIDAL, D.G. **Escola Nova e processo educativo.** In: LOPES, E. M; FIGUEIREDO, L. ; GREIVAS, C. (orgs.). 500 anos de educação no Brasil. Belo Horizonte: Autêntica, 3^a. Ed.2003.

APÊNDICE

Apêndice 1 - Entrevista – Antecipação – 1º momento

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO (UFRPE)
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
ESTÁGIO EM DOCÊNCIA EM ENSINO DE CIÊNCIAS I
TURMA: PRÁTICA DE ENSINO DE FÍSICA I

Roteiro de entrevista

- 01.** Após as informações sobre o projeto de pesquisa, comente as suas expectativas em relação ao mesmo. Você tem ou teve contato com robótica educacional? Justifique.
- 02.** O que você não sabe sobre o projeto e deseja aprender? Que conhecimentos você pensa ser necessário agregar no projeto? Justifique.
- 03.** Você acha que a robótica educacional tem haver com as ideias de ciência e tecnologia? Justifique.

Apêndice 2 - Entrevista – Antecipação – 2º momento

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO (UFRPE)
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
TURMA: PRÁTICA DE ENSINO DE FÍSICA I

Roteiro de entrevista

01. Na sua visão, o que é ciência e tecnologia? Existe relação entre elas? Justifique.
02. Existe relação de ciência, tecnologia e a escola?
03. O que vem a sua mente quando você pensa em ciência e tecnologia?
04. A sua formação hoje atende a necessidade das escolas na era da tecnologia ?

Apêndice 3 - Investimento – 2º momento – Roteiro de perguntas

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO (UFRPE)
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
ESTÁGIO EM DOCÊNCIA EM ENSINO DE CIÊNCIAS I
TURMA: PRÁTICA DE ENSINO DE FÍSICA I

Roteiro de perguntas

01. Dois professores de Física entram em suas respectivas salas para ministrar mais uma aula da semana. Em seguida eles convidam seus alunos a realizarem prática no laboratório.

O primeiro (p1) apresenta a seguinte atividade: A prática consiste em aprender a medir resistência elétrica de resistores utilizando o multímetro e comparar valores lidos no mesmo, com os valores da tabela de resistores. Em seguida eles preenchem uma tabela entregue pelo professor com os valores medidos, indicando as variações se existirem, entre o valor medido e o valor da tabela. No fim da aula todos deverão entregar a atividade na forma de relatório que será 20% da avaliação.

O segundo professor (p2) falou na aula anterior que o tema da aula seguinte também será sobre eletricidade. Então ele solicitou aos alunos que anotassem em suas casas a potência dos aparelhos eletrodomésticos e fizessem uma média do tempo em que cada aparelho permanece ligado por dia. Cada aluno fez a tabela. Também pediu que eles levassem a conta de energia elétrica. Em seguida o professor pediu que eles em grupos, comparassem o gasto mensal de energia elétrica com seus colegas. Depois tentaram calcular o quanto cada aparelho consome em média em 30 dias. Então ele pediu que os alunos tentassem explicar o que poderia interferir nos valores de suas contas. Após a discussão ele pediu que os grupos socializassem suas respostas e ele concluiu em seguida.

- a) Para você quais as semelhanças e diferenças entre a prática do professor p1 e p2?
- b) Na sua visão quais as limitações e possibilidades entre as duas práticas?

02. Tomando como parâmetro o laboratório escolar, o que você pensa sobre a robótica educacional está inserida em algumas escolas? Em sua opinião, ela contribui para o aprendizado da Física? Justifique.

Apêndice 4 – Encontro – 1º, 2º e 3º momentos – Roteiro de atividades

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO (UFRPE)
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
ESTÁGIO EM DOCÊNCIA EM ENSINO DE CIÊNCIAS I
TURMA: PRÁTICA DE ENSINO DE FÍSICA I

Roteiro de Atividades no LIFE

1 – Momento

Apresentação da robótica educacional no contexto histórico social no qual ela está inserida. Para isso haverá uma arguição a ser realizada. De acordo com o plano de estágio.

Os recursos utilizados serão o computador e datashow, e constará de uma apresentação de em Power point da história da robótica, bem como a sua introdução no contexto educacional. O espaço para perguntas será aberto para que os estudantes deem as suas contribuições.

2º Momento

Serão apresentados os kits de robótica LEGO disponíveis no laboratório. Os estudantes terão contato físico com os materiais bem como o material impresso de apoio ao professor disponibilizado pelo pesquisador.

Também serão apresentadas das principais plataformas de prototipagem LEGO e Arduino, bem como software disponíveis para isso. A ênfase maior será na robótica LEGO, tendo em vista que a mesma se encontra no ambiente escolar em larga escala.

Para a apresentação, serão utilizados os recursos tecnológicos como computador, datashow, kits de robótica LEGO e Arduino.

3º momento

Será composto de montagem e programação de robôs.

A ideia principal é que os estudantes comecem a pensar em atividades práticas com a utilização de robótica que possam ser utilizadas em sala de aula. Nesse momento em grupos e em um trabalho colaborativo eles deverão planejar todo o trabalho de elaboração, montagem e programação dos robôs LEGO. O laboratório aberto proposto por Borges (2002) e Carvalho (2013), são os aportes teóricos para esse momento.

Serão utilizados os kits os computadores disponíveis no LIFE.

Apêndice 5 - 4ª Etapa do CEK – 8º momento – Solicitação de atividade

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO (UFRPE)
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
ESTÁGIO EM DOCÊNCIA EM ENSINO DE CIÊNCIAS I
TURMA: PRÁTICA DE ENSINO DE FÍSICA I

Prezados estudantes!

Lembrando que vocês deverão elaborar uma proposta de atividade, fazendo a ponte robótica educacional - ciência - tecnologia que supere o nível zero da classificação de Borges. Essa atividade pode ser um plano de aula ou uma sequência didática. Considere o tempo de realização das atividades de no mínimo duas aulas com os estudantes da escola pública:

- 1) Para essa atividade, caso vocês precisem, disponibilizarei para o manual didático pedagógico da LEGO, e o manual de montagem dos Kits de robótica por email;
- 2) Fiquem livres para trabalharem com o Arduino ou LEGO;
- 3) As atividades podem ser realizadas em dupla ou em trio.

Apêndice 6 - 5ª Etapa do CEK – 9º momento - Roteiro da entrevista e apresentação das atividades propostas pelos estudantes

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO (UFRPE)
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
ESTÁGIO EM DOCÊNCIA EM ENSINO DE CIÊNCIAS I
TURMA: PRÁTICA DE ENSINO DE FÍSICA I

1- Após vocês vivenciarem toda essa discussão durante os encontros, o que vocês pensam hoje sobre ciência e tecnologia?

2- Quando se fala em ciência e tecnologia, qual o papel da escola, dos estudantes e dos professores?

Nesse momento gostaria que cada um de vocês apresentassem os planos de aulas elaborados. No fim das apresentações fica aberto momento para comentários.

Apêndice 7. Plano de estágio em docência



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO - UFRPE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS
NÍVEL MESTRADO

PLANO DE ESTÁGIO DE DOCÊNCIA EM ENSINO DE CIÊNCIAS I

MESTRANDO: João Paulo da Silva Santos

DISCIPLINA: Prática de Ensino da Física I

PROFESSOR RESPONSÁVEL: Alexandro Cardoso Tenório, Dr.

Recife
Outubro de 2015

1.CONTEÚDOS ESPECÍFICOS:

- A problematização e contextualização no ensino de Física;
- O laboratório didático interdisciplinar no ensino de ciências;
- Robótica educacional no ensino de Física;
- Relação ciência, tecnologia e robótica educacional.

2. JUSTIFICATIVA

A formação docente tem sido ao longo dos anos fruto de diversas investigações científicas sobre as práticas metodológicas adotadas nos mais diversos níveis de ensino. Algumas delas têm mostrado que a formação inicial do professor é marcada veemente por paradigmas construídos e consolidados ao longo de sua formação acadêmica. Behrens (2007) afirma que o professor é influenciado pelos paradigmas da sua própria formação. Esses paradigmas são determinantes na forma como os futuros professores entendem os fenômenos que ocorrem na sala de aula e de que forma podemos lidar com eles num contexto educacional atual. Apesar de serem construídos ao longo da formação acadêmica, eles são passíveis de mudanças e podem ao longo do tempo e do contato com outros eventos serem modificados.

Behrens (2007); Condemarín E Medina (2000) concordam que a formação de professores é um tema bastante atual na escola que se preocupa com a qualidade da educação dos seus alunos. Sendo assim é importante investir em uma boa formação de educadores. Mas, essa formação tanto a inicial quanto a continuada, devem oferecer suporte para que os paradigmas tradicionais sejam rompidos e abrindo espaços para a contemporaneidade.

As escolas de formação de professores precisam estar atentas às mudanças que vem ocorrendo ao longo dos anos e corrigir seus currículos para atender a essas mudanças. As ideias de ciência e tecnologia não são mais as mesmas de anos atrás. Com o advento das novas tecnologias essas ideias tomaram rumos diferentes. Muitas vezes são criadas confusões entre os alunos que não conseguem entender bem as relações estabelecidas na

contemporaneidade entre essas duas vertentes. Associadas a isso surgem os estereótipos criados acerca do quem vem a ser ciência e tecnologia.

Para Cachapuz *et al* (2011) , esses estereótipos são as visões deformadas de ciência e tecnologia. Esse mesmo autor afirma que essas visões foram construídas ao longo do tempo, fruto de concepções errôneas que se perpetuaram e até hoje são alimentadas nos mais diversos níveis de ensino. Assim um dos grandes desafios dos educadores, consiste exatamente na superação dessas visões a partir de formações que levem a reflexões que possam romper esses paradigmas associados ao cientificismo e ao tecnicismo.

Sendo assim surgiu então a necessidade, de discutir a introdução de tecnologias na sala de aula. Essa política de inclusão já se encontra em nosso estado. Uma parcela das escolas do estado de Pernambuco já dispõe de aparatos tecnológicos como a robótica educacional em aulas de Física e Matemática. E a grande pergunta que surge é: “Será que os professores tem a formação científica e tecnológica para associar essas novas ferramentas em suas aulas?” Ou será que ele reproduz as visões deformadas de ciência e tecnologia?

As respostas a essas perguntas só serão possíveis a partir de pesquisas que investiguem as possíveis concepções de professores que trabalhem com essas tecnologias em sala de aula.

Um fator importante a ser levado em conta nessa discussão é a formação inicial do professor. Essa primeira formação é responsável pelas concepções básicas que o professor constrói ao longo de sua vida acadêmica. Ela é responsável pela estrutura de aula que o professor desenvolve em sua sala de aula.

Assim a formação inicial do professor deve acompanhar as necessidades do mundo contemporâneo científico e tecnológico, na tentativa de contribuir para disseminar e construir conhecimentos, que permitam ao estudante da rede básica uma melhor compreensão do mundo.

O que falar então desse mundo científico e tecnológico? Sem dúvida vivemos a era da tecnologia, onde boa parte da população ou por que não dizer

todos, tiveram ou tem contato direto com aparatos tecnológicos. Assim a tecnologia tem assumido cada vez mais espaços dentro da sociedade inclusive na escola.

Nessa perspectiva, esse plano de trabalho, pretende identificar quais as visões de ciência de ciência e tecnologia de um grupo composto por nove estudantes do curso de Licenciatura em Física que cursam o sétimo período. Para isso as atividades propostas seguirão o Ciclo da Experiência de George Kelly que será usado como ferramenta metodológica para identificar essas visões.

4. METODOLOGIA

Como metodologia será utilizada a TCP (Teoria dos Construtos Pessoais) de George Kelly, mais precisamente o Ciclo da Experiência.

Este ciclo é composto por cinco fases distintas: A Antecipação, o investimento, o Encontro, A confirmação ou Refutação e a Revisão Construtiva. O objetivo é investigar visões de ciência e tecnologia de licenciandos em Física.

A seguir será descrito em detalhes as etapas das atividades dentro do ciclo.

Etapa 1 – Antecipação: Nessa etapa serão identificadas as hipóteses antecipadas pelos alunos sobre o evento que eles vivenciarão. Nessa fase será realizada uma entrevista com intenção de identificar essas hipóteses. Será explicada também a importância da pesquisa e das atividades do ciclo.

Etapa 2 – Investimento – Essa etapa caracteriza-se por investir para que os estudantes tenham formação para vivenciar o encontro. Essa etapa constará basicamente de dois objetivos:

- 1) Aprofundar os conceitos de ciência e tecnologia ;
- 2) Fazer a relação da importância do laboratório didático de Física e a robótica educacional.

Serão utilizados artigos e periódicos da área para esse aprofundamento.

Etapa 3 – Encontro – Momento em que os estudantes terão contato com o evento antecipado. Essa etapa será composta de três momentos:

1º Momento – Oficina - Estudo teórico das propostas pedagógicas para o trabalho com a robótica educacional.

2º Momento – Oficina - Estudo da Programação de robôs educacionais (princípios básicos);

3º Momento – Oficina - Montagem dos robôs;

No terceiro momento será solicitado aos estudantes que eles pensem num possível plano de aula ou sequencia didática, que relacione os conceitos até aqui vivenciados, explorando as ideias de ciência e tecnologia a partir da robótica educacional.

Etapa – 4 – Confirmação ou Refutação – Momento em que o estudante testa suas hipóteses, confirmando-as ou refutando-as.

Nessa etapa os estudantes apresentarão as suas produções solicitadas na etapa anterior.

Etapa – 5 – Revisão Construtiva – Essa etapa, caracterizada pela ampliação do limite de validade de suas hipóteses iniciais.

Nessa etapa retornaremos as perguntas da entrevista da primeira etapa.

As atividades práticas serão realizadas no Laboratório Interdisciplinar de Formação de Educadores (LIFE), no Departamento de Matemática, localizado no Centro de Ensino de Graduação das exatas da Natureza (CEGEN)

5. CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES DE ACOMPANHAMENTO DE AULAS TEÓRICAS E PRÁTICAS

14/10 – Apresentação do plano de estágio e discussão sobre a relação: ciência, tecnologia e robótica educacional;
16/10 – O laboratório didático no ensino das ciências e a relação com ciência e tecnologia;
21/10 – Oficina de robótica educacional (Os princípios do laboratório didático de robótica educacional- Discussão da proposta pedagógica da LEGO);
23/10 – Oficina de robótica educacional (Apresentação dos Kits da LEGO Zoom);

30/10 – Oficina de robótica educacional(robótica livre com Arduino);
11/11 – Oficina de robótica educacional (montagem dos Kits da LEGO EV3);
13/11 – Oficina de robótica educacional (apresentação da interface gráfica da LEGO e Arduino);
18/11 – Oficina de robótica Educacional (programação dos robôs);
25/11 – Culminância (apresentação e entrega das Atividades)

6. AVALIAÇÃO:

A avaliação constará da elaboração de uma proposta de atividade, fazendo a ponte Robótica educativa-ciência – tecnologia. Essa atividade pode ser um plano de aula ou uma sequência didática. Eles deverão considerar o tempo de realização das atividades de no mínimo duas aulas com os estudantes da escola pública. No ultimo encontro haverá apresentação das atividades produzidas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEHRENS, M. A. **O paradigma da complexidade na formação e no desenvolvimento profissional de professores universitários.** Educação, vol. 30, n. 63, p.439-455, set/dez.2007.

CACHAPUZ, A.; GIL- PÉREZ, D.; CARVALHO, A. M. P de.; PRAIA, J.e VILCHES, A. (org.). **A necessária renovação do ensino das ciências.** 2 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CONDEMARÍN, M.; MEDINA, A. **Evaluación de los aprendizajes, un medio para mejorar las competencias lingüísticas y comunicativas.** Santiago de Chile, Mineduc (P900), República de Chile: División de Educación General ,2000.

8. BIBLIOGRAFIA

BORGES, A. T. **Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 19, n.3: p.291-313. 2002.

CARVALHO, A.M.P; RICARDO, E.C; SASSERON,L.H;ABIB,M.L.V.S; PIETROCOLA,M. Coleção Ideias em Ação. **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010.p.29-51.

DINIZ, R.; SANTOS, M. A. **Utilização da Robótica Educacional LEGO® nas aulas de Física do 1º ano do ensino médio e suas contribuições na aprendizagem**. Congresso Iberoamericano de Ciência, tecnologia, Innovación y educación. Buenos Aires, Argentina, 2014.

FEITOSA, J.G. (org). **Manual didático pedagógico – Lego Zoom**. Curitiba: Zomm editora Educacional,2013.

FOUREZ, G. **Crise no Ensino de Ciências? Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.8, n.2, 2003.

NARDI, R. **Coleção Educação Para a Ciência. Pesquisas em Ensino de Física**. São Paulo: Escrituras Editora, 2004.

Anexos

Anexo 1 - Atividades desenvolvidas pelos estudantes

Anexo 1a-Atividade 1 (estudante 3, estudante 4, estudante 6)

ROTEIRO DE AULA		N.º 01
ESCOLA PÚBLICA		
IDENTIFICAÇÃO DO CURSO		
TÍTULO DO CURSO: 8ª Serie do ensino Fundamental		MODALIDADE: Ensino Fundamental Regular
UNIDADE CURRICULAR: Introdução a Robótica Lego		TEMPO PREVISTO: 1 hora 30 minutos
TEMA DA AULA • Velocidade Média	N.ºPARTICIPANTES 15	DATA 25/11/2015
PLANEJAMENTO PEDAGÓGICO AULA 01/10		
COMPETÊNCIAS:		
Montar um robô utilizando o kit de robótica Lego EV3.		
Desenvolver conceitos sobre espaço, tempo e velocidade média.		
OBJETIVO(S):		
<ul style="list-style-type: none"> • Apresentar conceitos de espaço, tempo e velocidade. • Conhecer os recursos e as características do Kit de Robótica Lego EV3. • Interpretar princípios físicos no funcionamento do robô. • Aprimorar conhecimento físicos utilizando robótica. 		
CONTEÚDO PROGRAMÁTICO:		
<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação do Kit EV3; • Programação básica para robô Lego; • Conceito de Espaço; • Conceito de Tempo; • Conceito de Velocidade Média; • Experimento físico de velocidade média utilizando o robô Lego. 		
ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS:		
Discutir com os alunos os conceitos de espaço tempo e velocidade;		
Fornecer o manual de montagem, e de programação;		
Dividir a turma em equipes, onde cada uma irá propor um modelo de um veículo que devera ser montado com o kit EV3;		
Colocar no piso da sala de aula, uma fita adesiva colada no chão formando uma pista de 1 metro de comprimento por onde o robô deverá andar;		
Marcar o tempo que o robô levou para percorrer toda a pista;		
Calcular a velocidade média;		
Mudar a programação referente ao controle do motor e refazer o experimento;		
Comparar os resultados e escrever um relatório com todas as conclusões da equipe.		
RECURSOS DIDÁTICOS:		
<ul style="list-style-type: none"> • Quadro branco, pincel atômico; • Apresentações em Power Point; • Datashow; • Kit EV3; • Manual de Montagem do Kit EV3; 		

<ul style="list-style-type: none">• Computador;• Cronômetro;
PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO: Observar estratégias utilizadas pela equipe para realizar o experimento proposto. Avaliar relatório das equipes.
BIBLIOGRAFIA: Manual de Montagem do kit EV3. Manual de Programação do kit EV3.
EM: / / _____ DOCENTE

UFRPE
Unidade Curricular: Prática de Ensino I

Anexo 1b - Atividade 2 (estudante 2, estudante 8)

25 de novembro de 2015

Atividade construir um robô de rodas

A atividade consiste em construir um robô de rodas e utilizando o arduino como o controle do robô, para depois podermos enquanto professor propor um problema, um procedimento e a conclusão os próprios alunos irão investigar.

1º Problema proposto:

- Saber qual é o momento em que o robô começa andar variando a potência média, ou seja, a porta PWM do arduino.

2º Questionamento sobre o problema proposto:

- Como e por quê o robô começa a andar?
- Fazer outra pergunta pertinente a resposta dos alunos.

3º Objetivos:

- = Trabalhar no entendimento das Leis de Newton.
- Trabalhar no entendimento do conceito de torque.
- Trabalhar no entendimento do conceitos de circuitos eletrônicos.
- Trabalhar em equipe, divisões de atividades e comunicação do grupo.

4º Materiais:

- 1 - Arduino Uno
- 1 - Chassi de Carro
- 2 - Motores
- 1 - Roda guia com suporte para o chassi
- 2 - Rodas
- 1 - Modulo Ponte H
- 8 - Conectores elétricos, ou seja, jumper's
- 1 - Rampa que possibilita variar a altura

5º Avaliação:

- Observar estratégias utilizadas pela equipe para realizar o experimento proposto.
- Observar o trabalho em equipe.
- Observar as divisões de atividades entre os alunos da equipe.
- Observar as respectivas respostas dos alunos e faze-los discuti-los em equipes.
- Observar o consenso das conclusões dos alunos com o experimento do laboratório livre.

Anexo 1c - Atividade 3 (estudante 1)



UFRPE

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
LICENCIATURA PLENA EM FÍSICA
Prática do Ensino da Física I
Aluno:

PLANO DE AULA
<p>TEMA: Robótica Educativa – Estudo de Conceitos Físicos: Velocidade Média</p> <p>Duração: 04 aulas de 45 minutos.</p>

OBJETIVOS
<p>GERAL Apresentar o conceito físico da velocidade média a partir de uma experiência elaborada de um projeto de robótica (construção de veículo autônomo).</p>
<p>ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Introduzir o conceito de robótica. - Construção robótica de maneira a realizar um experimento, no caso um carro/veículo autônomo de locomoção guiada, com configurações distintas de tamanho de rodas. - Promover o estudo multidisciplinar da robótica com a ciência física, especificamente de velocidade média. - Levantar hipóteses, testá-las e avaliar os resultados. - Estimular a criatividade e a capacidade de resolução de problemas. - Reconhecer a importância do trabalho em equipe.

CONTEÚDO
<p>Robótica nos remete a robôs que executam funções específicas com precisão. Contudo, trabalhar com robótica é construir robôs ou outros mecanismos que tenham autonomia para realizar determinadas tarefas, como por exemplo, se locomover.</p>

METODOLOGIA
<p>Os alunos, em equipes, constroem a base motriz do robô educador usando o livreto de instruções de construção ou as instruções de construção integradas ao aplicativo disponível para tutorial de construção do veículo autônomo.</p> <p>Uma vez construído o veículo, testada sua funcionalidade, é apresentado conceito físico de velocidade média.</p> <p>É proposto ao grupo para que seus veículos percorram o caminho padrão, em linha rede, de 10 metros, devendo estes medirem a velocidade média de cada veículo. Em seguida são apresentadas mais duas opções de rodas de raios diferentes, e é proposto às equipes que seus</p>

**UFRPE**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
LICENCIATURA PLENA EM FÍSICA
Prática do Ensino da Física I**

Aluno:

veículos percorram o mesmo caminho e são realizadas novas medições de velocidade média.

Ao final, são comparadas as velocidades medidas e avaliados os resultados obtidos, incluindo as implicações da alteração das rodas de raios diferentes, e aplicações do veículo autônomo em situações do cotidiano (presente ou previsões futuras).

AVALIAÇÃO

Identificar se os alunos:

- seguiram as instruções de construção para montar o veículo (conectam e fazem o download das programações, são capazes de criar e executar as programações);
- entenderam o conceito físico de velocidade média, as implicações das alterações das características dos veículos e os impactos na velocidade média medida; e
- realizam o trabalho em cooperação para resolver as tarefas.

REFERÊNCIAS

HELOU; GUALTER; NEWTON. Tópicos de Física. Vol. 1. 21ª ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2012.

BAGNALL, BRIAN. Maximum LEGO NXT: Building Robots with Java Brains Variant Press. 2007. ISBN 0-9738649-1-5.

Anexo1d - Atividade 4 (estudante 5)



Universidade Federal Rural de Pernambuco

Disciplina: Prática do Ensino da Física I
 Professor: Alexandro Tenório/João Paulo
 Alunos:

Plano de Aula

I. Plano de Aula: Data: 08/03/16, 10/03/2016, 15/03/2016 e 17/03/2016
II. Dados de Identificação: Professor (a): Professor (a) estagiário (a): Disciplina: Física Série: 1º ano Turma: A Período: Manhã
III. Tema: - Robótica no Processo de Ensino e Aprendizagem - Conceito fundamental: referência nos níveis de aprendizagem de Borges
IV. Objetivos: Objetivo geral: A compreensão dos conceitos físicos abordados por meio da Robótica Objetivos específicos: No início da atividade o aluno deverá entender e analisar o problema proposto. Posteriormente, ele irá listar as possibilidades para sua resolução; após entendido o problema o aluno trabalhará na montagem e construção do robô. Ao término da atividade, o aluno deve estar apto para solucionar a problemática proposta.
V. Conteúdo: Leis de Newton e Força de Atrito
VI. Desenvolvimento do tema: VI.I - Os alunos serão desafiados a perceberem que a força de atrito não depende da área de contato, mas sim da superfície dos materiais em contato. VI.II – Nos dois primeiros encontros serão apresentados os conceitos das três Leis de

Newton.

VI.III – Nos últimos encontros será abordada a Força de Atrito, como também a experimentação que será proposta.

VI.IV – A turma será dividida em quatro grupos e os mesmos efetuarão a montagem do robô que estará conectado a um dinamômetro e medirá a força necessária para deslocar três livros fixados uns aos outros.

VI.V – O experimento será dividido em duas etapas. Na primeira, os livros estarão com a superfície maior em contato com o chão e a segunda com a superfície menor. Os alunos terão que especular o porquê que em ambos os casos a força medida pelo dinamômetro é a mesma.

VII. Recursos didáticos:

Datashow, kits da LEGO, computadores. fita adesiva, livros e dinamômetro.

VIII. Avaliação:

Como método avaliativo será analisado a capacidade, ao fim dos quatro encontros, que o aluno terá de compreender e resolver o desafio anteriormente apresentado.

XIX. Bibliografia:

Manual Didático e Pedagógico da LEGO e Tópicos da Física

Anexo e - Atividade 5 (estudante 7)**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DAS LÂMPADAS****1. IDENTIFICAÇÃO**

Escola:

Curso: Ensino Médio

Disciplina: FÍSICA

Carga horária: 3 AULAS

Série: 3º ANO

Ano: 2015

Professor (a):

2. Objetivo geral

Fomentar o interesse dos alunos pelas ciências exatas e tecnologias através do entendimento de seu estudo para o progresso da sociedade.

3. Objetivos específicos

Compreender e discutir fenômenos da física elétrica envolvidos nos diversos objetos do dia a dia do aluno.

Estimular a interação entre os alunos para realçar a importância do coletivo na ciência.

Mostrar a relação entre ciência e tecnologia através de experimento prático.

4. Conteúdo programático

Eletrodinâmica:

DDP

Corrente elétrica

Resistência

Potência

Linguagem de programação:

Linguagem C para arduíno.

5. Metodologia

-Abordagem teórica sobre os conceitos da eletrodinâmica e programação básica de arduíno, assim como programação específica para leitura de sensor LDR.

-Divisão da turma em três grupos.

-Cada grupo recebe o kit de material para a aula prática contendo um kit de arduíno uno, um computador, um multímetro, uma régua elétrica com receptáculo para lâmpada, fita métrica.

-Os alunos serão orientados pelo professor a criarem uma programação no computador para o arduíno de forma a fazerem a leitura da luminosidade incidente sobre o sensor de luminosidade LDR fornecido.

- Os grupos devem definir uma distância padrão para o receptáculo (lâmpada) e o LDR.
- Cada grupo deve pôr o multímetro em série com a lâmpada para medir a corrente que passa pelo condutor.
- Os alunos devem instalar a lâmpada específica que cada grupo recebeu e ligar todo o circuito.
- Os alunos devem computar os dados medidos, corrente elétrica e luminosidade.
- Os alunos serão instigados a discutir entre os grupos o porquê da diferença entre as medidas nos três tipos de lâmpadas fornecidas (LED, Incandescente e Fluorescente).

6. Avaliação

Deve ser feita através da observação da participação nos grupos, como a disponibilidade nos processos requeridos e coleta dos dados.

Também será notado a interação entre os grupos no momento da discussão entre as diferenças dos resultados e o entendimento de eficiência energética por trás da comparação.

7. Bibliografia

<https://multilogica-shop.com/Referencia>

Halliday, David and Resnick, Robert. Física 4 a ed., volume 4. Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 1983.

Anexo 2 – Fragmentos dos textos utilizados nos encontros

Anexo 2a -Texto 1 – Novos rumos para o laboratório escolar de ciências.

NOVOS RUMOS PARA O LABORATÓRIO ESCOLAR DE CIÊNCIAS*

A. Tarciso Borges
Colégio Técnico da UFMG
Belo Horizonte – MG

Resumo

Este trabalho discute o papel das atividades práticas no ensino de ciências e revê como o laboratório escolar de ciências tem sido usado. Discute os pressupostos sobre a natureza do conhecimento que suportam esses usos e os equívocos a que conduzem. Descreve algumas alternativas potencialmente mais relevantes e pedagogicamente interessantes que temos estudado, em contraste com os tipos de atividades fortemente estruturadas tradicionalmente utilizadas pelos professores. Em particular, defende a adoção de uma ampla gama de atividades prático-experimentais – não necessariamente dirigidas como os tradicionais roteiros experimentais – e uma mudança de foco do trabalho no laboratório, com o objetivo de deslocar o núcleo das atividades dos estudantes da exclusiva manipulação de equipamentos, preparação de montagens e realização de medidas, para outras atividades que se aproximam mais do fazer ciência. Essas atividades mais envolvem a manipulação de interpretações e idéias sobre observações e fenômenos que objetos, com o propósito de produzir conhecimento. Entre elas: a análise e interpretação dos resultados, a reflexão sobre as implicações destes e a avaliação da qualidade das evidências que suportam as conclusões obtidas.

Palavras-chave: *Laboratório, investigações abertas, resolução de problemas, problemas práticos, ensino-aprendizagem de ciências.*

* Publicado no Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 19, n. 3, dez. 2002.

II. O laboratório tradicional

Para um país onde uma fração considerável dos estudantes nunca teve a oportunidade de entrar em um laboratório de ciências, pode parecer um contra-senso questionar a validade de aulas práticas, especialmente porque na maioria das escolas elas simplesmente não existem. De fato, há uma corrente de opinião que defende a idéia de que muitos dos problemas do ensino de ciências se devem à ausência de aulas de laboratório. Para os que compartilham dessa opinião, uma condição necessária

para a melhoria da qualidade de ensino consiste em equipar as escolas com laboratórios e treinar os professores para utilizá-los. Entretanto, mesmo nos países onde a tradição de ensino experimental está bem sedimentada, a função que o laboratório pode, e deve ter, bem como a sua eficácia em promover as aprendizagens desejadas, têm sido objeto de questionamentos, o que contribui para manter a discussão sobre a questão há alguns anos (veja WOOLNOUGH, 1991; WHITE, 1996).

Dessa discussão, parece resultar uma posição unânime de desaconselhar o uso de laboratórios no esquema tradicionalmente usado, pelo seu impacto negativo sobre a aprendizagem dos estudantes. White comenta que os resultados e conclusões de muitas pesquisas sobre a eficácia dos laboratórios decepcionam, “pois conflita com teorias e expectativas. Nós preferimos pensar que os laboratórios funcionam porque acrescentam cor, a curiosidade de objetos não-usuais e eventos diferentes, e um contraste com a prática comum na sala de aula de permanecer assentado”

(WHITE, 1996, p.761). No que é denominado laboratório tradicional, o aluno realiza atividades práticas, envolvendo observações e medidas, acerca de fenômenos previamente determinados pelo professor (TAMIR, 1991). Em geral, os alunos trabalham em pequenos grupos e seguem as instruções de um roteiro. O objetivo da atividade prática pode ser o de testar uma lei científica, ilustrar idéias e conceitos aprendidos nas ‘aulas teóricas’, descobrir ou formular uma lei acerca de um fenômeno específico, ‘ver na prática’ o que acontece na teoria, ou aprender a utilizar algum instrumento ou técnica de laboratório específica. Não se pode deixar de reconhecer alguns méritos nesse tipo de atividade: por exemplo, a recomendação de se trabalhar em pequenos grupos, o que possibilita a cada aluno a oportunidade de interagir com as montagens e instrumentos específicos, enquanto divide responsabilidades e idéias sobre o que devem fazer e como fazê-lo; outro é o caráter mais informal do laboratório, em contraposição à formalidade das demais aulas.

As principais críticas que se fazem a essas atividades práticas é que elas não são efetivamente relacionadas aos conceitos físicos; que muitas delas não são relevantes do ponto de vista dos estudantes, já que tanto o problema como o procedimento para resolvê-lo estão previamente determinados; que as operações de montagem dos equipamentos, as atividades de coleta de dados e os cálculos para obter respostas esperadas consomem muito ou todo o tempo disponível. Com isso, os estudantes dedicam pouco tempo à análise e interpretação dos resultados e do próprio significado da atividade realizada. Geralmente, eles percebem as atividades práticas como eventos isolados que têm o objetivo de chegar à ‘resposta certa’ (TAMIR, 1989). Não é surpreendente, assim, que o laboratório seja pouco efetivo em provocar mudanças nas concepções e modelos prévios dos estudantes, em proporcionar uma apreciação sobre a natureza da ciência e da investigação científica e em facilitar o desenvolvimento de habilidades estratégicas (WHITE, 1996; GAGNÉ, 1970). Alguns críticos mais veementes argumentam que, além disso, os laboratórios de ciências são caros, que o uso de equipamentos só encontrados nos laboratórios torna o ensino distante da experiência fora de sala de aula e que a própria complexidade das montagens constitui uma forte barreira para que o estudante compreenda as idéias e conceitos envolvidos nas atividades práticas.

As críticas que se colocam ao modo como essas atividades práticas são tradicionalmente utilizadas nas escolas apontam que, além de sua completa inadequação pedagógica, sua fundamentação epistemológica é equivocada (HODSON, 1988; MILLAR, 1991). Esse quadro não é exclusivo do laboratório; vários dos livros-textos de Física e de ciências mais populares no país sofrem da mesma deficiência (MOREIRA; OSTERMANN; 1993). Essa concepção empirista-indutivista da ciência, a qual Chalmers (1993) denomina de indutivismo ingênuo, assume que o conhecimento científico é a verdade provada ou descoberta que tem origem no acúmulo de observações cuidadosas de algum fenômeno por uma mente livre de pré-concepções e sentimentos que aplica o método científico para

chegar a generalizações cientificamente válidas. Essa concepção de ciência acaba por conferir um peso excessivo à observação, em detrimento das idéias prévias e imaginação dos estudantes. Além disso, representa o método científico como um algoritmo infalível, capaz de produzir conhecimento cientificamente provado, começando com observações objetivas e neutras, formulação de hipóteses, comprovação experimental e generalização das conclusões. Há dois problemas sérios e sem solução com essa visão.

Em primeiro lugar, essa concepção particular do processo de produção do conhecimento sugere para professores e estudantes que as atividades práticas escolares são da mesma natureza e têm a mesma finalidade que as experimentais e de observação que os cientistas fazem nos seus laboratórios de pesquisa. As atividades práticas e os experimentos científicos são bem distintos, com objetivos bastante diferentes. O cientista passou anos de sua vida estudando uma determinada área da ciência e quando se prepara para realizar um experimento ou conjunto de experimentos, ele o faz para resolver um problema que o interessa, e para o qual pode estar buscando uma solução há muito tempo. Assim, quando ele realiza um experimento, este vem precedido de muito estudo e reflexão, planejamento e preparação. Nesse período anterior à efetiva concretização do experimento, o cientista toma uma série de decisões para definir e delimitar o que irá fazer e medir/observar, que critérios usará para checar a precisão e a confiabilidade dos resultados, que controles exercerá sobre a situação, entre outras. Em segundo lugar, tendo sido criticada por vários filósofos, como por exemplo Popper, Russel-Hanson, Feyerabend, Kuhn e Toulmin, esta imagem da ciência, que ainda permeia muitos dos nossos livros didáticos de ciências naturais, especialmente aqueles utilizados na Educação Básica, está completamente superada nos círculos acadêmicos há várias décadas.

A aceitação dessas críticas não implica, entretanto, concordar com a argumentação de que as atividades prático-experimentais de ciências são supérfluas, e que elas podem, portanto, ser descartadas para o bem dos professores, dos estudantes e da própria escola, que estes poderiam repensar o aproveitamento do tempo destinado a tais atividades, bem como dos espaços ocupados por salas especiais de laboratório, onde existem. Aliás, da forma como vemos a questão, não há a necessidade de um ambiente especial reservado para tais atividades, com instrumentos e mesas para experiências, mas somente que haja planejamento e clareza dos objetivos das atividades propostas. Segundo Tamir (1991), um dos principais problemas com o laboratório de ciências é que se pretende atingir uma variedade de objetivos, nem sempre compatíveis, com um mesmo tipo de atividade. É certo que, com um mesmo conjunto de materiais, um professor criativo pode planejar várias atividades diferentes com objetivos claramente distintos, como, por exemplo, aprender a usar um instrumento para fazer leituras, obter uma imagem de um fenômeno ainda não observado, aprender estratégias para lidar com os erros e incertezas inerentes ao processo de medição, procurar evidências da existência de alguma relação entre grandezas envolvidas na situação, e outros. Sem dúvida que as atividades práticas podem propiciar ao estudante imagens vividas e memoráveis de fenômenos interessantes e importantes para a compreensão dos conceitos científicos. Através delas, ele pode ser educado para fazer medições corretamente e procurar relações entre variáveis.

A questão que se coloca é: o laboratório pode ter um papel mais relevante para a aprendizagem escolar? Se pode, de que maneira ele deve ser organizado? A resposta para a primeira questão é sem dúvida afirmativa: o

laboratório pode, e deve, ter um papel mais relevante para a aprendizagem de ciências. O fato de estarmos insatisfeitos com a qualidade da aprendizagem, não só de ciências, sugere que todo o sistema escolar deve ser continuamente repensado. Com raras exceções, não se cogita a extinção da

escola, por causa de suas dificuldades. Da mesma forma, o que precisamos é encontrar novas maneiras de usar as atividades prático-experimentais mais criativa e eficientemente e com propósitos bem definidos, mesmo sabendo que isso apenas não é solução para os problemas relacionados com a aprendizagem de ciências.

A ciência, em sua forma final, se apresenta como um sistema de natureza teórica. Contudo, é necessário que procuremos criar oportunidades para que o ensino experimental e o ensino teórico se efetuem em concordância, permitindo ao estudante integrar conhecimento prático e teórico. Descartar a possibilidade de que os laboratórios têm um papel importante no ensino de ciências significa destituir o conhecimento científico de seu contexto, reduzindo-o a um sistema abstrato de definições, leis e fórmulas. Muito do que se faz nas aulas de Física em nossas escolas de ensino médio e universidades assemelha-se a isso, preocupando-se mais com a apresentação das definições, conceitos e fórmulas que os alunos memorizam para resolver exercícios. Sem dúvida que as teorias físicas são construções teóricas e expressas em forma matemática; mas o conhecimento que elas carregam só faz sentido se nos permite compreender como o mundo funciona e porquê as coisas são como são e não de outra forma. Isso não significa admitir que podemos adquirir uma compreensão de conceitos teóricos através de experimentos, mas que as dimensões teórica e empírica do conhecimento científico não são isoladas. Não se trata, pois, de contrapor o ensino experimental ao teórico, mas de encontrar formas que evitem essa fragmentação no conhecimento, para tornar a aprendizagem mais interessante, motivadora e acessível aos estudantes.

III. Os objetivos do laboratório

Mesmo em locais com forte tradição de ensino experimental, por exemplo, nos cursos superiores e cursos das escolas técnicas, quase nunca ocorre o planejamento sistemático das atividades, com a explicitação e discussão dos objetivos de tal ensino. A formulação de um planejamento para as atividades de ensino, quando existe, destina-se mais a atender às demandas burocráticas do que explicitar as diretrizes de ação do professor e dos estudantes, ao longo de um curso. Assim, o professor trabalha quase sempre com objetivos de ensino pouco claros e implícitos, confiando em sua experiência anterior com cursos similares. Com isso, os estudantes não percebem outros propósitos para as atividades práticas que não os de verificar e comprovar fatos e leis científicas. Isso é determinante na sua compreensão acerca da natureza e propósitos da ciência (HODSON, 1988), e também da importância que eles atribuem às atividades experimentais. Alguns dos objetivos implícitos que os professores e estudantes tradicionalmente associam aos laboratórios de ciências serão discutidos a seguir.

III.1 Verificar/comprovar leis e teorias científicas

Este objetivo é enganoso, pois o sucesso da atividade é garantido de antemão por sua preparação adequada. O teste que se pretende fazer é, em geral, de um aspecto específico de uma lei ou teoria, e não de seus fundamentos. Hodson (1988) aponta que, como consequência, o estudante tende a exagerar a importância de seus resultados experimentais, além de originar um entendimento equivocado da relação entre teoria e observação. Outro aspecto é que ele logo percebe que sua 'experiência' deve produzir o resultado previsto pela teoria, ou que alguma regularidade deve ser encontrada. Quando ele não obtém a resposta esperada, fica desconcertado com seu erro, mas, se percebe que o 'erro' pode afetar suas notas, ele intencionalmente 'corrige' suas observações e dados para obter a 'resposta correta', e as atividades experimentais passam a ter o caráter de um jogo

viciado. Infelizmente este é daquele tipo de jogo que se aprende a jogar muito rapidamente. Muitas vezes, os próprios professores são vítimas desse raciocínio, e sentem-se inseguros quando as atividades que propõem não funcionam como esperavam, passando a evitá-las no futuro porque ‘não dão certo’. As causas do erro não são investigadas e uma situação potencialmente valiosa de aprendizagem se perde, muitas vezes, por falta de tempo. Nesse sentido, o que se consegue no laboratório é similar ao que se aprende na sala de aula, onde o resultado se torna mais importante que o processo, em detrimento da aprendizagem.

IV. Alternativas para o laboratório escolar

As pesquisas sobre ensino-aprendizagem de ciências produziram evidências de que as crianças trazem para a escola um conjunto de concepções sobre vários aspectos do mundo, mesmo antes de qualquer introdução à ciência escolar. Essas concepções alternativas são adquiridas a partir de sua inserção na cultura comum e da experiência cotidiana com fenômenos e eventos, e, freqüentemente, interferem com a aprendizagem das idéias científicas. A psicologia cognitiva tem contribuído, junto com a pesquisa em ensino e aprendizagem de ciências, para a análise da prática educacional. Entretanto, pela própria complexidade da questão, o que tem sido possível fazer é a obtenção de diretrizes muito genéricas sobre como ensinar e como contribuir para a aprendizagem escolar, o que é ainda muito distante das expectativas excessivamente otimistas da década de 50 (COLL, 1987). Uma dessas recomendações, a qual exprime a idéia básica das concepções construtivistas – a de que o aluno constrói seu próprio conhecimento através da ação – é a de que os processos educacionais devem respeitar e favorecer a atividade do estudante, e que esta deve ser o centro do processo de aprendizagem. Algumas vertentes do construtivismo argumentam que qualquer atividade pedagógica só tem valor se tiver origem no aprendiz e se este detiver pleno controle das ações, para justificar uma forma de ativismo empirista. Como Coll aponta, pouco importa que esta atividade consista de manipulações observáveis ou em operações mentais que escapem ao observador; pouco importa também que responda total ou parcialmente à iniciativa do aluno, ou que tenha sua origem no incentivo e nas propostas do professor. O essencial é que se trate de uma atividade cuja organização e planejamento fique a cargo do aluno (1987, p. 187).

O trabalho no laboratório pode ser organizado de diversas maneiras, desde demonstrações até atividades prático-experimentais dirigidas diretamente pelo professor ou indiretamente, através de um roteiro. Todas podem ser úteis, dependendo dos objetivos que o professor pretende com a realização das atividades propostas. Uma alternativa que temos defendido há mais de uma década, e mais recentemente temos investigado e utilizado com nossos alunos, consiste em estruturar as atividades de laboratório como investigações ou problemas práticos mais abertos, que os alunos devem resolver sem a direção imposta por um roteiro fortemente estruturado ou por instruções verbais do professor. Um problema, diferentemente de um exercício experimental ou de um de fim de capítulo do livro-texto, é uma situação para a qual não há uma solução imediata obtida pela aplicação de uma fórmula ou algoritmo. Pode não existir uma solução conhecida por estudantes e professores ou até ocorrer que nenhuma solução exata seja possível. Para resolvê-lo, tem-se que fazer idealizações e aproximações. Diferentemente, um exercício é uma situação perturbadora ou incompleta, mas que pode ser resolvida com base no conhecimento de quem é chamado a resolvê-lo.

<i>Aspectos</i>	Laboratório Tradicional	Atividades Investigativas
<i>Quanto ao grau de abertura</i>	Roteiro pré-definido	Variado grau de abertura
	Restrito grau de abertura	Liberdade total no planejamento
<i>Objetivo da</i>	Comprovar leis	Explorar fenômenos
<i>Atitude do estudante</i>	Compromisso com o resultado	Responsabilidade na investigação

Fig. 1 - Contínuo problema-exercício.

O que julgamos importante é chamar a atenção para o fato de que uma situação, percebida como um problema por uma pessoa, pode ser entendida como um mero exercício por outra. De qualquer forma, para resolver um problema, um estudante deve fazer mais que simplesmente lembrar-se de uma fórmula ou de uma situação similar que conseguiu resolver. Nesse sentido, um problema é um desafio proposto para o aluno, e pode ser expresso em diferentes níveis: desde um problema completamente ‘fechado’ até um ‘aberto’ (GARRET, 1988). No primeiro caso, o problema, os procedimentos e recursos são dados pelo professor, livro ou roteiro, ficando para o aluno a tarefa de colher dados e tirar as conclusões. Ao contrário, em uma investigação aberta, cabe a ele toda a solução, desde a percepção e geração do problema; sua formulação em uma forma suscetível de investigação; o planejamento do curso de suas ações; a escolha dos procedimentos, a seleção dos equipamentos e materiais, a preparação da montagem experimental, a realização de medidas e observações necessárias; o registro dos dados em tabelas e gráficos; a interpretação dos resultados e enumeração das conclusões. A Fig. 1 representa as atividades investigativas e o laboratório tradicional, contrastando-os segundo três aspectos: o grau de abertura, o objetivo da atividade e a atitude do estudante em relação a ela. O que denominamos ‘grau de abertura’ indica o quanto o professor ou o roteiro que ele fornece especifica a tarefa.

A Fig. 1 sugere, quanto ao aspecto abertura, a existência de um contínuo, cujos extremos seriam: exercícios, de um lado, e problemas completamente abertos, do outro. Entre esses dois extremos, que determinam quem tem o controle ou a responsabilidade por certas etapas da atividade prática, há um número de possibilidades com divisão dessas tarefas entre o professor e os estudantes. Outra forma de entender essa distinção entre problema fechado e aberto foi proposta por Tamir (1991), baseada em estudos anteriores e apresentada na Fig. 2. Ele propõe a categorização das atividades investigativas em quatro níveis, de acordo com a Fig. 2. No nível 0, o qual corresponde aproximadamente ao extremo de ‘problema fechado’, são dados o problema, os procedimentos e aquilo que se deseja observar/verificar, ficando a cargo dos estudantes coletar dados e confirmar ou não as conclusões. No nível 1, o problema e procedimentos são definidos pelo professor, através de um roteiro, por exemplo. Ao estudante cabe coletar os dados indicados e obter as conclusões. No nível 2, apenas a situação-problema é dada, ficando para o estudante decidir como e que dados coletar, fazer as medições requeridas e obter conclusões a partir deles. Finalmente, no nível 3 – o

mais aberto de investigação – o estudante deve fazer tudo, desde a formulação do problema até chegar às conclusões.

Nível de Investigação	Problemas	Procedimentos	Conclusões
Nível 0	Dados	Dados	Dados
Nível 1	Dados	Dados	Em aberto
Nível 2	Dados	Em aberto	Em aberto
Nível 3	Em aberto	Em aberto	Em aberto

Um sistema de categorias, mesmo simples como esse, serve como um organizador de nosso entendimento do que está envolvido no grau de abertura de uma situação-problema. Como exemplo de um problema de nível 2, considere a situação a seguir, que realizamos recentemente com todas as turmas do primeiro ano de ensino médio, trabalhando em grupos de 3 ou 4 estudantes cada, como uma atividade normal de laboratório durante o estudo de cinemática. A Fig. 3 reproduz o esquema apresentado aos alunos. O problema foi especificado e a montagem previamente preparada, mas não fornecemos indicação do que e como deveria ser medido, portanto parecia correto nosso entendimento de que se tratava de um problema de nível 2. Após uma fase rápida de planejamento do grupo, praticamente todos decidiram por medir a altura máxima que a bolinha atingia ou o tempo necessário para ela atingir o ponto de maior altura. A partir dos valores obtidos, eles usaram uma das equações para movimento com aceleração constante, por exemplo, a equação de Torricelli, para determinar V_0 . Apesar de simples, a atividade propiciou discussões sobre como medir a altura máxima alcançada pela bolinha, a pouca acuracidade conseguida na medida do tempo (eles facilmente conectaram isso com o tempo de reação deles – atividade que já haviam feito anteriormente), e a necessidade do experimento ser replicado. Nem todos os grupos conseguem imaginar um caminho para solucionar o problema dentro do período do laboratório, e recorrem ao professor ou aos seus colegas, em busca de sugestões de procedimento. Para esses grupos, não podemos dizer que a atividade é um problema de nível 2, mas talvez de nível 1.

Um curso baseado em investigações apresenta a característica única de combinar processos, conceitos e procedimentos na solução de um problema. Vários estudos foram realizados em nosso grupo procurando compreender as dificuldades que os estudantes, com e sem experiência pessoal com trabalhos práticos escolares, enfrentam ao formular um problema a partir de uma situação proposta a eles, em planejar a sua solução e executá-la. Nosso aprendizado a partir dessas pesquisas sugere que uma atividade aberta pode ser muito difícil para alunos sem conhecimento de conteúdo e sem experiência anterior com laboratório. No entanto, temos evidências de que, mesmo sem conhecimento específico sofisticado e experiência com aulas de laboratório, conseguem formular problemas mais simples e planejar a sua solução em laboratório.

V. Referências Bibliográficas

BYBEE, R. W.; DEBOER, G. E. Research on goals for the science curriculum. In: GABEL, D. L. (ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. National Science Teachers Association. New York: McMillan Pub, 1996. p.357-387.

CAREY, S. et al. An experiment is when you try it and see if works. International Journal of Science education, v. 11, n. 5, p. 514-529, 1989.

CHALMERS, A. F. O que é a ciência afinal? São Paulo: Brasiliense, 1993.

- COLL, C. As contribuições da psicologia para a educação: Teoria genética e aprendizagem escolar. In: LEITE, L. B.; MEDEIROS, A. A. (org.) Piaget e a Escola de Genebra. São Paulo: Cortez, 1987. p. 164-197.
- GAGNÉ, R. M. The Conditions of Learning. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1970.
- GARRET, R. M. Problem solving in science education. *Studies in Science Education*, v. 13, p. 70-95, 1988.
- GUNSTONE, R. Reconstructing theory from practical work. In: WOOLNOUGH, B. (ed.) *Practical Science*. Milton Keynes: Open University Press, 1991. p. 67-77.
- HANSON, N. R. *Patterns of Discovery*. Cambridge: Cambridge University Press, 1958.
- HODSON, D. The nature of scientific observation. *School Science Review*, v. 68, p. 17-29, 1986.
- HODSON, D. Towards a philosophically more valid science curriculum. *Science Education*, v. 72, n. 1, 1988.
- LINN, M. C.; LAYMAN, J. W.; NACHMIAS, R. Cognitive consequences of microcomputer-based laboratories: graphing skills development. *Contemporary Educational Psychology*, v. 12, n. 3, p. 244-253, 1987.
- LINN, M. C.; SONGER N. B.; LEWIS, E. L.; STERN, J. Using technology to teach thermodynamics: achieving integrated understanding. In: FERGUSSON, D. L. (ed.) *Advanced educational technologies for mathematics and science*. Berlin: Springer-Verlag, 1993. p. 5-60.
- MEC PCN Ensino Médio. Brasília: SEMTEC/MEC, 1999.
- MILLAR, R.; DRIVER, R. Beyond processes. *Studies in Science Education*, v. 14, p. 33-62, 1987.
- MILLAR, R. A means to an end: the role of process in science education. In: WOOLNOUGH, B. (ed.) *Practical Science*. Milton Keynes: Open University Press, 1991. p. 43-52.
- MOREIRA, M. A.; OSTERMANN, F. Sobre o ensino do método científico. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 10, n. 2, p. 108-117, 1993.
- MURPHY, P. Insights into pupil's responses to practical investigations from the APU. *Physics Education*, v. 23, p. 331-336, 1988.
- OCDE The OCDE Programme for International Student Assessment, Pisa, 2001. Disponível em: <<http://www.Pisa.OCDE.org>>.
- TAMIR, P. Training teachers to teach effectively in the laboratory. *Science Education*, v. 73, p. 59-70, 1989.
- TAMIR, P. Practical work at school: An analysis of current practice. In: WOOLNOUGH, B. (ed.) *Practical Science*. Milton Keynes: Open University Press, 1991.
- THORNTON, R. K. Tools for scientific thinking: microcomputer-based laboratories for physics teaching. *Physics Education*, v. 22, p. 230-238, 1987.
- WHITE, R. F. The link between the laboratory and learning. *International Journal of Science Education*, v. 18, n. 7, p. 761-774, 1996.
- WOOLNOUGH, B. (ed.) *Practical Science*. Milton Keynes: Open University Press, 1991.

Anexo 2b - Texto 2 – Problematização e Contextualização no Ensino de Física1

CARVALHO, A.M.P. (org.) Ensino de Ciência de Física. Coleção ideias em ação. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

Elio Carlos Ricardo

No início de cada ano escolar o professor se depara com várias turmas de alunos para as quais pretende ensinar o que estabelecem os programas curriculares. Essa parece ser uma prática rotineira no ambiente escolar. No entanto, os saberes escolares vêm sendo cada vez mais colocados em questão. Ou seja, as exigências do mundo moderno fazem com que a pertinência do que se ensina na escola e a formação que ela oferece sejam interrogadas. Mais que em outras épocas, os alunos resistem em aderir ao projeto de ensino, externando um sentimento de dúvidas em relação à preparação que estariam recebendo para enfrentar as dificuldades que presumidamente esperam encontrar em suas vidas.

No caso do ensino das ciências de modo geral, e da física em particular, mais que em outras áreas, isso se torna evidente, pois ao mesmo tempo em que os alunos convivem com acontecimentos sociais significativos estreitamente relacionados com a ciência e a tecnologia, e mesmo com produtos tecnológicos, recebem na escola um ensino de ciências que se mostra distante dos debates atuais. Em muitos casos os alunos acabam por identificar uma ciência ativa, moderna, e que está presente no mundo real, todavia, distante e sem vínculos explícitos com uma física que só “funciona” na escola. Não é por outra razão que os professores frequentemente apontam a falta de interesse e motivação dos alunos como um dos obstáculos para a aprendizagem.

Mas, como seria se esse professor, habituado com as rotinas da escola, começasse a questionar o porquê de se ensinar física? Se seus alunos gostam de física? Ou ainda, se todos os seus alunos são capazes de aprender o que se pretende ensinar a eles? Se a resposta a essa última questão for negativa, então uma prática de ensino que leve apenas uma pequena parte dos alunos à aprendizagem seria aceitável, pois nem todos conseguem aprender! No entanto, se a resposta for afirmativa, então outra pergunta se segue: como levar cada um dos alunos a se apropriar de algum conhecimento dentro de sua individualidade e, ao mesmo tempo, trabalhar com uma classe em que este mesmo aluno é um sujeito coletivo?

Tais questionamentos se associam a outros desafios impostos aos professores, a saber, administrar a heterogeneidade em sala de aula, criar situações de aprendizagem, compreender o processo de didatização dos saberes escolares e lidar com as representações e concepções dos alunos, entre outros. Todavia, se é verdade que em educação não se deve buscar receitas prontas para a solução de problemas dessa natureza, também é verdade que há alternativas e possibilidades para se enfrentar didaticamente os cenários que se apresentam.

O professor, ao estabelecer seus primeiros contatos com as turmas, já possui uma relação com os saberes disciplinares daquilo que pretende ensinar, mas os alunos ainda não têm essa relação. Quando têm são frágeis, porque, embora tragam consigo explicações para os fenômenos da natureza, estas estão associadas ao senso comum. As pesquisas se referem a esses conhecimentos como concepções alternativas ou espontâneas, construídas, em sua maioria, a partir das experiências cotidianas e na vivência com os outros sujeitos. O início dessa relação didática, que se estabelece entre o professor e os alunos diante de um conjunto de saberes a ensinar, é um momento de risco, pois dependendo das escolhas didáticas feitas, aquelas concepções podem se consolidar e se tornarem verdadeiros obstáculos à aprendizagem, sobrevivendo até mesmo aos projetos de ensino subsequentes.

Alguns alunos acabarão entrando no “jogo didático” e perceberão as práticas e estratégias do professor e poderão se sair bem nas avaliações, por exemplo, já que sabem dar as respostas que se espera que eles dêem. Entretanto, haverá aqueles que não entrarão nesse jogo e passarão por grandes dificuldades na escola. Esses contarão principalmente com a sensibilidade do professor em “colocá-los no jogo”. Aqueles mais experientes e sensíveis aos problemas dos alunos poderão fazê-lo, mas essa percepção é muito importante na formação do aluno para apostar apenas na sensibilidade do professor. Desse modo, tais problemas deveriam ser tratados já na formação desse professor, tanto inicial quanto continuada.

Ao discutirem tais questões no ensino das ciências, vários autores (Astolfi et al., 2002; Perrenoud, 2000; Meirieu, 1998; Jonnaert, 1996) destacam, entre outros pontos, a necessidade de prover os docentes de instrumentos didáticos para que eles possam analisar e refletir a respeito de suas práticas de ensino e buscar uma aproximação entre o seu discurso e o discurso dos alunos. Ou seja, mediar a relação entre estes e os saberes escolares que se pretende ensinar. Dito de outro modo: ampliar o espaço de diálogo entre professor – saber a ensinar – alunos. Para isso, um dos requisitos consiste em transformar didaticamente o que foi um problema da ciência em um problema para os alunos. Seria isso uma problematização? Ou seria uma contextualização?

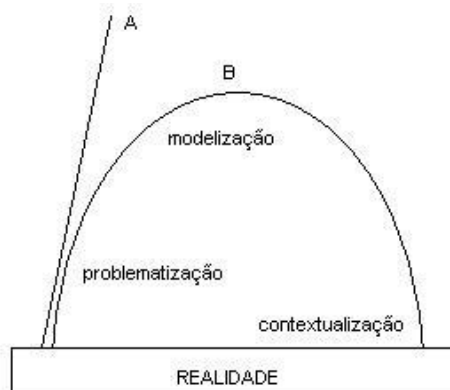
Como construir uma sequência didática que tenha como ponto de partida uma problematização, sustentada em uma situação tal que os alunos se deparem com a necessidade de se apropriar de um conjunto de saberes que ainda não têm, e que permita uma contextualização? São essas questões e suas alternativas didático-metodológicas que serão tratadas a seguir, inseridas na estrutura das situações de aprendizagem que se encontram no coração da relação didática estabelecida no interior de uma sala de aula.

3. A Problematização

As discussões anteriores mostram que um ensino de física contextualizado não se resume a relações ilustrativas com o cotidiano dos alunos, ou com exemplos de aplicações da física. Um ensino contextualizado é o resultado de escolhas didáticas do professor, envolvendo conteúdos e metodologias, e com um projeto de ensino bem definido. Parece claro também que um conjunto de estratégias didáticas precedem a contextualização. Esse é o papel da problematização.

A problematização consiste na construção de situações-problema que irão estruturar as situações de aprendizagem, dando-lhes um significado percebido pelos alunos. O filósofo Gaston Bachelard (1996) já alertava que havia a necessidade de construir problemas que não são postos pelos alunos. Os problemas científicos não são naturais para os educandos. Karl Popper (1974) também destacou que na escola se ensinam respostas a perguntas que não foram feitas. Nesse sentido, Vlassis e Demonty (2002), ao discutirem as características de uma situação-problema, afirmam que “por mais evidente que isso possa parecer, a situação deve verdadeiramente pôr um problema aos alunos” (2002, p.40). Evidente talvez, mas não trivial. Na sequência, os autores salientam que “uma situação-problema não se define somente pela situação propriamente dita, mas também pela maneira como o professor explora essa situação”

(Idem). As situações-problema, portanto, não se constituem por si mesmas; não se trata de ilustrar os assuntos a serem ensinados e diluí-los em generalidades. Trata-se de construir um cenário de aprendizagem, com pontos de partida e de chegada bem definidos. O Esquema 02 a seguir sintetiza essa ideia:



Esquema 02

A curva A representa uma interpretação simplificada da contextualização, que é a de partir de exemplos, ilustrações, casos da realidade, mas sem um retorno a esta. O fim é o saber escolar sistematizado em situações didáticas excessivamente artificiais, que têm sentido no interior da própria escola. Pode ocorrer também o contrário: partindo-se dos saberes sistematizados exige-se dos alunos que façam alguma relação com o seu cotidiano. As discussões precedentes já mostraram que isso é pouco provável de acontecer. A realidade aqui assume o status de mera motivação, se é que cumpre tal papel.

A curva B toma a realidade, ou uma parte dela, como ponto de partida e de chegada. Ela exige uma competência crítico-analítica dessa realidade a partir da sua problematização. A contextualização se dará no momento em que se retorna a essa realidade, com um novo olhar, com possibilidades de compreensão e ação. A contextualização sucede a problematização e a teorização ou modelização. É na etapa da modelização que os saberes a ensinar serão trabalhados. Ela responde, em certo sentido, à seguinte pergunta: que saberes são necessários para se compreender a situação-problema que se apresenta nesse momento? É por isso que tal situação tem que ser construída. Ela não é dada nos programas ou livros didáticos. Para Delizoicov (2001) uma situação-problema deveria ter “o potencial de gerar no aluno a necessidade de apropriação de um conhecimento que ele ainda não tem e que ainda não foi apresentado pelo professor” (p.133).

Assim, uma situação-problema não poderia gerar um diálogo entre professor e alunos cujas respostas da parte destes sejam apenas sim/não, contra/a favor, conheço/não conheço, sei/não sei. A problematização se consolida também nas interações dentro da sala de aula, pois é algo da realidade dos alunos que está sendo analisado, confrontado e questionado. Uma situação-problema pode/deve levar à formulação de outros problemas. Daí o alerta feito por Vlassis e Demonty (2002) acima em relação à forma como as situações são exploradas pelo professor.

No entanto, uma situação-problema que não tenha significado para os alunos, ou que este não esteja claro, corre o risco de se esvair em trabalhos infrutíferos e os alunos irão buscar, ou mesmo exigir do professor, respostas prontas. Vale lembrar que na estrutura escolar é comum a prática de dar respostas, mesmo para perguntas que não foram feitas, conforme alertou Popper. Segundo Meirieu (1998), “atualmente, os alunos não têm mais encontrado, em sua história pessoal, cultural e social, quando o professor ‘ensina a lição’, o problema ao qual esta responde” (p.171). O autor chama essa prática de pedagogia da resposta em contraponto a uma pedagogia do problema.

As situações-problema terão que ser estruturadas e organizadas de tal modo que se apresentem como um problema de fato, mas que ao mesmo tempo os alunos vislumbrem possibilidades de alcançar a solução. Ou seja, as situações devem contemplar começo, meio e fim, pois de outro modo se reduziriam à situação descrita na curva A do Esquema 02. Meirieu (1998), define uma situação-problema como sendo

“uma situação didática na qual se propõe ao sujeito uma tarefa que ele não pode realizar sem efetuar uma aprendizagem precisa” (p.192). A situação-problema é meio para a aprendizagem. Mas, uma

situação-problema também poderá levar os alunos a mobilizar seus conhecimentos e suas representações, questionando-as, lançando novas hipóteses e elaborando novas ideias (Astolfi et al., 2002).

Finalmente, cabe lembrar que o professor terá que administrar uma heterogeneidade em classe; seja de distintos tempos de aprendizagem, seja do empenho dos alunos, tanto em grupos como individualmente, seja de acesso à informação, entre outras. Em maior ou menor grau, isso é inevitável. Aliado a isso, um programa extenso e o pequeno número de aulas acabam engessando o professor. Entretanto, isso não

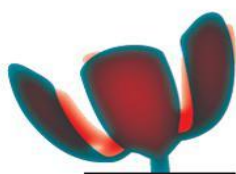
impede a prática de um ensino de física contextualizado, ao contrário. Na medida em que se pretende envolver mais os alunos, as participações individuais e coletivas serão incrementadas. Em relação ao tempo, mais que em outras situações, um ensino contextualizado exigirá a escolha de conceitos e noções centrais, em torno das quais as sequências didáticas serão estruturadas¹³. Um bom domínio dos conteúdos específicos é condição necessária, assim como a superação da ideia de que os saberes a ensinar só podem ser organizados em sequências lineares apoiadas em supostos pré-requisitos. Isso permitirá determinar o grau de aprofundamento necessário a cada assunto, conceito ou teoria a ser ensinada, bem como as estratégias e recursos a serem empregadas na elaboração e implementação das situações-problema.

Referências

- ASTOLFI, Jean-Pierre et al.. *As Palavras-Chave da Didática das Ciências*. Trad. Maria Ludovina Figueiredo. Lisboa: Instituto Piaget, 2002.
- BACHELARD, Gaston. *A formação do espírito científico: contribuições para uma psicanálise do conhecimento*. Trad. Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio*. Brasília: MEC, SEMTEC, 1999.
- BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. *PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.
- BROUSSEAU, Guy. *Fondement et Méthodes de la Didactique des Mathématiques. Recherches en Didactique des Mathématiques*, v.7, n.2, p.33-115, 1986.
- BUNGE, Mario. *Teoria e Realidade*. Trad. Gita K. Guinsburg. São Paulo: Perspectiva, 2008.
- CHEVALLARD, Yves. *La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aique Grupo Editor, 1991.
- CHEVALLARD, Yves. *Les processus de transposition didactique et leur théorisation*. In: ARSAC, Gilbert et al. (orgs.). *La Transposition Didactique à l'Épreuve*. Paris: La Pensée Sauvage, 1994.
- CRUZ, Sônia Maria S.C.; ZYLBERSZTAJN, Arden. *O enfoque ciência, tecnologia e sociedade e a aprendizagem centrada em eventos*. In: PIETROCOLA, Maurício (org.). *Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001.
- CUPANI, Alberto. *A Objetividade Científica como Problema Filosófico*. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.6, número especial, p.18-29, 1989.
- ¹³ Um exemplo de sequência didática nessa perspectiva pode ser encontrado em Sousa (2007). Um programa de física para todo o ensino médio pode ser encontrado em Delizoicov e Angotti (1992).
- DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André P.. *Física*. São Paulo: Cortez, 1992.
- DELIZOICOV, Demétrio. *Problemas e Problematisações*. In: PIETROCOLA, Maurício (org.). *Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001.
- DELIZOICOV, Demétrio. *La Educación en Ciencias y la Perspectiva de Paulo Freire*. *Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v.1, n.2, p.37-62, jul. 2008. http://www.ppgect.ufsc.br/alexandriarevista/numero_2/artigos/demetrio.pdf
- EISBERG, Robert; RESNICK, Robert. *Física Quântica*. 6ª ed.. Trad. Paulo Ribeiro, Enio Silveira, Marta Barroso. Rio de Janeiro: Campus, 1988.

- FOUREZ, Gérard. Interdisciplinarité et îlot de rationalité. *Revue Canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies*, v.1, n.3, p.341-348, juil. 2001.
- FREIRE, Paulo. *Pedagogia do Oprimido*. 14ª ed.. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1985.
- HALLIDAY, David et al.. *Fundamentos de Física*. Trad. André S. Azevedo e José Paulo S. Azevedo. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2003.
- JACKSON, John D.. *Classical Electrodynamics*. 3rd ed.. USA: John Wiley & Sons, Inc.; 1998.
- JONNAERT, Philippe. Dévolution versus Contre-dévolution! Um tandem incontournable pour le contrat didactique. In: RAISKY, Claude; CAILLOT, Michel (éds.). *Au-delà des didactiques, le didactique: débats autour de concepts fédérateurs*. Bruxelles: De Boeck & Larcier, 1996.
- MEIRIEU, Philippe. *Aprender... sim, mas como?* 7ª ed.. Trad. Vanise Dresch. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- NUSSENZVEIG, Moysés. *Curso de Física Básica*. 4ª ed.. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda., 2002.
- PATY, Michel. *A Matéria Roubada: a apropriação crítica do objeto da física contemporânea*. Trad. Mary Barros. São Paulo: Editora da USP, 1995.
- PERRENOUD, Philippe. *Dez novas competências para ensinar*. Trad. Patrícia Chittoni Ramos. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.
- PIETROCOLA, Maurício. *Construção e realidade: o papel do conhecimento físico no entendimento do mundo*. In: PIETROCOLA, Maurício (org.). *Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001.
- PINHO-ALVES, José et al.. *A Eletrostática como exemplo de Transposição Didática*. In: PIETROCOLA, Maurício (org.). *Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001.
- POPPER, Karl. *A Lógica da Pesquisa Científica*. Trad. Leônidas Hegenberg e Octanny S. da Mota. São Paulo: Editora Cultrix, 1974.
- RICARDO, Elio C.. *Competências, Interdisciplinaridade e Contextualização: dos Parâmetros Curriculares Nacionais a uma compreensão para o ensino das ciências*. 2005. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2005. <http://www.ppgect.ufsc.br/teses/01/Tese.pdf>
- RICARDO, Elio C.. *Educação CTSA: obstáculos e possibilidades para sua implementação no contexto escolar*. *Ciência & Ensino*, v.01, p.01-12, 2007. <http://www.ige.unicamp.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/160>
- RICARDO, Elio C. et al. *A Tecnologia como Referência dos Saberes Escolares: perspectivas teóricas e concepções dos professores*. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.29, p.137-149, 2007. <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/060701.pdf>
- ROBILOTTA, Manuel. *O Cinza, o Branco e o Preto – da relevância da história da ciência no ensino da física*. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.5, número especial, p.7-22, jun. 1988.
- SOUSA, Demuthey Rodrigues et al.. *A Teoria e a Prática na Formação Inicial: reflexões a partir da execução de um projeto de ensino na disciplina de física*. XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2007, São Luiz – Maranhão. Atas, 2007. <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii/sys/resumos/T0224-1.pdf>
- VERRET, Michel. *Le temps des études*. Paris: Honoré Champion, 1975.
- VLASSIS, Joëlle; DEMONTY, Isabelle. *A Álgebra Ensinada por Situações-Problemas*. Trad. Teresa Serpa. Lisboa: Instituto Piaget, 2002.

Anexo 2c -Texto 3- A Utilização da Robótica Educacional LEGO® nas aulas de Física do 1º ano do ensino médio e suas contribuições na aprendizagem



**CONGRESO
IBEROAMERICANO**
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,
INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

**CONGRESSO
IBERO-AMERICANO**
DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÃO E EDUCAÇÃO

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación

A Utilização da Robótica Educacional LEGO® nas aulas de Física do 1º ano do ensino médio e suas contribuições na aprendizagem

Rafael Henriques Nogueira Diniz¹, rafahdiniz@yahoo.com.br

Míriam Stassun dos Santos² miriamstassun@gmail.com

^{1,2} Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), Programa de Pós-Graduação em Educação Tecnológica, Brasil/MG.

RESUMO

Atualmente a robótica educacional vem afirmando-se como uma ferramenta de aprendizagem extremamente útil, apesar de ainda emergente no Brasil, principalmente no ensino fundamental e médio. Assim, o presente trabalho pretende analisar o uso da metodologia LEGO® nas atividades práticas utilizando robótica educacional, nas aulas de Física, no ensino médio como facilitadora ao professor e suas contribuições no auxílio à aprendizagem dos alunos. Segundo Cabral (2010) Papert acredita que a criança desenvolve melhor seu aprendizado quando a mesma é “menos ensinada”, possibilitando experimentar, construir e reconstruir brincando. Desde 1993, Ramsey defendia que é a partir da discussão de temas reais e da tentativa de delinear soluções para os mesmos que os alunos se envolvem de forma significativa e assumem um compromisso social. Yager (1991) afirma que nas aulas de Ciências, uma das formas de discussão dos temas reais seria através da experimentação, desenvolvendo assim habilidades, competências e valores agregados para o desenvolvimento de conceitos científicos. O presente artigo relata parte de uma pesquisa de mestrado realizado ao longo de três meses acompanhando aulas teóricas e práticas de robótica educacional LEGO® de um professor de física, do 1º ano do ensino médio, de um colégio técnico. As aulas foram analisadas diante das observações, registros e filmagens, bem como questionários aplicados aos alunos e professor sobre a importância do uso da metodologia LEGO® nas aulas de robótica educacional e como auxílio na aprendizagem dos alunos. Nas aulas foco desse artigo utilizou-se a metodologia LEGO® nas atividades práticas de robótica educacional, em um laboratório específico para essas atividades, com o tema “Galileu e o movimento da Terra” escolhido pelo professor e considerado por ele o mais adequado aos conteúdos abordados na teoria. Como resultado, constatou-se que os alunos consideram importante a utilização da robótica educacional LEGO como auxílio a vivência de situações de difícil explicação na forma teórica e de fácil visualização na prática. Relatam sobre o formato dinâmico que a atividade prática toma quando os alunos são os responsáveis diretos pela construção do conhecimento. Apontam o papel do professor como um orientador, incentivador a

reflexão de situações ocorridas no dia a dia através da aula prática e ressaltam que por meio do uso da robótica educacional LEGO o professor consegue uma maior compreensão e atenção dos alunos.

Palavras-chave: robótica educacional, ensino de física, ciência e tecnologia, papel do professor.

1. INTRODUÇÃO

A tecnologia e os instrumentos tecnológicos estão cada vez mais presentes no cotidiano das pessoas. Suas utilizações variadas já são discutidas até pelos movimentos de educadores, buscando uma reflexão sobre os papéis sociais, políticos e pedagógicos das práticas docentes conforme afirma Saviani (2005). As Tecnologias da Informação e Comunicação se fazem presentes também nos cotidianos escolares através de dispositivos como: projetores, tablets, notebooks, netbooks, smartphones. Com grande facilidade de manuseio dos dispositivos, os alunos possuem em grande maioria, facilidade para o uso de tais dispositivos, para “desespero” dos professores aversos à tecnologia. Sendo assim, os espaços educacionais que utilizam desses dispositivos como ferramenta de colaboração e aprendizagem descobrem nela portas infinitas para o acesso aos alunos à informação.

A participação dos alunos em atividades envolvendo Robótica Educacional LEGO® permite que os mesmos desenvolvam experimentos – robôs, tornando-os reias e motivando-os a aprender, atentos e conscientes, além da contribuição da aprendizagem, tornando-os sensíveis às relações com o mundo ao seu redor. Ressalta-se uma busca dos mesmos em associar experiências vividas como auxílio por diversas vezes nas construções e reconstruções de seus modelos robóticos.

Por ter vivenciado essa experiência, do uso de uma ferramenta tecnológica, busca-se nesse trabalho analisar a utilização da Robótica Educacional LEGO® nas aulas de Física do 1º ano do ensino médio e suas contribuições na aprendizagem.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A tecnologia possui um papel tão relevante na sociedade que já defini até mesmo o mercado de trabalho no futuro. Segundo Tajra (2008), boa parte dos empregos do próximo século ainda nem foi formada, pois será dependente das tecnologias que ainda estão por vir, sobretudo tecnologias da informação e da comunicação.

As Tecnologias de Informação e Comunicação – TICs são consideradas por ABDI (2010) como uma das principais forças de propulsão da produtividade de economias de diversas nações desenvolvidas, ressaltadas pelos Estados Unidos, nos últimos anos. Ressalta-se ainda que a introdução das TICs nas diversas áreas, passou a constituir um cerne do que é conhecido como Sociedade da Informação.

Ao longo dos anos, a robótica tornou-se uma ferramenta de auxílio às metodologias de ensino que visam contribuir nas experiências educacionais. Segundo Pacheco (2011) a robótica vem tendo grande aceitação no setor tecnológico e a cada dia vem ganhando espaço nos meios escolares. Saviani (2005) comenta que desde 1980, diversos movimentos de educadores buscam refletir sobre papéis sociais, políticos e pedagógicos das práticas docentes, considerando a didática fundamental um caráter multidimensional do processo de ensino e aprendizagem.

Para D’Abreu (1999) a robótica foi transformada a ponto de ser “lembrada como uma grande mediadora no processo de ensino e aprendizagem”. Ela tem demonstrado que crianças e adolescentes possuem certa facilidade em lidar com temas referentes à Ciência, principalmente nas disciplinas de

matemática e física quando, são mais utilizadas as atividades envolvendo robótica educacional LEGO® com os alunos. Silva (2009) afirma que “o casamento entre a robótica e a educação tem tudo para dar certo”. E continua a descrever os motivos dessa afirmação: 1) “o robô, como elemento tecnológico, possui uma série de conceitos científicos cujos princípios básicos são abordados pela escola; 2) os robôs mexem com o imaginário infantil, criando novas formas de interação, e exigindo uma nova maneira de lidar com símbolos. O ambiente de aprendizagem em que o professor ensina ao aluno a montagem, automação e controle de dispositivos mecânicos que podem ser controlados pelo computador é denominado Robótica Educacional”.

A robótica educacional à primeira vista aparenta ser uma grande brincadeira entre os estudantes. Vygotsky (2004) afirma que as brincadeiras não são inatas da criança, mas ações sociais e culturais aprendidas em relações interpessoais. Logo, a brincadeira torna-se um processo de aprendizagem sociocultural. Essa forma é conduzida de duas maneiras, segundo Silva (2009) “a primeira é conduzida pelo adulto, que tem participação fundamental no processo induzindo comportamentos lúdicos ao estudante; a segunda é conduzida pelo estudante procurando descobrir as coisas por si mesmo”.

A robótica educacional, além de trabalhar com a montagem de robôs pelos alunos, os desafia e desperta neles a vontade na resolução de problemas; simulam problemas que os alunos terão que enfrentar na vida, demandando esforços cognitivos para suas construções. Além disso, Silva (2009) ressalta que a utilização da robótica em sala de aula possui os seguintes objetivos:

- Desenvolver a autonomia, isto é, a capacidade de se posicionar, elaborar projetos pessoais, participar na tomada de decisões coletivas;
- Desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo: respeito a opiniões dos outros;
- Proporcionar o desenvolvimento de projetos utilizando conhecimento de diversas áreas;
- Desenvolver a capacidade de pensar múltiplas alternativas para a solução de um problema;
- Desenvolver habilidades e competências ligadas à lógica, noção espacial, pensamento matemático, trabalho em grupo, organização e planejamento de projetos envolvendo robôs;
- Promover a interdisciplinaridade, favorecendo a integração de conceitos de diversas áreas, tais como: linguagem, matemática, física, ciências, história, geografia, artes, etc.

(CABRAL, 2009. P-33)

A metodologia LEGO® ZOOM, segundo Francheschini & Gonçalves (2010), é desenvolvida em quatro fases envolvendo professor e alunos: a) contextualizar um tema (professor e aluno); b) construir uma montagem (aluno); c) analisar (alunos explicam o funcionamento das montagens, corrigem erros e validam o projeto) e, d) continuar (aluno vai resolver situação-problema proposta pela atividade).

Para desenvolver os projetos de robótica o professor deve buscar situações-problema, ou seja, questões que possuam relevância social e relacione o conceito à realidade dos alunos como ponto de partida para ensinar um conteúdo. (FREIRE, 1975). Em seguida, virá o confronto entre os entendimentos prévios de que o aluno dispõe e os novos conhecimentos trazidos pelo professor. O fechamento da atividade ocorre quando os conhecimentos aprendidos ganham sentido e os alunos conseguem aplicá-los em novas situações. (ANGOTTI e DELIZOICOV, 2002, DELIZOICOV, 1991 e 2001).

Cabral (2010) ressalta que o trabalho utilizando robótica LEGO® possibilita inúmeras atividades e desafios. A autora lista algumas atividades que o professor pode:

a) Sugerir a montagem e programação de modelos disponíveis em revistas ou sites especializados. Nas revistas ZOOM, por exemplo, estão discriminadas passo a passo as peças que o aluno deverá usar e como fazer a montagem, basta o professor escolher o modelo e indicar a página aos seus alunos.

b) Partir de uma construção inacabada e solicitar que seja dada a continuidade da construção e sua programação. O professor pode apresentar uma montagem com motores e engrenagens, por exemplo, e solicitar que seja construído e programado um objeto que inclua aquela construção. Pode-se, ainda, apresentar uma construção completa, como um robô-carro, por exemplo, e solicitar que sejam incluído sensores de toque para que funcione como “bate e volta”, por exemplo.

c) Apresentar uma construção pronta, que possui um erro ou “bug”, e os alunos poderão investigar e corrigir o erro. Os erros podem estar relacionados à falta ou excesso de peças, conexões, cabos, engrenagens entre outros.

d) Apresentar uma programação já pronta, que possui um erro ou “bug”, e os alunos poderão investigar e corrigir o erro. Os “bugs” podem estar relacionados com falta ou excesso de comandos, ou ainda na direção do giro dos motores.

e) Lançar um desafio e deixar que o objeto seja criado como no experimento dessa dissertação: “construir um robô para levar o carro com problemas mecânicos até a casa” é um exemplo desse tipo de atividade. O aluno está livre para

resolver esse problema como achar melhor.

f) Lançar um desafio que seja um problema na realidade em que cerca a comunidade e promover a construção de uma solução. O problema a ser resolvido pode ser como automatizar o acendimento de luzes de um prédio para que se economize mais energia elétrica, por exemplo, ou ainda a construção de um carro-coletor de lixo movido a energia solar.

(CABRAL, 2010. P.38-39)

Para Melo (2009) a robótica pode ser tida como um meio que permite diversas interações, uma delas é a percepção da importância dos modelos físicos, propiciando ao aluno a percepção de um fenômeno através de um experimento. Soma-se a isso também o desenvolvimento do espírito investigativo, onde por diversas situações de problematização, o aluno irá realizar atividades em grupo envolvendo colaboração, partilha e comunicação.

Melo (2009) afirma que uma forma de introdução da robótica no ensino secundário é através de áreas não disciplinares. Essas, visam a integração de competências em diferentes disciplinas. O autor ressalta que: “*A Física enquanto*

ciência experimental, tem uma faceta que envolve a tecnologia. Ao nível do ensino secundário a união ciência-tecnologia pode ser feita através da robótica, com recurso à Área de Projecto.”

3. METODOLOGIA DA PESQUISA

3.1. Pesquisa exploratória, estudo de caso, qualitativa e quantitativa

Para realizar este estudo optamos em relação aos objetivos pela pesquisa exploratória, tendo como fonte de dados aulas teóricas e práticas, o procedimento de coleta de dados será o estudo de caso. A natureza da pesquisa será predominantemente qualitativa e utilizaremos também uma abordagem quantitativa, para a análise dos dados coletados a partir dos questionários respondidos pelos alunos.

Para Gil (2002), as pesquisas exploratórias:

“têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições. Seu planejamento é, portanto, bastante flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado. Na maioria dos casos, essas pesquisas envolvem: (a) levantamento bibliográfico; (b) entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; e (c) análise de exemplos que "estimulem a compreensão" (GIL, 2002, p.41).

Para Marconi & Lakatos (2006) a

“metodologia qualitativa preocupa-se em analisar e interpretar aspectos mais profundos, descrevendo a complexidade do comportamento humano. Fornece análise mais detalhada sobre as investigações, hábitos, atitudes, tendências de comportamento”. (p. 269)

A abordagem quantitativa traduz em números as opiniões e informações registradas, afirma Rodrigues (2006) e, no caso desse projeto, a partir de questionários e entrevistas semiestruturadas, podem ser classificadas e analisadas utilizando técnicas estatísticas para a tabulação dos dados.

3.1.2. Caracterização do objeto de estudo

O presente trabalho faz parte de um projeto de mestrado realizado ao longo de três meses, no turno matutino, no Colégio Técnico São Francisco de Assis (CTSFA), na cidade de Pará de Minas/MG. O pesquisador acompanhou e analisou as aulas do primeiro ano do ensino médio de um professor de física, sendo as teóricas, em sala de aula, e as práticas no Laboratório de Robótica, exclusivo para o desenvolvimento de Projetos LEGO® e contou com a participação de 16 (dezesesseis) alunos (12 homens e 4 mulheres), com faixa etária entre 14 e 16 anos, oriundos tanto de escolas públicas quanto particulares. Na aula teórica foi acompanhado os conceitos apresentados pelo professor, assim como a realização de alguns testes, de forma a contextualizar a teoria em prática.

Já na aula prática foi utilizado o kit de Robótica Educacional conhecido como Kit Mindstorms® NXT, composto de 431 peças entre elas, rodas, blocos, engrenagens, eixos, polias, motores, sensores de toque, som e luminosidade permitindo que o aluno construam seus raciocínios em formas tridimensionais e quadridimensionais. Cada kit possui dispositivos para comunicação com computador (USB), onde por meio dele será desenvolvida a programação para o bloco programável NXT (“cérebro do equipamento”) funcionar. Para Melo (2009) o bloco pode ser programado em sistema MAC ou PC e possui três portas para motores (A, B e C), quatro portas para sensores (1,2,3,4); uma porta USB de comunicação ao PC, além de comunicação por Bluetooth. O bloco programável NXT possui ainda botões de seleção das opções, além de um visor que lista as informações.

6. REFERÊNCIAS

- ABDI, A. B. D. I. (2010). *Cadernos Temáticos – Tecnologias de Informação e Comunicação - TIC*. In: [www.abdi.com.br/Estudo/Caderno Temático TIC - 4 \(Versão Final\)- Sistemas Aplicados a Saúde Humana.pdf](http://www.abdi.com.br/Estudo/Caderno_Tematico_TIC_-_4_(Versao_Final)-Sistemas_Aplicados_a_Saude_Humana.pdf). Brasília. [Fecha de consulta: 01/09/15]
- ANGOTTI, J. A. & DELIZOICOV, D. (2002). *Metodologia do ensino de Ciências*. 2 ed. São Paulo.
- CABRAL, C. (2010). *Robótica Educacional e Resolução de Problemas: uma abordagem microgenética da construção do conhecimento*. Porto Alegre.
- D’ABREU, J. V. V. (1999). *Desenvolvimento de Ambientes de Aprendizagem Baseados no Uso de Dispositivos Robóticos*. Curitiba.
- DELIZOICOV, D. (1991). *Conhecimento, Tensões e Transições*. São Paulo
- _____. (2001). *Problemas e Problematizações*. In: PIETROCOLA, M. Florianópolis.
- FREIRE, P. (1975). *Pedagogia do oprimido*. 3. ed. Rio de Janeiro.
- FRANCHESCHINI, H. A. & GONÇALVES, M. A. (2010). *Modelo e metodologia LEGO – Educação para a Vida*, 1ª Ed., Curitiba.
- GIL, A. C. (2002). *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4a. ed. São Paulo.
- LAKATOS, E. M. MARCONI, M. (2006). *Fundamentos de Metodologia Científica*. 6. ed. São Paulo.
- MELO, M. (2009). *Robótica e Resolução de Problemas: Uma Experiência com o Sistema Lego Mindstorms no 12º ano*. 2009. In: <<http://repositorio.ul.pt/handle/10451/2093>> Lisboa. [Fecha de consulta: 01/09/15]
- PACHECO, T. (2011). *Uma experimentação do uso de Robótica no Ensino da Programação*. Rio Tinto.
- SAVIANI, D. (2005). *As concepções pedagógicas na história da educação brasileira*, In: <http://www.histedbr.fae.unicamp.br/navegando/artigos_frames/artigo_036.html> Campinas. [Fecha de consulta: 01/09/15]
- SILVA, A. (2009). *RoboEduc: Uma Metodologia de Aprendizado com Robótica Educacional*. Natal.
- TAJRA, S. F. (2008). *Informática na Educação: novas ferramentas pedagógicas para o professor na atualidade*. 8 ed. São Paulo.
- VYGOTSKY, L. S. (2004). *Psicologia Pedagógica*, 1ª ed., São Paulo.