

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

FERNANDA MUNIZ BRAYNER LOPES

CICLO CELULAR: ESTUDANDO A FORMAÇÃO DE CONCEITOS NO  
ENSINO MÉDIO

Recife, 2007

FERNANDA MUNIZ BRAYNER LOPES

CICLO CELULAR: ESTUDANDO A FORMAÇÃO DE  
CONCEITOS NO ENSINO MÉDIO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências (PPGEC) Nível de Mestrado, da Universidade Federal Rural de Pernambuco como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino das Ciências (área de Concentração: Ensino de Biologia).

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ana Maria dos Anjos Carneiro Leão

**Co-Orientadora:** Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Zélia Maria Soares Jófili

Recife, 2007

Ficha catalográfica  
Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Central – UFRPE

L864c    Lopes, Fernanda Muniz Brayner  
          Ciclo celular : estudando a formação de conceitos no  
          ensino médio / Fernanda Muniz Brayner Lopes. -- 2007.  
          101 f. : il.

          Orientadora: Ana Maria dos Anjos Carneiro-Leão  
          Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) –  
          Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento  
          de Educação.

          Inclui anexo, apêndice e bibliografia.

CDD 574.07

1. Biologia – estudo e ensino
  2. Formação de conceitos
  3. Aprendizagem cooperativa
  4. Ciclo celular
- I. Carneiro-Leão, Ana Maria dos Anjos
  - II. Título

*A nós professores de ciências cabe o papel de propiciar a socialização do saber científico que histórica e socialmente tem sido construído e que, assim, deve ser tratado e entendido, como parte da cultura humana, em nossas salas de aula.*

Schnetzer

## **DEDICATÓRIA**

A Deus, que está sempre presente em minha vida.

Aos meus pais Antônio Fernando e Marisa pelo amor, apoio e dedicação enquanto viveram; agora estão no plano superior, mas sei que continuam zelando por mim.

A meu esposo e companheiro que está sempre ao meu lado e aos meus filhos pela paciência e compreensão.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, na sua infinita bondade, por ter permitido o ingresso neste programa e guiado cada momento até chegar ao término do trabalho,

À professora, orientadora e amiga Ana Maria, por acreditar, confiar e compartilhar sua imensa sabedoria, aspectos fundamentais no sucesso desta pesquisa.

À Prof<sup>a</sup>. Zélia Jófili, minha co-orientadora e companheira, pela paciência, incentivo, competência, acima de tudo, um ser humano fantástico e sua enorme contribuição no êxito deste trabalho.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências pela atenção, dedicação, incentivo, compreensão e competência no encaminhamento das atividades acadêmicas.

À minha grande amiga Risonilta, pela dedicação, colaboração e paciência em todos os momentos dessa construção. Uma pessoa que aprendi a respeitar e a amar muito. Minha eterna gratidão e amizade!

Às minhas companheiras e amigas Valéria, Carminha e Iracema pelo incentivo e ajuda na realização deste trabalho.

Aos companheiros de curso pelos momentos de grande companheirismo e solidariedade. Que Deus ilumine cada vez mais todos vocês.

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Vantagens da Cooperação .....	<a href="#">35</a>
Quadro 2 – Sala de aula tradicional x Sala de aula cooperativa.....	<a href="#">36</a>
Quadro 3 - Linha do Tempo: História da Aprendizagem Cooperativa .....	<a href="#">40</a>
Quadro 4 - Cronologia da Aprendizagem Cooperativa no Brasil, por Regiões/Estados.....	<a href="#">41</a>
Quadro 5 - Cronologia da Biologia Celular.....	<a href="#">45</a>
Quadro 6 – Eventos da intérfase.....	<a href="#">48</a>
Quadro 7 - Síntese das respostas da 1ª questão – O que você identifica na figura acima? Como você identifica o que vê? .....	<a href="#">60</a>
Quadro 8 – Síntese das respostas da 2ª questão – Você vê relação entre o ciclo da vida e o ciclo celular?.....	<a href="#">61</a>
Quadro 9 – Síntese das respostas da 3ª questão - Como você explicaria o processo do nascimento até a morte da célula? .....	<a href="#">62</a>
Quadro 10 – Síntese das respostas da 4ª questão - Qual a relação existente entre o ciclo celular e a divisão celular? .....	<a href="#">63</a>
Quadro 11 – Localização dos mapas nas categorias no pré-teste.....	<a href="#">67</a>
Quadro 12 - Síntese das Respostas das Situações-problema.....	<a href="#">70</a>
Quadro 13 – Localização dos mapas nas categorias no pós-teste .....	<a href="#">72</a>
Quadro 14 – Comparativo das análises dos esquemas conceituais do pré e pós-testes.....	<a href="#">75</a>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Elementos estruturadores da aprendizagem cooperativa.....	<a href="#">37</a>
Figura 2 - Pontos fundamentais da aprendizagem cooperativa.....	<a href="#">39</a>
Figura 3 - Ciclo Celular.....	<a href="#">47</a>
Figura 4 – Granulócitos em interfase.....	<a href="#">47</a>
Figura 5 - Ciclo celular de <i>S. cerevisiae</i> (processo de divisão celular).....	<a href="#">48</a>
Figura 6 - Ciclo CDK de <i>S. cerevisiae</i> .....	<a href="#">50</a>
Figura 7 – Representação esquemática da seqüência de eventos bioquímicos / morfológicos do ciclo celular.....	<a href="#">52</a>
Figura 8 – Etapas da mitose em célula animal.....	<a href="#">54</a>
Figura 9 - Diagrama do Método de Jigsaw I.....	<a href="#">57</a>
Figura 10 – Representação esquemática da metodologia.....	<a href="#">59</a>
Figura 11 – Esquema conceitual do grupo 1 - pré-teste.....	<a href="#">68</a>
Figura 12 – Esquema conceitual do grupo 2 - pré-teste.....	<a href="#">68</a>
Figura 13 – Esquema conceitual dos grupos 3 e 4 - pré-teste.....	<a href="#">69</a>
Figura 14 – Esquema conceitual do grupo 1 - pós-teste.....	<a href="#">73</a>
Figura 15 – Esquema conceitual dos grupos 2, 3 e 4 - pós-teste.....	<a href="#">74</a>

## RESUMO

Uma grande preocupação dos professores em geral e de Biologia em particular é a dificuldade em tornar suas aulas interessantes e motivadoras para os estudantes. O ensino de conteúdos microscópicos se constitui numa barreira intransponível para a maioria dos estudantes devido ao nível de abstração necessário a sua compreensão como, por exemplo, a relação entre o mundo micro e o macro, que é de fundamental importância, para o entendimento do funcionamento do corpo de forma sistêmica. Percebendo a relevância do processo do ciclo celular na existência e manutenção do organismo vivo e sendo o mesmo, enfaticamente, um conteúdo abstrato e microscópico, esta pesquisa teve a finalidade de aprofundar o tópico “ciclo celular” testando a efetividade da utilização de recursos didáticos alternativos que contemplem os objetivos propostos para a série na qual é trabalhado, visando propiciar a construção dos conceitos envolvidos. A pesquisa foi realizada em uma escola da rede pública estadual e teve como público, em todos os momentos, 20 estudantes de uma turma de 1º ano do Ensino Médio, com faixa etária de 19 a 60 anos. A metodologia envolveu atividades de coleta das concepções alternativas dos estudantes, através de um questionário, para uma avaliação diagnóstica, que serviu de orientação para a elaboração de uma seqüência didática contemplando a contextualização e a cooperação em todas as suas etapas. Na seqüência didática foram utilizadas transparências e arquivos de multimídia, para facilitar a visualização do processo bem como propostas situações-problema visando desafiar e instigar o pensamento dos estudantes. No âmbito de aprendizagem cooperativa, optou-se pela utilização do método cooperativo de Jigsaw I, como forma facilitadora na construção do conceito de ciclo celular, fundamentado pela teoria sócio-construtivista de Vygotsky, que enfatiza a interação dos estudantes e a mediação do professor no processo de aprendizagem. A identificação das dificuldades de aprendizagem referentes ao conceito de ciclo celular foi extremamente relevante para a pesquisa, pois através de sua diagnose tivemos condições de planejar uma seqüência didática ancorada nessas dificuldades e, portanto auxiliar na construção do conceito em tela. A seqüência didática desenvolvida, baseada na aprendizagem cooperativa com o auxílio do método cooperativo de Jigsaw I, bem como de ferramentas tecnológicas (arquivos de multimídia), facilitou a compreensão do conceito em estudo por ter propiciado momentos de relação entre os mundos macroscópico e microscópico. Finalmente, a utilização de grupos cooperativos na formação de conceitos foi, nesta pesquisa, um importante instrumento, uma vez que a responsabilidade de cada um na aquisição do conhecimento, a interação entre os grupos e deles com o professor, despertou nos estudantes o interesse pela aprendizagem. A análise dos resultados revelou que trabalhar conceitos abstratos em uma perspectiva cooperativa e contextualizada, além de motivar os alunos para as aulas e propiciar a compreensão dos conceitos, levou os estudantes ao resgate de valores humanos, desenvolvendo atitudes de responsabilidade e cidadania.

**Palavras-chave:** *formação de conceitos, concepções alternativas, contextualização, aprendizagem cooperativa, ensino de biologia, ciclo celular.*

## ABSTRACT

A great concern of the professors in general and the professors of Biology in particular is the difficulty in becoming its lessons more interesting and motivating for the students. The education of microscopical contents constitutes in an insurmountable barrier for the majority of the students due to the necessary level of abstraction to their understanding as the relation of the micro world with the macro world, which is of basic importance, for the understanding of the body of systemic form. Perceiving the relevance of the process of the cellular cycle in the existence and maintenance of the alive organism and being the same, emphatically, an abstract and microscopical content, this research had the purpose to deepen the topical "cellular cycle" testing the effectiveness of the use of alternative didactic resources that contemplate the objectives considered for the series in which are worked, aiming at to propitiate the construction of the involved concepts. The research was carried through in a school of the state public net and had as public, in all the moments, 20 students of a group of 1° year of Average Learning, with the age average from 19 years to 60 years. The methodology involved activities of collection of the alternative conceptions of the students, through a questionnaire, for a diagnostic evaluation, that served of orientation for the elaboration of a didactic sequence contemplating the contextualization and the cooperation in all its stages. In the didactic sequence, transparencies and archives of multimedia had been used to facilitate the visualization of the process as well as proposals situation-problem aiming to defy and to instigate the thought of the students. In the scope of cooperative learning, we opt to use the cooperative method of Jigsaw I, as facilitated form in the construction of the concept of cellular cycle, based in the theory partner-constructivist of Vygotsky, which emphasizes the interaction of the students and the mediation of the professor in the learning process. The identification of the referring difficulties of learning to the concept of cellular cycle was extremely excellent for the research, therefore through its diagnose we had conditions to plan an anchored didactic sequence in these difficulties and, therefore to assist in the construction of the concept in screen. The developed didactic sequence, based in the cooperative learning with the aid of the cooperative method of Jigsaw I, as well as of technological tools (multimedia archives), facilitated the understanding of the concept in study for having propitiated moments of relation between the worlds macroscopic and microscopical. Finally, the use of cooperative groups in the formation of concepts was, in this research, an important instrument, once that the responsibility of each one in the acquisition of the knowledge, the interaction between the groups and the professor with them, awakened in the students the interest for the learning. The analyses of the results disclosed that to work abstract concepts in a cooperative perspective and contextualized, besides motivating the pupils to the lessons and to propitiate the understanding of the concepts, take the students to the rescue of human values, developing attitudes of responsibility and citizenship.

**Keywords:** formation of concepts, alternative conceptions, contextualization, cooperative learning, biology learning, cellular cycle.

# SUMÁRIO

DEDICATÓRIA

AGRADECIMENTOS

LISTA DE QUADROS

LISTA DE FIGURAS

RESUMO

ABSTRACT

INTRODUÇÃO.....	13
Objetivos.....	17
Hipóteses .....	17
CAPÍTULO 1 - FORMAÇÃO DE CONCEITOS.....	18
1.1. Teorias sobre a formação de conceitos.....	18
1.1.1 Formação de Conceitos em Vygotsky .....	20
1.1.2 Concepções Alternativas .....	28
1.1.3 Mudança Conceitual x Evolução Conceitual.....	30
1.2. Trabalho em Grupo e Aprendizagem Cooperativa.....	31
1.2.1 Elementos Básicos para a Aprendizagem Cooperativa .....	36
1.2.2 Aprendizagem Cooperativa no Brasil.....	40
CAPÍTULO II - SURGIMENTO E EVOLUÇÃO DA BIOLOGIA CELULAR .....	43
2.1. Conceito de Ciclo Celular .....	45
2.1.1 Fatores de crescimento e controle do ciclo celular.....	49
CAPÍTULO III - METODOLOGIA .....	55
3.1. Desenvolvimento das Etapas da Intervenção Pedagógica.....	56
3.1.1 Avaliação Diagnóstica das Dificuldades de Aprendizagem Referentes ao Ciclo Celular. ....	56
3.1.2 Seqüência Didática .....	57
3.1.2.1 Aplicação do Método de Jigsaw I.....	57
3.1.2.2 Sistematização do Conteúdo do Ciclo Celular. ....	58
3.1.2.3 Reaplicação do Modelo Esquemático do Ciclo Celular .....	58
Etapas da metodologia.....	59
CAPÍTULO IV - RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	60
4.1. Avaliação Diagnóstica das Dificuldades de Aprendizagem Referentes ao Ciclo Celular. ....	60
4.2. Seqüência Didática .....	65
4.2.1 Aplicação do Método de Jigsaw I.....	65
4.2.2 Sistematização do conteúdo do ciclo celular.....	70
4.3. Reaplicação do modelo esquemático do ciclo celular .....	72
CAPÍTULO V - CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	77
5.1. Avaliação diagnóstica das dificuldades de aprendizagem referentes ao conceito de ciclo celular. ....	77
5.2. Seqüência Didática .....	78
5.2.1 Aplicação do Método de Jigsaw I.....	78
5.2.2 Sistematização do conteúdo do ciclo celular.....	79
5.3. Reaplicação do Modelo Esquemático do Ciclo Celular .....	80
5.4. Conclusões.....	82
REFERÊNCIAS .....	83
APÊNDICES .....	88

Apêndice A - Avaliação diagnóstica das dificuldades de aprendizagem referentes ao ciclo celular .....	88
Apêndice B – atividade para montagem do modelo esquemático do ciclo celular .....	93
Apêndice C - Análise das Situações-Problema .....	94
ANEXOS .....	95
Anexo A – Transparência do ciclo celular e da intérfase .....	95
Anexo B – transparência da mitose completa e da prófase .....	96
Anexo C – Transparência da metáfase e da anáfase.....	97
Anexo D – Transparência da Telófase e da Citocinese .....	98
Anexo E – Transparência do modelo esquemático do ciclo celular.....	99
Anexo F – Normas para publicação da revista Ciência e Educação .....	100

## INTRODUÇÃO

Uma grande preocupação dos professores é a dificuldade em tornar suas aulas interessantes e motivadoras para os estudantes. O sistema de ensino utilizado por grande parte das escolas, leva os estudantes à desmotivação por serem as salas de aula espaços onde eles têm que ficar sentados, no mesmo lugar, durante um turno inteiro ou até mais tempo. O professor é considerado o detentor do saber e o estudante, um mero espectador, que não tem contribuição a dar, só lhe restando escutar e executar as tarefas preestabelecidas pelo professor. O objetivo é apresentar como resposta final o que o professor estabelece como certo, existindo, portanto, pouca ou nenhuma interação entre professor, estudante e objeto de estudo. Para haver aprendizagem é necessário que o estudante veja sentido no que está sendo ensinado, relacionando o conteúdo apresentado com suas atividades cotidianas. Assim, a contextualização é fundamental na construção dos conceitos.

Se o estudante já vai à escola se perguntando para quê e por que está sendo ensinado um determinado conteúdo e discorda da forma como o conteúdo é apresentado, conseguir que desenvolva uma aprendizagem significativa torna-se muito difícil. Não podemos deixar de incluir entre esses fatores desestimulantes, as dificuldades existentes no processo de ensino-aprendizagem, algumas das quais naturais a tal processo. Como exemplo, podemos citar os modelos mentais formados a partir da relação do indivíduo com o objeto de estudo de forma empírica, tornando-o resistente à aprendizagem do conceito cientificamente aceito. A descontinuidade e a fragmentação do conteúdo também se apresentam como possíveis dificuldades à construção de conceitos, pois vão se somar à falta de um percurso teórico e às lacunas conceituais dos estudantes, dificultando ou impedindo a construção conceitual.

Na biologia, o ensino de conteúdos microscópicos constitui uma outra dificuldade devido ao nível de abstração necessário a sua compreensão como na relação do mundo micro com o mundo macro que é de fundamental importância para a compreensão do corpo de forma sistêmica.

Percebendo a relevância do processo do ciclo celular na existência e manutenção do organismo vivo e sendo o ciclo celular, enfaticamente, um conteúdo abstrato e microscópico, deparamo-nos ao ministrar aulas de biologia celular no 1º ano do Ensino Médio, com uma aprendizagem não construída, o que provoca uma grande inquietação, que vem aumentando a cada ano. No ensino de ciências, quando estamos diante de conteúdos microscópicos como os

relacionados à célula, a necessidade de contextualizá-los é muito grande, já que trazê-los para a realidade do estudante é difícil: temos que problematizá-los, fazendo referência a acontecimentos do seu desenvolvimento macro para que, deste modo, ele consiga relacioná-los e construa, então, o conhecimento acerca deste conteúdo.

Um outro obstáculo se refere à precariedade de recursos disponibilizados ao professor, como por exemplo, a falta de microscópios, dificultando o desenvolvimento de atividades que promovam a construção dos conceitos restando-lhe, na maioria das vezes, só o quadro e o giz. A este fato acrescentam-se as salas superlotadas e a crescente desvalorização do professor que precisa trabalhar em várias escolas e com número excessivo de aulas para sobreviver.

Diante de tantas dificuldades apresentadas durante o processo ensino-aprendizagem, vemos a necessidade de uma proposta de educar para a vida, traduzida como educação contextualizada, mencionada por Pereira (2004, *apud* LOPES, 2002 p. 390):

Formar indivíduos que se realizem como pessoas, cidadãos e profissionais exige da escola muito mais do que a simples transmissão e acúmulo de informações. Exige experiências concretas e diversificadas, transpostas da vida cotidiana para as situações de aprendizagem. Educar para a vida requer a incorporação de vivências e a incorporação do aprendido em novas vivências.

Toda a preocupação registrada nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) está centrada: (a) na retirada do estudante da condição de espectador passivo; (b) na produção de uma aprendizagem significativa; e (c) na apreensão do conhecimento abstrato a partir de seu conhecimento espontâneo. (LOPES, 2002). Nesse caso, contextualizar é, sobretudo, não entender o estudante como *tabula rasa* (BRASIL, 1999, v. 1 a 4).

O Ensino Médio no Brasil está mudando. Ao processo de aprendizagem está inserida a necessidade de busca da construção do conhecimento que, notadamente, não ocorre de modo fragmentado e descontextualizado (NOGUEIRA *et al.*, 2005). Nesse contexto, a escola deve integrar o estudante ao mundo em que vive para que seja capaz de compreendê-lo e contestá-lo nas dimensões fundamentais da cidadania e do trabalho. Os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN (BRASIL, 1999) explicitam:

Tínhamos um ensino descontextualizado, compartimentalizado e baseado no acúmulo de informações. Ao contrário disso buscamos dar significado ao conhecimento escolar, mediante a contextualização; evitar a compartimentalização, mediante a interdisciplinaridade; e incentivar o raciocínio e a capacidade de aprender (p.13).

Assim, é incontestável a importância da contextualização para a aquisição significativa do conhecimento pelo estudante. Temos o dever de questionar sempre o acúmulo de conteúdos que as escolas julgam importantes para o estudante, devido à cobrança em termos de ingresso

no ensino superior e na vida profissional. O ensino escolar deve, além disso, preparar o estudante para o convívio social. Devemos lembrar que há necessidades ou habilidades que precisam ser desenvolvidas, como a leitura, a interpretação, o registro escrito, etc., que perpassam todas as disciplinas e que podem ser trabalhadas de forma conjunta. Na biologia celular essa relação se dá de forma intrínseca pela própria natureza dos eventos químicos e biológicos que ocorrem simultaneamente, e é exemplificada por Zabala (2002, *apud* FREITAS, 2003) quando afirma:

A interdisciplinaridade é a interação de duas ou mais disciplinas. Essas interações podem implicar transferências de leis de uma disciplina a outra, originando, em alguns casos, um novo corpo disciplinar, como por exemplo, a bioquímica ou a psicolinguística. Podemos encontrar essa concepção nas áreas de ciências sociais e experimentais no ensino médio e na área de conhecimento do meio do ensino fundamental (p.33).

Portanto, a interdisciplinaridade visa a garantir a construção de um conhecimento globalizante, rompendo com as fronteiras disciplinares. Uma forma possível de favorecer o trabalho interdisciplinar pode ser a utilização de grupos cooperativos. Diante das modificações vivenciadas no mundo, atitudes mais cooperativas levam à formação de pessoas mais comprometidas com os valores sociais e os princípios da solidariedade que precisam ser assumidos pela escola (BARBOSA E JÓFILI, 2004). Educadores e estudiosos do nosso tempo concordam com a idéia de que o melhor lugar para se aprender cooperação e solidariedade é o ambiente escolar. É na escola que os estudantes são colocados em grupos para estudar e aprender (CARVALHO, 2003). Bonals (2003) declara que o trabalho em grupo, em determinadas condições, incrementa a qualidade das aprendizagens e favorece a aquisição de conhecimentos pelos estudantes através da interação entre eles, o que pode gerar enormes possibilidades para uma aprendizagem significativa e duradoura. A aprendizagem cooperativa objetiva levar o estudante à aquisição do conhecimento de tal forma que ele de fato aprenda os conteúdos ministrados, enquanto adquire habilidades necessárias para um bom convívio social (CARVALHO, 2003).

Sendo assim, esta pesquisa, *Ciclo Celular: estudando a formação de conceitos no Ensino Médio* visa abordar conceitos e questões referentes ao ciclo celular de modo contextualizado e cooperativo buscando atender o processo de ensino-aprendizagem, como mencionam os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), para a área de Biologia:

Os objetivos do Ensino Médio em cada área do conhecimento devem envolver, de forma combinada, o desenvolvimento de conhecimentos práticos, contextualizados, que respondam às necessidades da vida contemporânea, e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos e abstratos, que correspondam a uma cultura geral e uma visão de mundo. (BRASIL, 1999, p. 207).

Na sociedade contemporânea observa-se um grande avanço tecnológico em todas as ciências, mas esse não é suficiente para garantir o aprendizado, pois como mencionado nos PCN:

Mais do que fornecer informações, é fundamental que o ensino da Biologia se volte ao desenvolvimento de competências que permitam ao aluno lidar com as informações, compreendê-las, elaborá-las, refutá-las, quando for o caso, enfim compreender o mundo e nele agir com autonomia, fazendo uso dos conhecimentos adquiridos da Biologia e da Tecnologia. (BRASIL, 1999, p. 225).

Contudo, essa mesma tecnologia tão avançada que permitiu, por exemplo, a elucidação dos mecanismos de mutação e do desenvolvimento da clonagem e dos organismos transgênicos poderá interferir no metabolismo celular, uma vez que fatores externos influenciam o andamento do ciclo celular (ALBERTS, et al. 2004). Sendo este processo complexo, difícil de ser trabalhado e compreendido pelos estudantes, este estudo tem como questão orientadora investigar se a aprendizagem dos conceitos abstratos envolvidos no estudo do ciclo celular pode ser mais efetiva com a utilização de seqüências didáticas construídas a partir das dificuldades identificadas nos estudantes do Ensino Médio.

Diante desta questão, esta pesquisa tem a finalidade de aprofundar o tópico “ciclo celular” testando a efetividade da utilização de recursos didáticos alternativos que contemplem os objetivos propostos para a série na qual é trabalhado, de acordo com o que estabelece os PCNEM para o ensino da Biologia.

Com esta finalidade foram selecionados conteúdos relacionados ao tema envolvendo todo o desenvolvimento celular, não se detendo apenas no ciclo celular, uma vez que na elaboração da seqüência didática foram desenvolvidas diversas atividades como, pesquisas bibliográficas, debates e a utilização do método cooperativo de Jigsaw I.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo Geral**

Elaborar e validar uma seqüência didática baseada na aprendizagem cooperativa, utilizando o método cooperativo de Jigsaw I, para a apropriação dos conceitos envolvidos no estudo do ciclo celular por estudantes do 1º ano do Ensino Médio, a partir da identificação das suas dificuldades de aprendizagem.

### **Objetivos Específicos**

- Identificar as dificuldades na aprendizagem dos conceitos envolvidos no estudo do ciclo celular por estudantes do 1º ano do Ensino Médio;
- Elaborar uma seqüência didática a partir da identificação das dificuldades de aprendizagem para a construção dos conceitos envolvidos no estudo do ciclo celular, baseada na aprendizagem cooperativa, utilizando o método cooperativo de Jigsaw I;
- Validar a seqüência didática utilizada na apropriação dos conceitos envolvidos pelos estudantes.

## **HIPÓTESES**

- A elaboração de uma seqüência didática baseada na identificação das dificuldades de aprendizagem relacionadas com a formação dos conceitos sobre ciclo celular favorece a formação desses conceitos nos estudantes do Ensino Médio.
- A utilização de grupos cooperativos enfatizando a contextualização favorece a construção dos conceitos envolvidos no estudo do ciclo celular.

Este trabalho obedece a seguinte estrutura. O capítulo 1 trata da fundamentação teórica que deu suporte à pesquisa, referenciando a formação de conceitos segundo Vygotsky, a aprendizagem cooperativa, base da metodologia selecionada. O capítulo 2 se refere ao conceito específico de ciclo celular, fundamental ao entendimento do trabalho. O capítulo 3 apresenta e descreve a metodologia utilizada. No capítulo 4 são apresentados e discutidos os resultados obtidos e, finalmente, no capítulo 5 estão apresentadas as considerações finais e as conclusões.

# **CAPÍTULO 1 - FORMAÇÃO DE CONCEITOS**

Vemos o mundo e tentamos compreender seu funcionamento, inicialmente a partir de concepções espontâneas apoiadas no senso comum que, com o amadurecimento e a aprendizagem escolar, vão aos poucos dando lugar aos conceitos científicos.

Pelo papel que os conceitos desempenham, sua aprendizagem tem sido objeto de muitas investigações, principalmente quando se pensa na instrução formal e na escola como facilitadora na construção do conhecimento científico por parte de seus estudantes.

Em termos gerais, podemos dizer que as formas como os novos conceitos são organizados (ou não organizados), na estrutura cognitiva de um sujeito, determinarão se a aprendizagem foi, ou não, significativa. Para a aprendizagem ser significativa é necessário que esses novos conceitos sejam inseridos adequadamente nos subsunçores (AUSUBEL, 1999). Este deve ser um dos compromissos principais do educador.

## **1.1. TEORIAS SOBRE A FORMAÇÃO DE CONCEITOS**

Além de ocupar um lugar na estrutura ou teoria mais ampla, a formação de conceitos possui uma estrutura interna, que norteia tal estudo: uma clássica e outra probabilística (SOARES, 2006).

A concepção clássica destaca que o conceito é constituído por uma série de atributos necessários e suficientes, de tal maneira que todos os exemplos do conceito contêm atributos comuns.

A concepção probabilística destaca que os conceitos possuem uma estrutura difusa, não existindo atributos necessários nem suficientes que os definam, por exemplo, “caneta”, “cadeira”, etc.

Para a formação de conceitos, alguns elementos, denominados “condutistas”, foram relacionados por Soares (2006), a saber:

- **Condutistas Clássicos:** A resposta de um sujeito diante de um estímulo (ou seja, uma inserção ou não numa determinada categoria) depende da soma total dos potenciais inibitórios dos elementos que o compõem. A teoria supõe que, a todo o momento, o indivíduo está associando todos os estímulos e os componentes dos estímulos às respostas

e reforços recebidos. A teoria pressupõe que a aquisição de conceitos é gradativa e contínua;

- **Condutistas Metodológicos:** A maior parte das respostas operantes é produzida na presença de certas chaves ou estímulos ambientais. A aquisição de conceitos, no entanto, seria a moldagem da conduta pelas eventualidades, de tal maneira que os estímulos que possuem a propriedade lembrem a resposta, enquanto que os outros estímulos não o focam. As respostas abstratas somente serão adquiridas quando um agente reforçador assim o disponha, já que nas circunstâncias naturais raramente fica sob o controle de uma propriedade isolada;
- **Condutistas Mediacionais:** O significado dos conceitos não estaria baseado, de maneira geral, em elementos estimuladores comuns à instância dos conceitos; lembrariam uma resposta mediadora, comum, preferentemente de natureza verbal. As respostas mediadoras constituem verdadeiras representações internas do estímulo, próximas das posturas cognitivas. Assim, esses teóricos continuam a imaginar a aprendizagem de conceitos como um processo de discriminação e generalização, no qual vários estímulos ficam associados a uma resposta, porém, por mediações verbais;
- **Teóricos Construtivistas:** As primeiras versões da aprendizagem de conceitos surgem dentro do próprio condutismo na forma de “processos seletivos”. Esta, pois, apóia-se em muitas descobertas empíricas, tanto em relação à aprendizagem animal quanto à formação de conceitos no ser humano.

Segundo Miller (1999) há necessidade de uma concepção ampla de cognição, uma vez que, cada processo cognitivo tem seu papel na operação e no desenvolvimento dos outros, afetando e sendo afetado por eles em tempo real, devido à complexa inter-relação entre eles. Miller reforça tal pensamento dizendo:

O que sabemos afeta e é afetado pelo que percebemos; o modo como conceitualizamos ou classificamos as coisas influencia nossa maneira de raciocinar sobre elas, e vice-versa e assim sucessivamente (MILLER, 1999 p.10).

Portanto, para Miller (1999), o conceito de cognição engloba mais do que os processos tradicionais, puramente intelectuais, como o raciocínio e a solução de problemas. A mente humana é conceitualizada como um sistema complexo de processos de interação que gera, codifica, transforma e manipula informações de diversos tipos.

Enfocando a formação de conceitos no ser humano, daremos destaque aos estudos desenvolvidos por Vygotsky, no que diz respeito à interação do ser humano com o seu meio social e a alteração no desempenho de uma pessoa pela interferência de outra, atuando direta ou indiretamente na sua zona de desenvolvimento proximal (ZDP).

### 1.1.1 Formação de Conceitos em Vygotsky

Vygotsky (1999) foi um estudioso que, desenvolveu alguns trabalhos experimentais para observar a dinâmica do processo de formação de conceitos. Estudando mais de trezentas pessoas - crianças, adolescentes e adultos, suas principais conclusões foram:

- A percepção e a linguagem são indispensáveis à formação de conceitos;
- A percepção das diferenças ocorre mais cedo do que a das semelhanças porque esta exige uma estrutura de generalização e de conceitualização mais avançada;
- O desenvolvimento dos processos que resultam na formação de conceitos começa na infância, mas as funções intelectuais que formam a base psicológica do processo de formação de conceitos amadurecem e se desenvolvem somente na adolescência;
- A formação de conceitos é o resultado de uma atividade complexa, em que todas as funções intelectuais básicas (atenção deliberada, memória lógica, abstração, capacidade para comparar e diferenciar) tomam parte;
- Os conceitos novos e mais elevados transformam o significado dos conceitos inferiores.

As pesquisas do autor demonstraram que há três fases básicas na trajetória da formação de conceitos:

- **Agregação desorganizada** - amontoados vagos de objetos desiguais onde os fatores perceptuais são irrelevantes; predomínio do sincretismo. Vygotsky chama a atenção para o fato de que uma criança de três anos e um adulto podem se entender porque partilham de um mesmo contexto e utilizam um grande número de palavras com o mesmo significado, mas baseadas em operações psicológicas diferentes (características concretas/ significações abstratas); isso significa que o conceito no sentido real não está desenvolvido (VYGOTSKY, 1999).
- **Pensamento por complexos** - os objetos associam-se não apenas devido às impressões subjetivas da criança, mas também devido às relações concretas e factuais que de fato existem entre esses objetos, podendo, entretanto, mudar uma ou mais vezes durante o

processo de ordenação. Nos complexos, não se encontra presente a organização hierárquica, todas as qualidades funcionam igualmente. Nas investigações feitas por Vygotsky, foram observados cinco tipos básicos de complexos durante esse estágio do desenvolvimento.

No Complexo tipo Associativo a criança acrescenta ao objeto nuclear um bloco que tenha a mesma cor, forma, tamanho, ou qualquer outro atributo que lhe chame a atenção:

[...] a ligação entre o núcleo e o outro objeto não precisa ser uma característica comum, como por exemplo, a mesma cor ou forma; a ligação pode também ser estabelecida por uma semelhança, um contraste, ou pela proximidade no espaço (VYGOTSK, 1999 p.78).

O Complexo tipo Coleções consiste nas combinações de objetos com características diferentes, porém, complementares entre si. Para Vygotsky “a associação por contraste, e não pela semelhança, orienta a criança na montagem de uma coleção” (1999, p.78).

No Complexo em Cadeia não há a preocupação em conectar os elos numa corrente, nem tampouco hierarquizá-los. Segundo Vygotsky:

Não há coerência quanto ao tipo de conexão ou quanto ao modo pelo qual o elo da cadeia articula-se com o que precede e com o que vem a seguir (1999 p. 80).

No Complexo Difuso os objetos com percepções concretas são agrupados através de conexões difusas e indeterminadas, como afirma Vygotsky: “os complexos que resultam desse tipo de pensamento são tão indefinidos que podem na verdade, não ter limites” (1999 p.81).

Pseudoconceito - a criança agrupa uma amostra de objetos de forma associativa, que poderia ter agrupado com base em conceitos abstratos, portanto Vygotsky conclui:

A generalização formada na mente da criança, embora fenotipicamente semelhante ao conceito dos adultos, é psicologicamente muito diferente do conceito propriamente dito; em sua essência, é ainda um complexo (1999 p.82).

Portanto, o pseudoconceito funciona como uma ponte entre o pensamento por complexos e o pensamento por conceitos.

O pensamento por complexos é característico dos povos primitivos, para os quais uma palavra não é portadora de um conceito, mas do “nome de família” para grupos de objetos concretos, associados factualmente; é também “característico dos esquizofrênicos, que regredem do pensamento conceitual para um nível mais primitivo de inteligência, rico em imagens e símbolos” (VYGOTSKY, 1999, p. 90). O autor complementa, afirmando que:

[...] nos estágios dos complexos, o significado das palavras, da forma como é percebido pela criança, refere-se aos mesmos objetos que o adulto tem em mente – o que garante a compreensão entre a criança e o adulto – e que, no entanto, a criança pensa a mesma coisa de um modo diferente, por meio de operações mentais diferentes (VYGOTSKY, 1999 p. 86-87).

Na terceira fase da formação de conceitos, o grau de abstração deve possibilitar a simultaneidade da generalização (unir) e da diferenciação (separar). Essa fase exige uma tomada de consciência da própria atividade mental porque implica numa relação especial com o objeto, internalizando o que é essencial do conceito e na compreensão de que ele faz parte de um sistema. Inicialmente formam-se os conceitos potenciais, baseados no isolamento de certos atributos comuns, e em seguida os verdadeiros conceitos (VYGOTSKY, 1999). Essa abstração vai ocorrer na adolescência.

No entanto, mesmo depois de ter aprendido a produzir conceitos, o adolescente não abandona as formas mais elementares; elas continuam a operar ainda por muito tempo, sendo na verdade predominantes em muitas áreas do seu pensamento. A adolescência é menos um período de consumação do que de crise e transição (VYGOTSKY, 1999, p. 98/99).

Reforçando a idéia de que o processo da formação dos conceitos, ocorre de forma gradual, Vygotsky coloca que,

[...] as formas primitivas de pensamento (sincréticas e por complexos) gradualmente desaparecem, como os conceitos potenciais vão sendo usados cada vez menos, e começam a formar-se os verdadeiros conceitos – esporadicamente no início, e depois com freqüência cada vez maior (VYGOTSKY, 1999 p. 98).

O desenvolvimento do ser humano obedece a um processo cognitivo natural, porém o aprendizado se dá de modo mais acelerado quando o colocamos em contato com outros indivíduos. Para Vygotsky (1984):

[...] existe um percurso de desenvolvimento, em parte definido pelo processo de maturação do organismo individual, pertencente à espécie humana, mas é o aprendizado que possibilita o despertar dos processos internos de desenvolvimento que, não fosse o contato do indivíduo com certo ambiente cultural, não ocorreriam (p.101).

Diante desse fato, o contato do ser humano com o ambiente em que vive é para Vygotsky algo indispensável no que diz respeito ao aprendizado, pois o desenvolvimento cognitivo do indivíduo não ocorre independente do contexto social, histórico e cultural. Para tanto, é preciso que ele esteja em constante contato com outros indivíduos de sua espécie, em ambientes que lhe propiciem este relacionamento e lhe dê condições de aprendizagem, visto que a linguagem oral é um passo importante para que este aprendizado ocorra: “o desenvolvimento fica impedido de ocorrer na falta de situações propícias ao aprendizado” (OLIVEIRA, 1997 p. 57).

Portanto, tais condições existem quando socializamos os conteúdos de uma determinada disciplina, isto é, a alteração no desempenho de uma pessoa pela interferência de outra é fundamental na teoria de Vygotsky. A interferência de pessoas mais capazes leva ao

amadurecimento e, conseqüentemente, ao desenvolvimento real; é neste processo que ele define a zona de desenvolvimento proximal (ZDP).

A zona de desenvolvimento proximal define aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, funções que amadurecerão, mas que estão presentemente em estado embrionário. Essas funções, poderiam ser chamadas de “brotos ou flores” do desenvolvimento, ao invés de frutos do desenvolvimento “(VYGOTSKY,1984, p.97).

Na escola, o aprendizado é um resultado desejável; é o próprio objetivo do processo escolar no qual a intervenção é um processo pedagógico privilegiado, tendo o professor, o papel fundamental de interferir na zona de desenvolvimento proximal do estudante, provocando avanços que não aconteceriam espontaneamente. A relação estudante-estudante deve, também, ser relevantemente considerada nesse processo.

A aprendizagem escolar é um processo ativo do ponto de vista do estudante, no qual ele constrói, modifica, enriquece e diversifica seus esquemas de conhecimento, levando em consideração os diferentes conteúdos escolares. Partindo dessas idéias, é importante a caracterização do ensino como ajuda ajustada ao processo construtivo realizado pelo estudante, como traço distintivo do ensino eficaz (ORUNBIA,1993).

A premissa a esse ponto é que as tarefas que o estudante só pode realizar com a ajuda de um colega mais competente ou experiente, em determinado momento, podem mais adiante serem realizadas de forma independente. A realização de tarefas conjuntas com ajuda de outros, reflete a maneira de entender o ensino associado à noção de ZDP. Para tanto, ajustar-se e criar ZDP requer necessariamente variação e diversidade nas formas de ajuda (ORUNBIA, 1993).

De acordo com Orunbia (1993) é pouco provável que os estudantes precisem de ajuda do mesmo tipo e grau na primeira vez que se deparam com um determinado conceito ou quando já é um conceito trabalhado anteriormente, em outros momentos do curso ou com outros professores. Dessa forma, se torna importante criar ZDP e nelas intervir.

Criar ZDP e avançar nelas depende, em cada caso, da interação concreta que é estabelecida entre o estudante e aqueles que o ajudam em seu processo de aprendizagem. Em determinados casos, a interação estudante-estudante também, tem a possibilidade de originá-la, uma vez que uma característica importante da atuação conjunta em qualquer ZDP é a definição por parte do participante mais competente de um contexto global, inserindo e dando significado às atuações do participante menos competente (ORUNBIA, 1993).

Da mesma forma, defende-se que as realizações de muitas tarefas, atribuídas a qualquer área de ensino, podem ser inseridas de modo benéfico, com objetivos claros e explícitos para o estudante desde o início. Assim, torna-se fácil o entendimento de que se não for estabelecida uma autêntica atuação conjunta entre os participantes, na qual cada um possa trazer aquilo do que é capaz, em especial o participante menos competente, testando e modificando sua capacidade de resolver determinadas tarefas, não é possível realmente entrar na ZDP. No entanto, não basta cuidar dos aspectos cognoscitivos e intelectuais da interação, mas, também dos de relacionamento, afetivo e emocional (ORUNBIA, 1993).

Orunbia (1993) destaca dois aspectos importantes para a existência da ZDP:

- A construção de um clima afetivo e relacional adequado é fundamental e pode ser considerado como o núcleo básico inicial do trabalho educacional. Diante de um grupo de estudantes que se sente desprivilegiado para a aprendizagem escolar e que tem histórias de fracasso em outros contextos, buscar o vínculo afetivo e emocional servindo como suporte aos aspectos cognoscitivos de aprendizagem, pode tornar-se uma tarefa primordial para o professor e para a classe.
- Por outro lado, não tem porque supor o esquecimento dos conteúdos curriculares. A presença dos conteúdos de valores, atitudes e normas no currículo com mesmo nível de importância dos demais tipos de conteúdos, e o fato de que é através do ensino desses conteúdos que pode se alcançar o aprendizado, faz com que os professores possam adotar, sem renunciar às intenções e capacidades presentes no currículo, um projeto de trabalho fundamentado no ensino e aprendizagem de determinadas normas, atitudes e valores.

O acompanhamento das atuações dos participantes menos competentes pelos mais competentes é, segundo Orunbia (1993), um componente essencial de assistência na ZDP, apresentado a seguir:

- Parar ou acelerar uma explicação, modificando a ordem prevista de exposição, se a pergunta do estudante a tornar necessária;
- Aproveitar uma intervenção relevante em um debate ou discussão para introduzir elementos ou relações não previstos inicialmente;
- Incorporar ao planejamento de temas, unidades ou lições seguintes, as conseqüências extraídas de observações e avaliações das anteriores;

- Voltar a utilizar tipos de atividades e tarefas, nas quais os estudantes tenham se mostrado motivados ou que tenham ajudado na aprendizagem;
- Apresentar de maneira diferente os elementos que tenham criado dificuldades especiais ou problemas de compreensão;
- Introduzir novos tipos de atividades, recursos ou formas de organização da aula e dos estudantes, se aqueles tentados inicialmente não deram os resultados esperados.

Tais atitudes de acompanhamento constante e ajuste, não são contraditórios em relação ao planejamento do que se quer realizar. Pelo contrário, esse planejamento, se torna, de alguma maneira o requisito imprescindível para esse ajuste contínuo. Por outro lado, só quando o professor tem muito claro o que ele e os estudantes têm de estar fazendo a cada momento e o que espera que façam, é que a situação de aula flui de modo a ser possível avaliar e observar o processo que está se desenrolando.

Na aula isso implica, segundo Orunbia (1993), dois tipos de atuação diferentes:

- A previsão de espaços e momentos, em que os estudantes tenham que utilizar quase sem ajuda, aquilo que aprenderam como parte do processo de ensino-aprendizagem e não apenas no momento da avaliação;
- A utilização de recursos que incentivem, nos estudantes, a aprendizagem de estratégias e habilidades que lhes permitam continuar aprendendo de maneira autônoma.

Portanto, a criação de ZDP em aula, pressupõe um relacionamento constante e contínuo entre o que os estudantes sabem previamente e aquilo que têm de aprender. É também importante a adoção de formas seqüenciadas que respeitem o princípio de ir do mais geral e simples para o mais complexo e detalhado, por meio de elaborações sucessivas, podendo facilitar muito o estabelecimento de relações significativas entre os conteúdos com os quais o estudante se encontra ao longo de sua trajetória escolar (COLL, 2001).

Nessa trajetória, a fala ocupa um lugar central na intervenção nas ZDP, sendo o instrumento fundamental por meio do qual,

[...] os participantes podem comparar e modificar seus esquemas de conhecimento e suas representações sobre aquilo que está sendo ensinado e aprendido. Por isso, um uso adequado da linguagem é uma das características essenciais de uma interação capaz de fazer avançar adequadamente através dessas ZDP. (ORUNBIA, 1993 p. 142).

Nesse sentido, a linguagem representa um instrumento decisivo, e uma das características básicas da ZDP, ajudando os estudantes a reestruturarem e reorganizarem suas experiências e conhecimentos, reconstruindo assim, os significados relativos a essas experiências, tornando-as mais próximas dos significados culturais compartilhados pelos adultos (ORUNBIA, 1993).

Uma fonte básica da criação da ZDP é a relação professor-estudante, no entanto, a interação cooperativa entre estudantes pode também fazer os participantes progredirem nela. A divergência nos diversos pontos de vista entre eles, pode ajudar relevantemente na criação dessas zonas. Para tanto, se faz necessária, a manutenção de um clima de aceitação e respeito mútuo, tornando positiva tal discrepância.

Com efeito, tentar formular verbalmente o seu ponto de vista e comunicá-lo aos demais obriga o participante a reconsiderar e re-analisar aquilo que pretende transmitir, bem como, buscar formulações alternativas para uma mesma idéia. Essas características mostram o interesse de desenvolver tarefas cooperativas, nas quais tenham consciência que o produto final terá de ser comunicado a outros colegas de nível semelhante.

Por fim, todas as considerações anteriores mostram-nos que não basta colocar os estudantes em interação entre si e com o professor para que a criação da ZDP seja efetiva do ponto de vista da aprendizagem. Diz Orunbia que:

A interação entre alunos e professores, pode facilitar de maneira privilegiada o desenvolvimento de capacidades tanto cognitivo-lingüísticas como de equilíbrio pessoal, de relação interpessoal e de atuação em grupos sociais mais amplos, mas para isso devem ser limitados de maneira adequada os tipos de atividades, suas orientações, as normas reguladoras da situação, os recursos e os materiais de apoio antes e durante o processo e os produtos a serem obtidos (ORUNBIA, 1993 p. 148).

No ensino de conteúdos abstratos como “ciclo celular”, todo esse processo de interferência na zona de desenvolvimento proximal do estudante e as relações entre eles, deve propiciar a construção desse conceito, buscando o que ele já conhece, estimulando-o a chegar até o conhecimento científico aceito.

Logo, toda interação integrada num contexto social voltado para a promoção do aprendizado e do desenvolvimento, deve ser utilizada, de forma produtiva na situação escolar tendo o professor o papel fundamental de mediador; indispensável intercâmbio de significados entre ele e o estudante dentro da zona de desenvolvimento proximal, promovendo, portanto, a construção do conceito que é tão necessária à educação de uma forma geral.

Para Talízina (1988 *apud* NÉBIAS, 1998), um novo conceito pode ser assimilado pelo contato com os conteúdos a ele relacionados. Para dirigir esse processo o professor deve organizar, desde o princípio, com seus estudantes, as ações com os conteúdos orientados para os aspectos que interessam.

Segundo Nébias (1998), para que as práticas pedagógicas sejam mais adequadas à formação de conceitos científicos, algumas sugestões são apontadas:

- As idéias que o estudante traz para a escola são necessárias para a construção de significados. Suas experiências culturais e familiares não podem ser negadas. Essas idéias devem ser aceitas para progressivamente evoluírem, serem substituídas ou transformadas.
- A resistência para substituir alguns conceitos só é superada se o conceito científico trazer maior satisfação, ou seja, for significativo, útil e fizer sentido.
- Os conceitos científicos com maior grau de aplicabilidade, que explicam um maior número de situações e resolvem um maior número de problemas, facilitam a mudança.
- O diálogo com os estudantes possibilita o diagnóstico de suas idéias em vários momentos da aprendizagem. Da mesma forma, a interação entre parceiros e a observação dos diálogos travados entre eles.
- Provocar conflito com contra-exemplos pode gerar dúvidas e insatisfação com as concepções que trazem, levando os estudantes a testarem-nas.
- Resolver problemas com um plano de atividades cognitivas deve ser estimulado, uma vez que a simples nomeação das características essenciais e a repetição de definições não garantem a formação do conceito. Deve-se estimular o estudante a considerar soluções alternativas para um mesmo problema.
- Deve-se possibilitar ao estudante retomar seu processo de trabalho, explicando suas idéias e analisando a evolução das mesmas.
- No processo de formação de conceitos, é desejável desenvolver ações de inclusão (estabelecer se um objeto dado refere-se ao conceito indicado), e de dedução (reconhecer as características necessárias ou suficientes para incluir ou não os objetos em um conceito dado).
- Nem todo conceito é passível de experimentação, daí o valor de meios variados: filmes, explorações de campo etc.

- A construção de mapas conceituais (MOREIRA e BUCHWEITZ, 1987) é um recurso valioso para o desenvolvimento conceitual.
- É importante lembrar que o ensino sistemático e explícito na escola deve levar o estudante a reconceitualizações e, principalmente, a desenvolver formas de pensar que se estendam para outras áreas e para situações que transcendam a sala de aula (NÉBIAS, 1998).

### **1.1.2 Concepções Alternativas**

Na área de Educação, enfocando a questão de ensino-aprendizagem, uma grande preocupação, tem sido analisar as concepções alternativas dos estudantes, uma vez que o aprendizado adquirido na escola, sofre influência do que o estudante já sabe (OLIVEIRA, 2005).

O saber que o estudante traz para a escola reflete a sua ‘visão de mundo’, que segundo a antropologia cultural, tem um papel central no construtivismo contextual. A visão de mundo de um indivíduo corresponde à organização fundamental de sua mente, incluindo um conjunto de pressupostos subjacentes a seus atos, seus pensamentos, suas disposições, seus juízos etc. Esses pressupostos têm um caráter tanto ontológico como epistemológico, constituindo critérios para a apreciação de quais idéias ou crenças são consideradas válidas e relevantes, ou, nos termos de Cobern (1996, *apud* OLIVEIRA, 2005), têm força e alcance para o indivíduo. Diz-se que um conceito ou uma crença tem força se ele ocupa uma posição central, e não marginal, no pensamento do indivíduo, e alcance, caso se mostre relevante para ele numa grande variedade de contextos.

Reforçamos a importância da visão de mundo do indivíduo na construção de conceitos trabalhados na escola, por ser esse indivíduo parte ativa e essencial do processo de desenvolvimento da sua estrutura cognitiva. Segundo Oliveira:

As concepções acerca do mundo são construídas pelos estudantes a partir do seu nascimento e o acompanham também em sala de aula, onde os conceitos científicos são inseridos sistematicamente no processo de ensino e aprendizagem (2005, p. 236).

Para a autora, a utilização das concepções alternativas na escola, em sala de aula, deve dar sentido às várias situações de ensino e conteúdos a serem ministrados, bem como a organização das muitas situações didáticas a serem vivenciadas.

Vários outros autores, também consideram relevantes as concepções alternativas dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem:

Quando o estudante enfrenta um novo conteúdo a ser aprendido, sempre o faz armado com uma série de conceitos, concepções, representações e conhecimentos adquiridos no decorrer de suas experiências anteriores [...] Assim, graças ao que o estudante já sabe, pode fazer uma leitura do novo conteúdo, atribuir-lhe um primeiro nível de significado e sentido e iniciar o processo de sua aprendizagem (COLL, 2001, p. 61).

Se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria que o fator isolado mais importante, influenciando a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe (AUSUBEL, 1999).

O que nossos estudantes aprendem depende tanto do que já trazem, isto é, de suas concepções prévias sobre o que queremos ensinar, como das características do nosso ensino (SCHNETZLER, 1992, p. 18).

[...] não basta a apresentação de uma informação a um indivíduo para que ele aprenda, mas também é necessário que a construa mediante sua própria experiência interna (CARRETERO, 1997, p. 42).

[...] o estudante traz consigo conhecimentos anteriores à escola, o estudante traz, sua vivência e os conhecimentos a serem trabalhados pelo professor, e gradativamente o processo de aprendizagem será construído (FRANÇA *apud* OSTI, 2004, p. 29).

A mobilização das concepções prévias, eventuais conflitos cognitivos e a construção de novas idéias são processos que têm lugar na mente do aprendiz sempre que há aprendizagem significativa, independentemente do modelo de instrução (BIZZO E EL-HANI, 1999).

Na visão de Arroio (2006), as concepções alternativas podem ser categorizadas como:

- NOÇÕES PRECONCEBIDAS – são concepções populares enraizadas nas experiências cotidianas. Por exemplo, muitas pessoas acreditam que a água que flui no subterrâneo deve fluir nos rios porque as águas que eles observam na superfície da terra fluem em rios. Noções preconcebidas sobre calor, energia e gravidade, dentre outras, em geral causam muitos problemas na aprendizagem em ciências;
- CRENÇAS NÃO CIENTÍFICAS – incluem as visões aprendidas pelos estudantes de outras fontes que não a educação científica, como os ensinamentos religiosos ou míticos. Por exemplo, alguns estudantes têm aprendido instruções religiosas sobre a história da origem da Terra e suas formas de vida;
- CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS VERNACULARES – aparecem provenientes do uso de palavras que apresentam um significado cotidiano e outro no contexto científico, por exemplo, a palavra trabalho;
- CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS FACTUAIS – são falsidades frequentemente aprendidas desde a infância e que permanecem até a vida adulta. Se você pensa sobre isso, a idéia de que “um raio nunca cai duas vezes no mesmo lugar” é claramente sem razão, mas esta noção pode permanecer em algum lugar em seu sistema de crenças.

Sendo assim, os professores devem considerar as concepções alternativas apresentadas pelos estudantes como ponto de partida para a aquisição de novos conhecimentos, já que ao conhecê-las, pode-se pensar em estratégias que propiciem uma mudança conceitual/ evolução conceitual.

### **1.1.3 Mudança Conceitual x Evolução Conceitual**

A educação pode ser entendida como ação capaz de desencadear mudanças nos sujeitos educandos, visando equipar as novas gerações de um conjunto de valores, competências e conhecimentos que os habilitem a exercer plenamente a condição de sujeitos criativos nos marcos da cultura e da sociedade de que fazem parte.

A primeira barreira com que se defronta uma concepção para que venha a ser aceita por uma pessoa é a de que ela deve fazer sentido para aquela pessoa. Este aspecto traz consigo o seguinte problema, que explica, pelo menos em parte, a dificuldade de alterar-se a visão de mundo de um estudante através do Ensino de Ciências. De um lado, a alteração dos conceitos que têm um papel central na construção conceitual do estudante requer que uma massa conceitual crítica seja alcançada. De outro, esta massa só pode ser alcançada se à medida que ele se encontra comprometido com conceitos centrais em sua visão de mundo, idéias conflitantes tendem a ser de difícil compreensão.

Este paradoxo está associado ao duplo papel das concepções prévias na ecologia conceitual: de um lado, elas freqüentemente conduzem a uma resistência à aprendizagem de noções científicas; de outro, são elas que propiciam o contexto no qual o aprendiz deve julgar a validade e adequação de informações novas e potencialmente conflitantes (BIZZO E EL-HANI, 1999). A massa conceitual necessária para a acomodação pode mostrar-se, diante deste problema, praticamente inatingível. Pode ser apropriado, então, concentrar-se sobre a tentativa de que os estudantes compreendam as novas concepções, mesmo que possam eventualmente não acreditar nelas.

Para Posner e colaboradores “[...] mudanças conceituais fundamentais, chamadas de acomodações, podem envolver mudanças nas suposições fundamentais de uma pessoa acerca do mundo, do conhecimento e do saber, e [...] tais mudanças podem ser difíceis e potencialmente ameaçadoras, particularmente quando o indivíduo está firmemente comprometido com as suposições prévias” (POSNER et al. 1982:223).

Segundo Bizzo e El-Hani (1999),

O modelo da mudança conceitual de Posner e colaboradores foi analisado, destacando-se seu compromisso com a idéia de que os estudantes devem ser levados, ao longo da aprendizagem de Ciências, a um rompimento com suas concepções prévias, usualmente em conflito com as concepções científicas (p. 20).

O modelo de Mortimer se diferencia do modelo de Posner e colaboradores, entre outros aspectos, por não demandar um rompimento dos estudantes com suas concepções prévias. No modelo de mudança de perfis conceituais, a evolução conceitual não é entendida como uma substituição das concepções prévias do aprendiz por idéias científicas, mas como um enriquecimento do espectro de idéias de que ele dispõe para a compreensão de um dado assunto.

Corroborando com o modelo proposto por Mortimer, Bizzo e El-Hani (1999) reforça que:

Cada aluno continuará, ao longo de todos os episódios de ensino, na posse de seu próprio perfil de concepções, mas este perfil não será mais o mesmo após ele ter aprendido um dado corpo de conhecimentos científicos. (p.19).

Para Posner et al. (1982) muitas vezes os conceitos preexistentes dos estudantes são inadequados para permitir captar novos conceitos satisfatoriamente. Então, os estudantes devem trocar ou reorganizar seus conceitos centrais. Esta forma de mudança conceitual é denominada de acomodação. Algumas condições de grande importância devem cumprir-se antes que se suceda uma acomodação: deve existir insatisfação com as concepções existentes; uma nova concepção deve ser inteligível; uma nova concepção deve aparecer como verossímil inicialmente; e um novo conceito deve oferecer a possibilidade de estender-se, abrindo novas áreas de aplicação. Desta forma, a acomodação para os estudantes deve acontecer gradualmente. Um primeiro passo pode ser a aceitação de algumas afirmações, modificando algumas idéias ao dar-se conta da maior abrangência e significado dos novos conceitos; um processo cujo resultado é a reorganização dos próprios conceitos centrais.

## **1.2. TRABALHO EM GRUPO E APRENDIZAGEM COOPERATIVA**

O mundo quer pessoas preparadas em suas áreas de atuação, mas também solidárias que ajudem os demais e valorizem os companheiros. Portanto, ajudando os demais estarão entre os que obtêm sucesso. A aprendizagem cooperativa objetiva facilitar a aquisição do conhecimento de forma que o estudante aprenda o conteúdo ministrado, ao mesmo tempo em que adquire habilidades necessárias para uma harmonia social.

Para Goleman (1995 *apud* CARVALHO, 2003 p. 15), saber trabalhar em equipe é essencial. Segundo ele, “um grupo composto por variadas forças e perspectivas, operando em harmonia,

irá produzir soluções melhores, mais criativas e mais eficazes do que o trabalho individual de cada um”.

O papel da escola é fundamental neste processo. A escola precisa ensinar cooperação e a melhor forma é através de modelos de trabalhos cooperativos dentro da sala de aula. Drucker, diz que “a aprendizagem cooperativa é de fato um caminho aberto para o crescimento dos estudantes e das escolas. É uma poderosa ferramenta na mão dos professores” (DRUCKER, 1999 *apud* CARVALHO, 2003 p.16).

Um dos primeiros pesquisadores da Aprendizagem Cooperativa foi o Dr. Spencer Kagan. Ele desenvolveu uma abordagem estrutural na qual há criação, análise e aplicação sistemática de estruturas que podem ser usadas para todas as matérias, nas diferentes séries e em vários momentos de uma aula. “Preparar uma geração de estudantes que irão viver e participar de um mundo o qual não podemos sequer imaginar” (KAGAN, *apud* CARVALHO, 2003 p.20).

Na verdade, a aprendizagem cooperativa é uma idéia muito antiga e o trabalho cooperativo tem mantido muitas civilizações. Segundo Carvalho (2003), o Talmud (livro que contém a lei e as tradições judaicas) salienta claramente que para um estudante aprender ele deve trabalhar em conjunto com outro estudante. Um grande professor romano, Quintiliano, advogava a idéia de que um estudante poderia se beneficiar muito se trabalhasse de uma forma cooperativa. Comenius (1592–1679) acreditava que os estudantes cresceriam muito em seus conhecimentos se ensinassem e fossem ensinados por outros estudantes.

A aprendizagem cooperativa desenvolveu-se principalmente na década de 80, sendo objeto de várias pesquisas deste então. Observou-se que suas principais vantagens sobre as situações de aprendizagem competitivas nas quais os estudantes trabalham individualmente são: ganhos acadêmicos (especialmente para estudantes com maiores dificuldades de aprendizagem); melhoria nas relações sociais; e desenvolvimento social e afetivo entre os estudantes. Há ainda evidências de impacto positivo no clima da classe e aumento da auto-estima dos estudantes. Em linhas gerais os estudantes se tornam mais aptos a se colocar no lugar dos outros e a resolver problemas que necessitam de cooperação para serem solucionados, além de passar a gostar mais de ir à escola e aprender (BARATA, 2000).

É importante ressaltar que os métodos da aprendizagem cooperativa diferem do trabalho em grupo. Nos grupos, não há garantia de que a colaboração de cada membro seja necessária para se garantir o sucesso. A aprendizagem cooperativa está estruturada de tal forma que um

estudante não possa se aproveitar dos esforços de um colega. A aprendizagem é avaliada individualmente e os estudantes são também individualmente responsáveis por seus ganhos (CARVALHO, 2003).

Há um forte embasamento na literatura educacional para a cooperação no processo ensino-aprendizagem, que apresentaremos e comentaremos a seguir:

Os trabalhos de Piaget e seus comentários se voltam muito para o desenvolvimento da autonomia, mas ele dá uma grande importância à cooperação como aspecto formativo:

O egocentrismo, na medida em que é confusão do eu com o mundo exterior, e o egocentrismo, na medida em que é falta de cooperação, constituem um único e mesmo fenômeno. [...] No momento em que as crianças começam a se submeter verdadeiramente às regras e a praticá-las segundo uma cooperação real, formam uma concepção nova [...] Conforme a cooperação substitui a coação, a criança dissocia seu eu do pensamento de outro. [...] Logo, cooperação é o fator de personalidade, se entendermos por personalidade [...] o eu que se situa e se submete, para se fazer respeitar, às normas da reciprocidade e da discussão objetiva. [...] Sendo a cooperação, fonte de personalidade, na mesma ocasião, as regras deixam de ser exteriores. (PIAGET, 1994 *apud* CARVALHO, 2003 p.26).

Segundo Carretero (1997 *apud* CARVALHO, 2003) Vygotsky visualizou a educação de forma interativa, e não individualista. Acreditava em ações educativas interacionistas e demonstrou que a educação torna-se mais interessante e efetiva quando ocorre em grupo:

A contribuição de Vygotsky significou, para as posições construtivistas, que a aprendizagem não fosse considerada como uma atividade individual, mas, sim, mais do que isso, social. Afinal, na última década, desenvolveram-se numerosas pesquisas que mostram a importância da interação social para a aprendizagem. Isto é, comprovou-se como o aluno aprende de forma mais eficaz quando o faz num contexto de colaboração e intercâmbio com os seus companheiros. Igualmente, foram determinados alguns dos mecanismos de caráter social que estimulam e favorecem a aprendizagem, como o são as discussões em grupo e o poder de argumentação na discrepância entre os alunos que possuem distintos graus de conhecimento sobre um tema (CARRETERO 1997 *apud* CARVALHO, 2003 p.27).

Sendo o homem para Paulo Freire um ser de relações, cooperação para ele é mais do que ajuda, é comunhão:

O homem deve ser o sujeito da sua própria educação. Não pode ser objeto dela [...] Por outro lado a busca deve ser algo e deve traduzir-se em ser mais: é uma busca permanente de “si mesmo” [...] Sem dúvida ninguém pode buscar na exclusividade, individualmente. Esta busca solitária poderia traduzir-se em um ter mais, que é uma forma de ser menos. Esta busca deve ser feita com outros seres que também procuram ser mais e em comunhão com outras consciências, caso contrário se faria de umas consciências objetos de outras. Seria coisificar as consciências. (FREIRE 1982 *apud* CARVALHO, 2003 p. 31).

O ensino segundo Perrenoud é voltado para a formação de competências básicas. Sendo assim ele propõe oito categorias, das quais quatro estão voltadas para o trabalho em grupo. Perrenoud afirma:

Eu tentei um exercício para identificar os saberes fundamentais para a autonomia das pessoas. Cheguei a oito grandes categorias: 1. Saber identificar, avaliar e valorizar suas

possibilidades, seus direitos, seus limites e suas necessidades; 2. Saber formar e conduzir projetos e desenvolver estratégias, individualmente ou em grupo; 3. Saber analisar situações, relações de campos de força de forma sistêmica; 4. Saber cooperar, agir em sinergia, participar de uma atividade coletiva e partilhar liderança; 5. Saber construir e estimular organizações e sistemas de ação coletiva do tipo democrático; 6. Saber gerenciar e superar conflitos; 7. Saber conviver com regras, servir-se delas e elaborá-las; 8. Saber construir normas negociadas de convivência que superem as diferenças culturais (PERRENOUD 2000 *apud* CARVALHO, 2003 p. 31/32).

Um autêntico trabalho em grupo, cooperativo, é proposto por Zabala, buscando superar o difícil contexto em que se encontram os professores no seu dia-a-dia:

A aprendizagem é potencializada quando convergem as condições que estimulam o trabalho e o esforço. É preciso criar um ambiente seguro e ordenado, que ofereça a todos os alunos a oportunidade de participar, num clima com multiplicidade de interações que promovam a cooperação e a coesão do grupo. Interações essas presididas pelo afeto, que contemplem a possibilidade de se enganar e realizar as modificações oportunas; onde convivam a exigência de trabalhar e a responsabilidade de realizar o trabalho autonomamente, a emulação e o companheirismo, a solidariedade e o esforço; determinadas interações que gerem sentimentos de segurança e contribuam para formar no aluno uma percepção positiva e ajustada de si mesmo (ZABALA, 1998 *apud* CARVALHO, 2003 p. 32).

Ainda segundo Zabala, existem várias estratégias para o trabalho cooperativo. Nós, professores e educadores, somos capazes de inventar múltiplas possibilidades, porém tudo depende da participação do estudante no processo de ensino, pois é impossível atender às diversidades se não considerarmos os estudantes como agentes educadores dos seus pares (ZABALA, 1998 *apud* CARVALHO, 2003).

JOHNSON & JOHNSON (1999), salientam algumas vantagens da cooperação sobre a competição:

- Maior coordenação: desenvolvimento da comunicação, maior eficácia no trabalho, maior satisfação de necessidades individuais;
- Valoração positiva dos outros: gera maior entendimento, ajuda mútua, aceitação de idéias e sensação de objeto comum;
- Maior satisfação individual;
- Maior coesão grupal: gera mais confiança e amizade entre os membros do grupo e aumento do esforço pessoal;
- Maior amadurecimento pessoal, devido ao desenvolvimento da capacidade de cooperar e à abertura ao conhecimento do outro;

- Maior impacto no desenvolvimento da motivação intrínseca, das expectativas de êxito, da curiosidade epistêmica alta, dos compromissos com a aprendizagem e da persistência elevada nas tarefas.

Corroborando Johnson e Johnson (1999), Ramos (1995, *apud* CARVALHO, 2003) propõe a substituição do paradigma da competição pelo da cooperação, mencionando, entre outros itens importantes, o trabalho em grupos. O Quadro 1 ilustra as vantagens da cooperação enumeradas por ele:

Ampliação das Oportunidades de Sucesso.	Parte da premissa de que todos os estudantes são passíveis de aprender, mas não necessariamente todos ao mesmo tempo, nem do mesmo jeito.
Eliminação de Rótulos.	A discriminação na sala de aula como bons, médios ou fracos, não levando em consideração as Múltiplas Inteligências, tem afastado muitos estudantes do sucesso acadêmico.
Utilização de estudantes-mentores.	Aproveitando os melhores estudantes e sua sensibilidade para ajudarem os colegas ao aproveitar a sensação de igual para igual.
Emprego de grupos de estudantes.	Técnica que melhor reúne todas as diferenças para serem tratadas e trabalhadas em equipes de modo que os estudantes, organizados em pequenos grupos interdisciplinares, trabalhem com o objetivo de desenvolver as diversas habilidades.
Abertura para projetos independentes.	A quebra da estrutura dos programas curriculares objetivando a integração de conhecimentos e máxima utilização das habilidades.
Diversificação da tecnologia.	Respeitando o ritmo de cada estudante faz-se uso de uma instrução personalizada, lançando mão de recursos que estão cada vez mais perto dos professores e que servem como instrumento para lidar com as diversas realidades dentro de uma sala de aula.

Fonte: Adaptado de Ramos (1995, *apud* CARVALHO, 2003)

#### Quadro 1 - Vantagens da Cooperação

O paradigma da competição se destaca quando referenciamos uma sala de aula tradicional. Barbosa (1996) traça um paralelo entre a sala de aula tradicional e a cooperativa, enfatizando mais uma vez, os benefícios de um aprendizado cooperativo (Quadro 2).

Sala de aula tradicional	Sala de aula cooperativa
É sempre percebida como um sistema social único, “a classe como um todo”.	Mais típico de um sistema social complexo.
Mesas individuais – isolamento dos estudantes	A classe funciona como um jogo de pequenos grupos.
A tarefa de aprendizagem é estruturada como individual ou competitiva	As tarefas são de natureza divisível e ou investigativa. Problemas envolvendo tarefas unitárias que podem ser resolvidos por uma simples resposta correta são menos frequentes.
O professor é o centro da atividade. Ele controla toda a comunicação e apresenta conhecimento para os estudantes.	Os professores oferecem ajuda como parte do grupo. O professor atua como um facilitador do aprendizado, mais que um mero transmissor de informações.
Cooperação não é usualmente requerida ou mesmo tolerada nos processos ou andamento do aprendizado.	Os estudantes trocam informações, geram idéias e participam ativamente em busca de informações.

s estudantes são esperados responder ao professor apenas quando solicitado.	Os estudantes assumem vários papéis no processo de aprendizagem: líderes, planejadores, investigadores e outros.
Interações entre estudante-estudante são mínimas e cada estudante olha para si mesmo.	O comportamento dos estudantes segue uma proposta sócio-construtivista para a aprendizagem, mais do que uma proposta de receptores passivos, típica dos exemplos tradicionais.

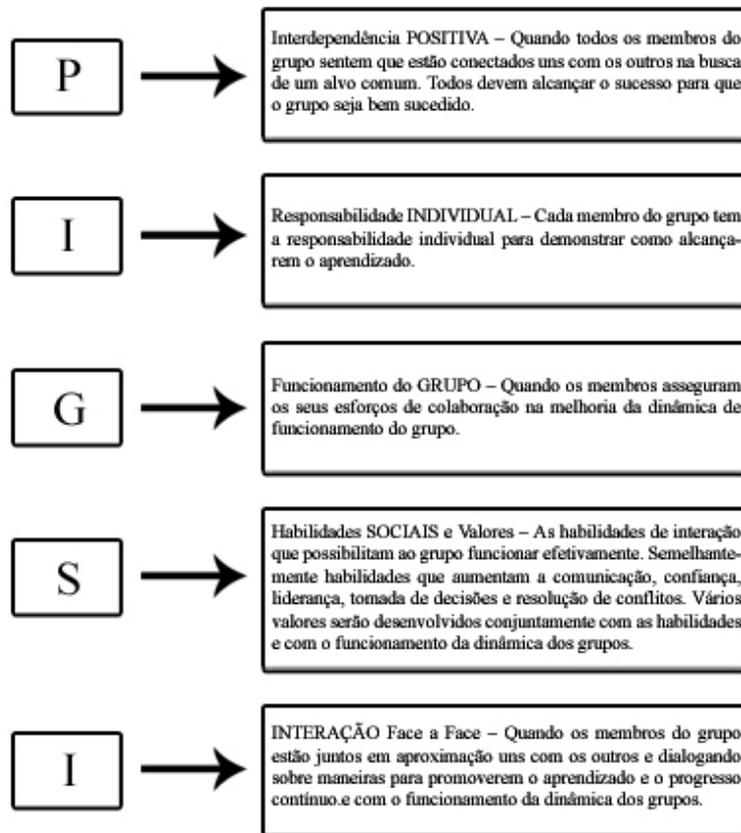
Fonte: Barbosa (1996)

#### **Quadro 2 – Sala de aula tradicional x Sala de aula cooperativa**

### **1.2.1 Elementos Básicos para a Aprendizagem Cooperativa**

O processo ensino-aprendizagem está intimamente ligado a aprendizagem cooperativa. Esta é uma poderosa ferramenta pedagógica que consiste na organização da classe em pequenos grupos que trabalham construindo seu próprio conhecimento sob a orientação do professor e desenvolvendo várias habilidades de interação, aprendizado e cooperação. É, portanto, uma metodologia de ensino com ações coordenadas, de tal forma que propicia o alcance dos objetivos gerais e específicos da disciplina e do aprendizado (CARVALHO, 2003).

Segundo William Green (apud CARVALHO, 2003 p.37) foram estruturados cinco elementos principais que contribuem para o sucesso da aprendizagem cooperativa:



As iniciais dos pontos principais formam a palavra PIGSI.

**Figura 1 - Elementos estruturadores da aprendizagem cooperativa**

Outros fatores que devem ser levados em consideração no sucesso da aprendizagem cooperativa são a divisão dos grupos e o tempo designado para cada tarefa. Quanto à divisão dos grupos, alguns lembretes são importantes (CARVALHO, 2003):

- Os grupos são multidisciplinares;
- Os grupos devem ter vida longa, isto é, o ideal é que eles tenham tempo suficiente para aprender a trabalhar em equipe;
- O grupo base deverá ter preferencialmente quatro componentes, porém poderá abrigar um número ímpar para que todos os estudantes da classe participem;
- O professor conselheiro é o responsável imediato para dividir, resolver problemas, intermediar, assessorar e incentivar;
- Os critérios para divisão dos grupos devem ser decididos pela escola e várias são as possibilidades: aleatoriamente, escolha do professor, escolha dos estudantes, por habilidades, etc.

Ainda em relação aos grupos, no começo, eles são apenas várias pessoas sentadas juntas. Para que formem uma equipe e aprendam a trabalhar como tal, é necessário que passem por três fases iniciais:

CONHECIMENTO – É marcada pela busca da aceitação. Pelos aspectos positivos e pelos aspectos negativos;

CONFLITO/RESOLUÇÃO – Surgem os primeiros problemas. Os estudantes buscam a ajuda do professor. Alguns radicalizam, pedindo que alguém seja tirado, ou eles querem sair do grupo. Nesse momento o professor deve intervir, dar sugestões e devolver a solução do problema para os grupos, pedindo-lhes que trabalhem a questão durante algum tempo (dias, semanas);

ACEITAÇÃO/ACOMODAÇÃO/ADAPTAÇÃO – Os estudantes compreendem as limitações mútuas, aceitam-se e decidem que o melhor é de fato trabalharem para o bem comum. (CARVALHO, 2003, p. 42).

O bom funcionamento do grupo está ligado a vários fatores que necessitam estar sempre sendo supervisionados pelo professor para garantir o sucesso de todos (CARVALHO, 2003). Ao fazer referência ao fator tempo designado para cada tarefa, Carvalho (2003), ressalta a importância de que o tempo seja específico em minutos. Ao propor uma tarefa, o professor deverá afirmar: “Vocês têm x minutos para resolvê-la”. Em seguida, deverá marcar o tempo e, ao se aproximarem os minutos finais, deverá avisar aos estudantes quanto tempo resta. É muito importante que o tempo designado seja o tempo necessário para a realização da tarefa. Outro detalhe importante é que exercícios com tempo determinado devem exigir respostas por escrito, que farão com que o estudante se envolva, já que terá que apresentar ao final do tempo daquela tarefa algo escrito. Exemplo: um exercício com três questões (ao findar o tempo, o estudante ou cada estudante deve ter respondido pelo menos uma ou duas questões).

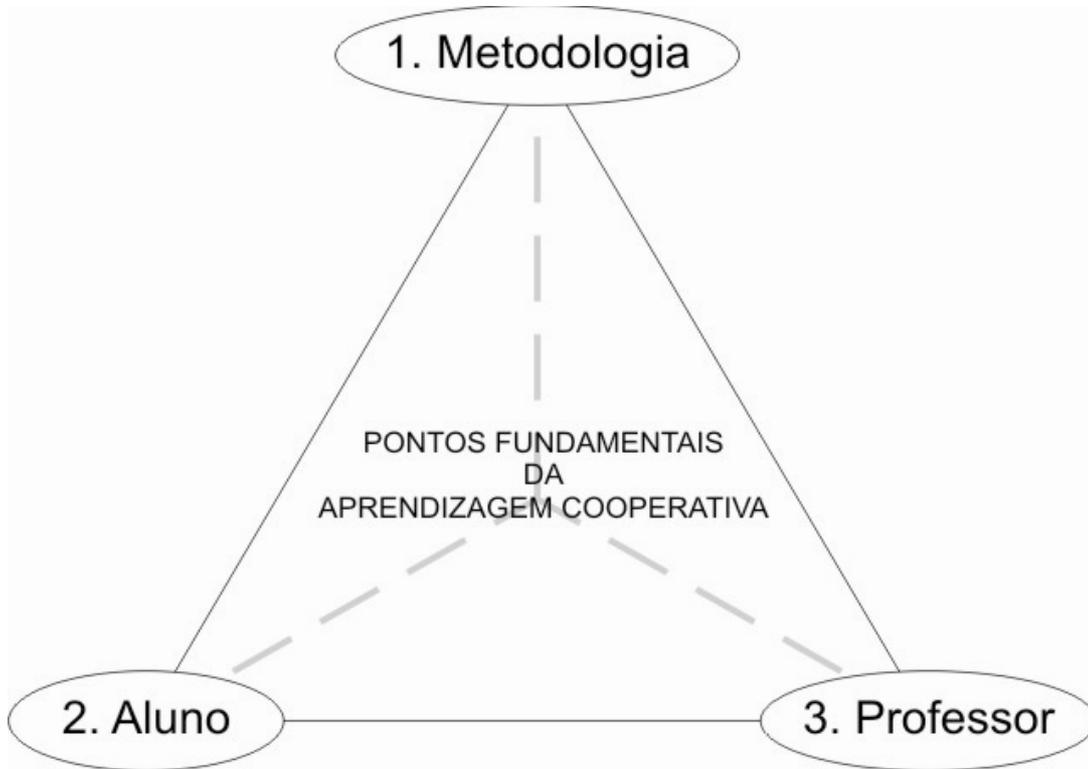
Carvalho (2003, p. 45) também recomenda a observação de três pontos fundamentais para o desenvolvimento da aprendizagem cooperativa (Figura 2):

TRABALHO CONJUNTO, PRODUÇÃO INDIVIDUAL – Após o momento inicial, onde os alunos individualmente têm contato com a atividade, iniciam o trabalho em conjunto: trocam informações, compartilham, explicam, ouvem etc. O trabalho em conjunto é a base da dinâmica, e a produção individual se evidencia na participação equalitária, no desenvolvimento da autonomia e da responsabilidade.

RESPONSABILIDADES E AVALIAÇÃO INDIVIDUAL – Deve ser preocupação do professor que cada aluno tenha responsabilidade dentro do grupo, como também uma atividade individual no início do trabalho. O fato de ter responsabilidade dará importância em todas as atividades e a atividade individual fará não se escorar no grupo para produzir;

ACOMPANHAMENTO DO PROFESSOR – É de fundamental importância, o professor verificar quem está ou não participando da atividade, manter a ordem, perceber quem está tendo dificuldades em realizar as atividades, ajudar quem está com dificuldades, cuidar do silêncio, observar se a dinâmica de grupo funciona para a atividade proposta, perceber se suas explicações foram suficientes para desenvolverem as atividades ou se precisarão de

novas explicações e iniciar um processo de avaliação do rendimento e aprendizagem observando as atividades dos grupos.



Fonte: Adaptado de CARVALHO, 2003 p.45

**Figura 2 - Pontos fundamentais da aprendizagem cooperativa.**

1. Trabalho conjunto, produção individual, cooperação, autonomia.
2. Responsabilidades e avaliação individual.
3. Acompanhamento do professor

A proposta de uma metodologia referenciando um trabalho cooperativo em grupos está cronologicamente registrada e demonstrada no Quadro 3:

	Evento
Começo do século XIX	O Movimento da Escola Comum nos EUA: forte ênfase na aprendizagem cooperativa.
Final do século XIX	Coronel Frances Parker: promoveu a aprendizagem cooperativa, a democracia e a devoção à liberdade nas escolas públicas.
Começo do século XX	Movimento da Escola Nova: John Dewey e outros; Dewey promoveu grupos de aprendizagem cooperativa como parte do seu famoso projeto de método de instrução.
Anos 40	Teorias e pesquisas sobre cooperação e competição: Morton Deutsch.
Anos 50	Teoria de aprendizagem cognitiva: Jean Piaget e Lev Vygotsky.
Anos 60	Pesquisas de Stuart Cook sobre cooperação.  Pesquisas de Spencer Kagan sobre cooperação e competição em crianças. David e Roger Johnson começaram a treinar professores em aprendizagem cooperativa na Universidade de Minnesota.
Anos 70	Robert Hamblin: Pesquisa comportamental sobre cooperação / competição. Primeiro Simpósio Anual de APA (Entre os apresentadores estavam David e Roger Johnson, Stuart Cook, Elliot Aronson, Elizabeth Cohen, e outros). Robert Slavin começou o desenvolvimento de currículos cooperativos.  Elliot Aronson - Sala de aula Jigsaw (quebra-cabeça).
Anos 80	David e Roger Johnson - Meta-análise de Pesquisa em Cooperação.  Elizabeth Cohen, Desenhando Grupos de Trabalho.  Spencer Kagan desenvolveu Abordagens Estruturais para Aprendizagem Cooperativa.  David e Roger Johnson escreveram Cooperação & Competição: Teoria & Pesquisa.
Anos 90	Primeira conferência anual sobre Liderança em Aprendizagem Cooperativa, Minneapolis.  David e Roger Johnson e Karl Smith adaptaram a aprendizagem cooperativa para a sala de aula de faculdades, e escreveram. Aprendizagem Ativa: Cooperação na Sala de Aula da Faculdade.

Fonte: Adaptada de Johnson & Johnson (1999).

### Quadro 3 - Linha do Tempo: História da Aprendizagem Cooperativa

#### 1.2.2 Aprendizagem Cooperativa no Brasil

A proposta de implantação da Aprendizagem Cooperativa foi introduzida no Brasil a partir de um curso ministrado pelo Dr. William Green, do Departamento de Educação da Universidade de Andrews, Michigan-USA, em que lecionou de modo intensivo, a disciplina do curso de mestrado em Educação “Aprendizagem Cooperativa”. A partir de então, um grupo de professores brasileiros que participou do curso, elaborou um plano de implantação em todas as turmas – do pré ao ensino médio, do colégio adventista CADI-MG (1997). De fato, esta experiência pioneira foi um grande acontecimento, resultando em aprendizado para todos: foi vivenciado um modelo que realmente funcionava para o trabalho em grupo (CARVALHO,

2003). É possível visualizar, no quadro 4, como essa metodologia se expandiu em todo o Brasil:

Regiões/ Estados	Ano / Acontecimentos
Região Sudeste	
São Paulo	<p>1999 – Implementação da Aprendizagem Cooperativa em treze escolas, com planejamento reformulado e ampliado nas turmas de 5ª a 8ª séries do Ensino Fundamental e turmas do Ensino Médio;</p> <p>2000 – Com o lançamento do livro (Pedagogia da Cooperação), duas escolas de Tatuí e uma de Sorocaba, organizaram seus planejamentos com a Aprendizagem Cooperativa, o adotando como material didático;</p> <p>2001 – Escolas de Itapetinga e Apiaí também adotaram a nova metodologia, que acabaram por motivar outros campos;</p> <p>2002 – Várias escolas da rede pública de Cotia e Vargem Grande Paulista, bem como escolas particulares da cidade de São Paulo obtiveram sucesso com a pedagogia da cooperação e na Faculdade de Pedagogia de Vargem Grande Paulista, após anos de aprendizagem cooperativa, os estudantes obtiveram um “A” no provão do MEC-INEP.</p>
Rio de Janeiro	2003 – Escolas da Federação Rio de Janeiro receberam a proposta da metodologia cooperativa, totalizando mais de cem escolas motivadas com a referida metodologia.
Região Norte	2001 – O desafio foi lançado através de cursos ministrados, sendo adotada a metodologia da Aprendizagem Cooperativa como modelo pedagógico das escolas do Pará, Amapá, Amazonas, Roraima, Acre.
Nordeste	2001 – Nove escolas do Maranhão receberam a proposta da metodologia da cooperação.
Região Sul	2001 – A metodologia da cooperação foi lançada nas escolas do Rio Grande do Sul e Curitiba, com o desafio de promover a aprendizagem através de modelos de cooperação em sala de aula.
Centro-Oeste	2002 – Diretores, coordenadores e professores da Associação Brasil Central – Goiás, participaram e vivenciaram a nova metodologia.

Fonte: Adaptado do Livro Pedagogia da Cooperação (CARVALHO, 2003 p. 109 – 112).

#### **Quadro 4 - Cronologia da Aprendizagem Cooperativa no Brasil, por Regiões/Estados**

Para facilitar a promoção de uma aprendizagem cooperativa em sala de aula, foram desenvolvidos vários métodos. Cohen (1994 *apud* BARBOSA & JÓFILI, 2004, p. 56) define métodos cooperativos como: [...] alunos trabalhando juntos, em pequenos grupos, para que todos possam participar da tarefa coletiva designada. Além disso, é esperado que os alunos consigam realizar a tarefa sem uma supervisão direta e imediata do professor.

A importância desses métodos é ressaltada por Barbosa e Jófili (2004):

Os métodos de aprendizagem cooperativa são importantes não só na facilitação do processo ensino-aprendizagem, mas também na formação profissional, preparando cidadãos mais aptos para os trabalhos em equipe e mais comprometidos com os valores sociais e os princípios da solidariedade (p. 55).

Diante dessas considerações, este trabalho propôs-se a aplicar em uma das etapas da sua metodologia, o método cooperativo de Jigsaw I (ARONSON e PATNOE, 1997 *apud* BARBOSA e JÓFILI 2004).

Esse método envolve alunos em pequenos grupos de estudo. O material acadêmico é dividido em pequenas partes e cada membro do grupo é designado a estudar apenas uma parte. Os estudantes de grupos originais diferentes, mas que foram designados a estudar a mesma parte, estudam e discutem seus materiais juntos. Depois da discussão, cada aluno retorna ao seu grupo de origem e ensina sua parte para os outros membros. Assim, no final, todos aprendem todo o conteúdo, e o aprendizado dos estudantes pode ser avaliado individualmente. (BARBOSA e JÓFILI 2004, p. 57).

No entanto, é fundamental para o sucesso de uma proposta de aprendizagem cooperativa que todas as atividades sejam planejadas de modo a desafiar os educandos, levando-os a formar uma comunidade de aprendizagem coesiva e reflexiva, cujos membros trabalhem para alcançar objetivos comuns enquanto respeitam a diversidade de idéias, valores, crenças e estilos de vida.

## **CAPÍTULO II - SURGIMENTO E EVOLUÇÃO DA BIOLOGIA CELULAR**

Conhecimentos biológicos empíricos datam da pré-história, onde o homem na condição de caçador e coletor conheceu diferentes tipos de animais e plantas. A representação deles nas pinturas rupestres demonstra esse interesse biológico. As primeiras pesquisas em biologia iniciaram-se através de observações das características macroscópicas dos organismos, ainda na antiguidade. Durante o século XVI, depois da conquista de Constantinopla pelos turcos e da invenção da imprensa, houve um impulso para o estudo da natureza em geral e da biologia em especial.

Apesar de um ligeiro progresso, a biologia estacionou no momento em que o olho humano já não era suficiente. No século XVII, os significativos avanços científicos em óptica, proporcionaram o desenvolvimento da reunião de lentes em um tubo, formando o primeiro microscópio. Assim, teve início a descoberta de um novo mundo, derrubando conceitos tradicionais sobre a vida.

A Teoria Celular foi formulada em princípios do século XIX, por Matthias Schleiden e Theodor Schwann e concluem que o corpo dos animais e plantas, é constituído de células que são unidades individuais com vida própria. Apesar da descoberta do microscópio óptico, detalhes das estruturas subcelulares, como os orifícios do núcleo, ou a membrana dupla das mitocôndrias, não eram visualizados, só ocorrendo com a descoberta do elétron em fins do século XIX e do microscópio eletrônico, décadas depois.

Em 1953, James Watson e Francis Crick mostraram que a estrutura do DNA era em forma de dupla hélice. Mais tarde, em 1958, Kendrew determinou a estrutura da mioglobina (uma proteína) através da técnica da cristalografia de raio X - criada para estudar a estrutura protéica, tais fatos dentre outros, marcaram o início da bioquímica moderna (JUNQUEIRA E CARNEIRO, 2000).

No século XX, a concepção dos organismos vivos constituídos por partes separadas, ainda é conceitualmente dominante, visto que os estudantes não são estimulados a desenvolver os conceitos de forma integrada e as verbas de instituições de pesquisa são destinadas quase que exclusivamente para dar respostas a problemas surgidos no âmbito dos conceitos cartesianos (CAPRA, 1982).

A maioria dos biólogos não se preocupa com a abordagem reducionista, pois o método cartesiano produziu excelentes progressos em certas áreas, como a Biologia Celular e Molecular, e continua gerando resultados estimulantes, dado o número de publicações na área Capra (1982), entretanto, propõe ser este um modelo falho, relegando, comprometendo e distorcendo seriamente várias áreas da pesquisa científica, pois:

Os problemas que os biólogos não podem resolver hoje, ao que parecem em virtude de sua abordagem estreita e fragmentada, estão todos relacionados com a função dos sistemas vivos como totalidade e com suas interações com o meio ambiente (p. 97).

Transcender o modelo cartesiano corresponderá a uma importante revolução na ciência médica, e, como a pesquisa médica corrente está intimamente ligada à pesquisa em biologia – tanto conceitualmente quanto em sua organização – tal revolução está fadada a ter um forte impacto no desenvolvimento futuro da biologia (p. 98).

Uma descoberta de importância relevante foi a influência do equilíbrio interno como condição para a saúde, evidenciada pelos estudos de Claude Bernard, porém só alavancada no século XX, quando pesquisadores reconheceram o papel fundamental do meio ambiente nos fenômenos biológicos, culminando com a noção de homeostase, termo criado por Walter Cannon designando a tendência dos organismos vivos na manutenção do equilíbrio interno (CAPRA, 1982).

Para resolver alguns problemas no âmbito da biologia, deixados sem solução, ao longo de muitos anos, precisamos de novas concepções conceituais que transcendam a concepção cartesiana. É provável, assim, que a concepção sistêmica da vida, venha a formar o avanço conceitual dessa nova Biologia.

A concepção sistêmica vê o mundo em termos de relações e de integração. Os sistemas são totalidades integradas, cujas propriedades não podem ser reduzidas às de unidades menores. Em vez de se concentrar nos elementos ou substâncias básicas, a abordagem sistêmica enfatiza princípios básicos de organização. Os exemplos de sistemas são abundantes na natureza. Todo e qualquer organismo – desde a menor bactéria até os seres humanos, passando pela imensa variedade de plantas e animais – é uma totalidade integrada e, portanto, um sistema vivo. As células são sistemas vivos, assim como vários tecidos e órgãos do corpo, sendo o cérebro humano o exemplo mais complexo. Mas os sistemas não estão limitados (CAPRA 1982, p. 260).

Corroborando com a abordagem sistêmica, temos hoje o uso de computadores e algumas inovações experimentais que permitem, não só estudar enzimas, proteínas e ácidos nucleicos de modo mais fácil, mas também acenam para a possibilidade de um estudo sistêmico dos organismos vivos, desvelando assim, os princípios do funcionamento no nível básico da vida, embora isto nem sempre aconteça, dependendo da visão dos pesquisadores. Enfatizando o percurso das descobertas na biologia, fizemos um levantamento da cronologia celular, apresentado no quadro 5:

Data	Fato histórico
1658	Jan Swammerdam observou eritrócitos com o uso de microscópio.
1663	Robert Hooke observou células em lâminas de cortiça com uso de microscópio.
1665	Robert Hooke, em seu trabalho Micrografia, relatou pequenas cavidades (cells) em cortes de cortiça, de onde se originou o termo célula.
1674	Anton van Leeuwenhoek observou diversas estruturas unicelulares: espermatozoides de peixes, hemácias. Um dos maiores colecionadores de lentes da época, foi o primeiro a observar os micróbios.
1676	Anton van Leeuwenhoek observou protozoários e dá-lhes o nome de animálculos.
1677	Anton van Leeuwenhoek observou espermatozoides.
1683	Anton van Leeuwenhoek observou bactérias.
1765	Lazzaro Spallanzani rebateu muitas das teorias de geração espontânea em vida celular.
1831	Robert Brown, pesquisando células de orquídeas, descreveu o núcleo celular.
1838	Matthias Schleiden e Theodor Schwann enunciaram a Teoria Celular: "Todos os seres vivos (animais e vegetais) são formados por células".
1858	Rudolf Virchow propuseram que as células só podem aparecer a partir de células pré-existentes.
1869	Friedrich Miescher descobriu os ácidos nucleínicos no núcleo de células.

1876	Oskar Hertwig e Hermann Fol demonstraram que óvulos fertilizados (ovos) possuem núcleos de origem masculina e feminina.
1882	Walther Flemming tornou-se o primeiro a demonstrar estágios diferenciados na mitose, que a mesma ocorre em células vivas e para, além disso, que o número cromossômico duplicava em número mesmo antes da célula se dividir em duas.
1887	August Weismann propôs que o número cromossômico teria que ser reduzido para a metade, no caso das células sexuais (gametas). Tal proposição tornou-se fato quando da descoberta do processo de meiose.
1902	Thomas Hunt Morgan mostrou que os genes estavam nos cromossomos.
1929	Phoebus Levene descobriu a desoxirribose em ácidos nucléicos.
1972	Jonathan Singer e Garth N. Nicholson desenvolvem o modelo de mosaico fluido, relativo à estrutura da membrana plasmática de todas as células.
1996	Foi clonada a ovelha Dolly (primeiro clone de um mamífero adulto).

Fonte: Revisão adaptada da Enciclopédia de Biologia Online (2006).

### Quadro 5 - Cronologia da Biologia Celular

## 2.1. CONCEITO DE CICLO CELULAR

A célula é a unidade que constitui os seres vivos, podendo ser única, nos seres unicelulares, ou formar arranjos ordenados, os tecidos, que constituem o corpo dos seres pluricelulares.

Todos os organismos são compostos da unidade fundamental da vida – a célula. Alguns organismos são compostos por únicas células; outros organismos, incluindo os humanos, são multicelulares. As células desempenham muitas funções necessárias para sustentar a vida. Crescem e dividem-se, produzindo desse modo mais células (ALLEN e TANNER, 2002 p. 2).

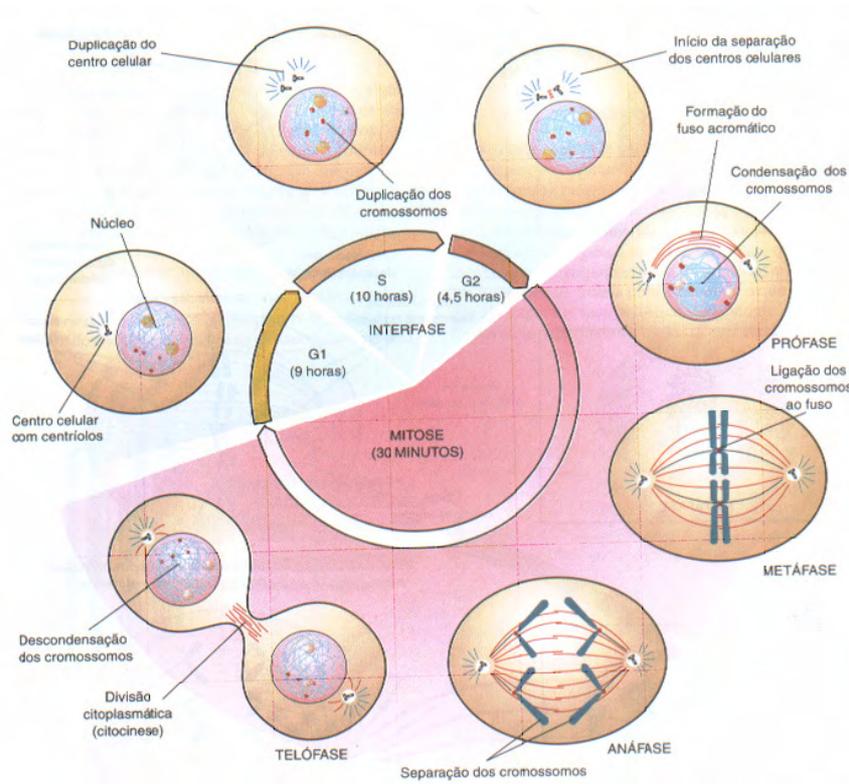
A reprodução é uma propriedade fundamental das células (Figura 3), que têm um período de vida limitado, que pode encerrar-se de duas maneiras: com sua morte (necrose ou apoptose) ou através de sua divisão e conseqüente surgimento de células-filhas.

A maioria das células do corpo (somáticas) gera células idênticas por um processo de divisão equacional, denominado Mitose; entretanto, vale ressaltar que as células germinativas sofrem divisão por um processo reducional, denominado Meiose. Todo o período compreendido entre o surgimento da célula e o aparecimento de suas células-filhas é chamado de ciclo celular (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2000).

O estudo do ciclo celular, representado na Figura 3, evidencia duas amplas etapas: aquela em que a célula se divide originando duas células descendentes idênticas à célula-mãe e é caracterizada pela divisão do núcleo (mitose) e aquela em que há intensa atividade metabólica, sendo compreendida no espaço entre duas divisões sucessivas, denominada intérfase.

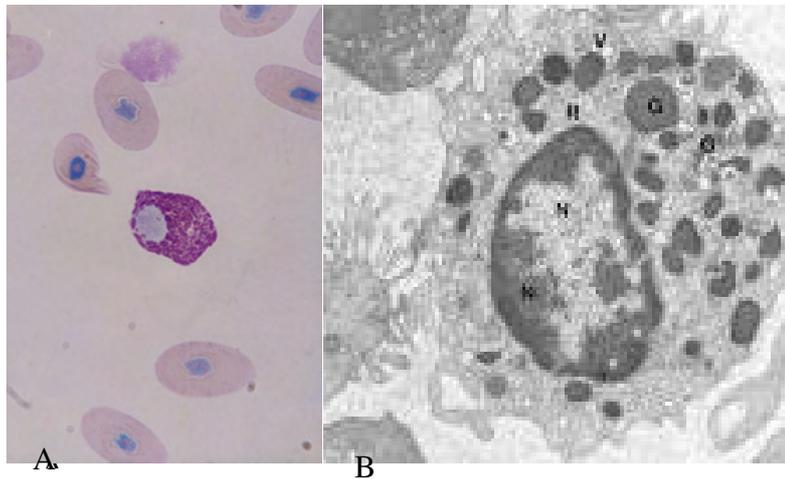
A intérfase representa o período compreendido entre duas divisões celulares, na qual a morfologia celular se mantém e não reflete a dinâmica metabólica nessa fase (Figura 4), como os eventos citosólicos e mitocondriais para a síntese de ATP, a síntese protéica e a duplicação dos componentes da célula-mãe, evento relevante para que a informação da mesma seja fielmente transmitida a cada uma das células-filhas (ALLEN et al., 2003):

O código usado é virtualmente o mesmo para todos os formulários de vida. Antes que uma célula se divida, as instruções estão duplicadas de modo que cada uma das duas células novas obtenha toda a informação necessária para continuar. As interações complexas entre os tipos diferentes das moléculas na célula causam ciclos distintos das atividades, tais como o crescimento e a divisão (p.5).



Fonte: Amabis, 2006

**Figura 3 - Ciclo Celular**



Fonte: (<http://www.scielo.br/img/fbpe/bjvras/v36n1/v36a09f1.jpg>). A, microscopia óptica; B, microscopia eletrônica de transmissão ([www.scielo.cl/fbpe/img/rca/v15n2/fig58.jpg](http://www.scielo.cl/fbpe/img/rca/v15n2/fig58.jpg)).

**Figura 4 – Granulócitos em interfase.**

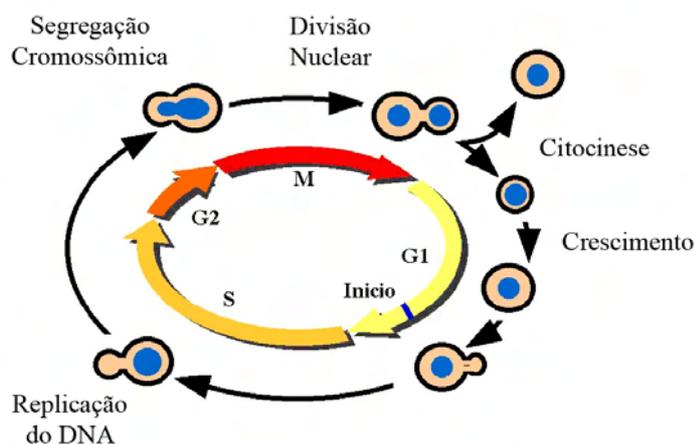
Didaticamente, são descritas três fases consecutivas da interfase, cujos principais eventos estão resumidos no Quadro 6.

Período	Evento
G1	Vai do final da divisão anterior até o início da duplicação do material genético e caracteriza-se por um período de crescimento do citoplasma onde são sintetizadas moléculas que estimulam ou inibem a duplicação do DNA, determinando a progressão do ciclo.
S	Ocorre um importante evento da interfase, que é a duplicação do DNA celular. Isso garante que as células-filhas receberão todas as informações responsáveis pela determinação de suas características.
G2	Ocorre discreta síntese de RNA e de proteínas que são essenciais, e representa um tempo adicional para o crescimento celular, de maneira que a célula possa assegurar uma completa replicação do DNA antes da mitose.

Fonte: Alberts *et al.* (2004)

#### Quadro 6 – Eventos da intérfase

Tendo passado pelas fases de interfase, o núcleo pode entrar em um processo de divisão (Figura 5), (ALBERTS, *et al* 2004). Para tanto, é necessário haver um controle do ciclo celular que se constitui em uma ferramenta de extrema importância neste processo, uma vez que para produzir e manter a organização do organismo, a célula precisa obedecer a rígidos controles para limitar a sua proliferação. Em determinado momento, a maioria das células de um mamífero adulto entra em repouso, pois não está crescendo ou se dividindo, porém, continua desempenhando funções especializadas enquanto não sofre divisão celular (ALBERTS, *et al* 2004).



Fonte: Adaptado - [www.sinsite.dcc.uchile.cl/nuevo/.../articulo3.html](http://www.sinsite.dcc.uchile.cl/nuevo/.../articulo3.html)

Figura 5 - Ciclo celular de *S. cerevisiae* (processo de divisão celular)

O ciclo celular é regulado pela interação de proteínas, que compõem o Sistema de Controle que conduz e coordena o desenvolvimento do ciclo celular. Essas proteínas surgiram há bilhões de anos e têm sido conservadas e transferidas de célula para célula ao longo da

evolução. Tal controle em organismos multicelulares é promovido por proteínas altamente específicas, denominadas de fatores de crescimento, como afirma Allen e Tanner (2002):

As funções da célula são reguladas. O regulamento ocorre através das mudanças na atividade das funções executadas por proteínas e com a expressão seletiva de genes individuais. Este regulamento permite que as células respondam a seu ambiente, ao controle, crescimento e divisão coordenados da célula (p.6).

Esses fatores de crescimento (FC) regulam a proliferação celular através de uma rede complexa de cascatas bioquímicas que por sua vez regulam a transcrição gênica e a montagem e desmontagem de um sistema de controle. São conhecidas cerca de 50 proteínas que atuam como fatores de crescimento, liberados por vários tipos celulares. Para cada tipo de fator de crescimento, há um receptor específico, os quais algumas células expressam na sua superfície e outras não. Os FC além de serem responsáveis pela regulação do crescimento e da divisão celular estão também envolvidos em outras funções como: sobrevivência, diferenciação e migração celular (ALBERTS *et al.*, 2004).

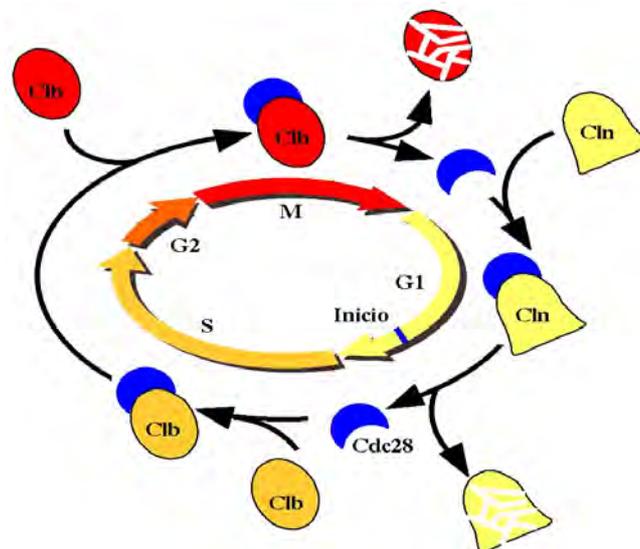
### **2.1.1 Fatores de crescimento e controle do ciclo celular**

Os fatores de crescimento liberados ligam-se a receptores de membrana das células alvo. A formação do complexo receptor-ligante dispara a produção de moléculas de sinalização intracelular, as quais são responsáveis pela ativação de uma cascata de fosforilação intracelular, que induz à expressão gênica. O produto da expressão destes genes são os componentes essenciais do Sistema de Controle do Ciclo celular, que é composto principalmente por duas famílias de proteínas:

- CdK (proteína quinase dependente de ciclina) que induz a continuidade do processo através da fosforilação de proteínas selecionadas;
- Ciclinas que são proteínas especializadas na ativação de outras proteínas. Essas proteínas se ligam a Cdk e controlam a fosforilação de proteínas alvo. São reconhecidas duas famílias de Ciclinas: Ciclinas G1 e Ciclinas G2.

O ciclo de montagem, ativação e desmontagem do complexo Ciclinas – CdK (Figura 6) constituem os eventos base que dirigem o ciclo celular. O ciclo é regulado para parar em pontos específicos, os quais permitem que o sistema de controle sofra influência do meio. São reconhecidos dois pontos de observação e controle (*check point*), onde são checadas as condições do meio extracelular e da própria célula.

- Em G1, antes de a célula entrar na fase S do ciclo. Ocorre a montagem do complexo ciclina-CdK que fosforila proteínas específicas, induzindo a célula a entrar no período S. O complexo se desfaz com a desintegração da ciclina;
- Em G2, antes de a célula entrar em mitose. As ciclinas mitóticas ligam-se a proteínas CdK formando um complexo denominado de MPF (Fator Promotor da Fase M) que é ativado por enzimas e desencadeiam eventos que levam a célula a entrar em mitose. O complexo é desfeito pela degradação da ciclina mitótica quando a célula está entre a metáfase e a anáfase, induzindo a célula a sair da mitose. Assim cada passo da ativação ou desativação marca uma transição no ciclo celular. Essa transição por sua vez inicia reações que servem de gatilho para a continuidade do processo.



Fonte: [www.sinsite.dcc.uchile.cl/nuevo/.../articulo3.html](http://www.sinsite.dcc.uchile.cl/nuevo/.../articulo3.html)

Figura 6 - Ciclo CDK de *S. cerevisiae*

Certos fatores são responsáveis pelo crescimento das células, que não conseguem ultrapassar o ponto G<sub>1</sub>, enquanto outros fatores atuam inversamente. Tal variação no tamanho da célula sofre um controle parcial de fatores externos e controle parcial de fatores intracelulares dependendo do tipo da célula (ALBERTS *et al*, 2004).

Quando as células estão proliferando, podem parar de crescer – uma hipótese é a privação de nutrientes, como os aminoácidos – mas continuam seu ciclo até atingir a fase G<sub>1</sub>. É neste ponto do ciclo que permanecem em um estado de não crescimento, denominado estado de repouso G<sub>0</sub> (G zero), que é distinto de outro qualquer no ciclo onde as células estão em proliferação, conforme enfatiza Alberts *et al*. (2004, p. 895) “É a habilidade de entrar em G<sub>0</sub>

que é responsável pela enorme variabilidade da extensão do ciclo celular em organismos multicelulares”.

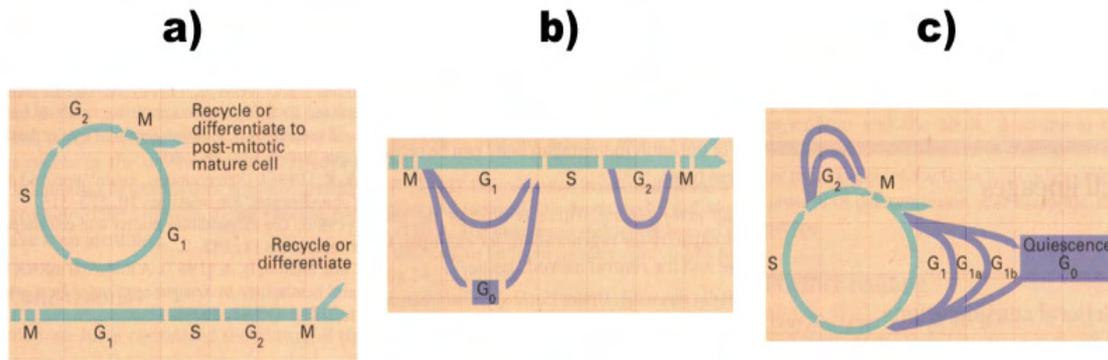
Portanto, a velocidade da proliferação no corpo de um mamífero adulto, depende na maioria das vezes do tempo em que as células gastam entre a mitose e o ponto  $G_1$ , sendo as que se dividem lentamente, permanecendo em  $G_0$  por semanas ou anos; ao contrário daquelas em que o tempo para ir do início da fase S até a mitose é comumente rápido e notadamente constante, independentemente do intervalo de uma próxima divisão (ALBERTS *et al*, 2004).

Existe uma relação entre o tempo de vida da célula em cada tecido, a necessidade de renovação celular e os eventos da interfase ( $G_1$ , S e  $G_2$ ). Alguns tecidos do corpo de um mamífero adulto apresentam-se com seu estado de renovação estável, existindo um nível apreciável de perda celular, contrabalançado por um nível estável de substituição celular.

Em tecidos onde há renovação constante das células (célula lábil), não há interrupção nas etapas do ciclo. São exemplos as células epiteliais de revestimento do intestino, que se dividem mais de duas vezes ao dia para renovar o epitélio intestinal continuamente; algumas glândulas epiteliais (glândulas holócrinas onde toda a célula desintegra para lançar seu produto de secreção); a medula óssea e a linha germinativa masculina nos testículos, caracterizando um período  $G_1$  curto (Figura 7a).

A maioria das células pode se dividir se houver necessidade, mas não o fazem com frequência, uma vez que pertencem a tecidos que pouco se renovam ou não substituem suas células com frequência, mas têm capacidade considerável para proliferação regenerativa, em caso de lesão. São exemplos o fígado, os rins e as fibras musculares, ficando assim, o ciclo celular interrompido em  $G_1$ , em um ponto específico chamado  $G_0$  até que haja a necessidade da continuidade do mesmo para concretizar a substituição celular (Figura 7 b).

No corpo humano, há tecidos em que as células, em geral, não se dividem, sendo essencialmente insubstituíveis (Figura 7c) como é o caso dos neurônios, células do músculo esquelético e a linha germinativa feminina. O ciclo celular permanece no ponto  $G_0$  (WYLLIE *et al*. 1992).



Fonte: Potten, 1992:44.

**Figura 7 – Representação esquemática das possibilidades de evolução do ciclo celular, em tipos celulares diversos.**

Após os dois pontos de *check point* concluídos, em nível molecular, a fase M (mitótica) é iniciada pelas fosforilações de proteínas que são responsáveis pelas várias alterações morfológicas que seguem na mitose como indica ALBERTS *et al* (2004):

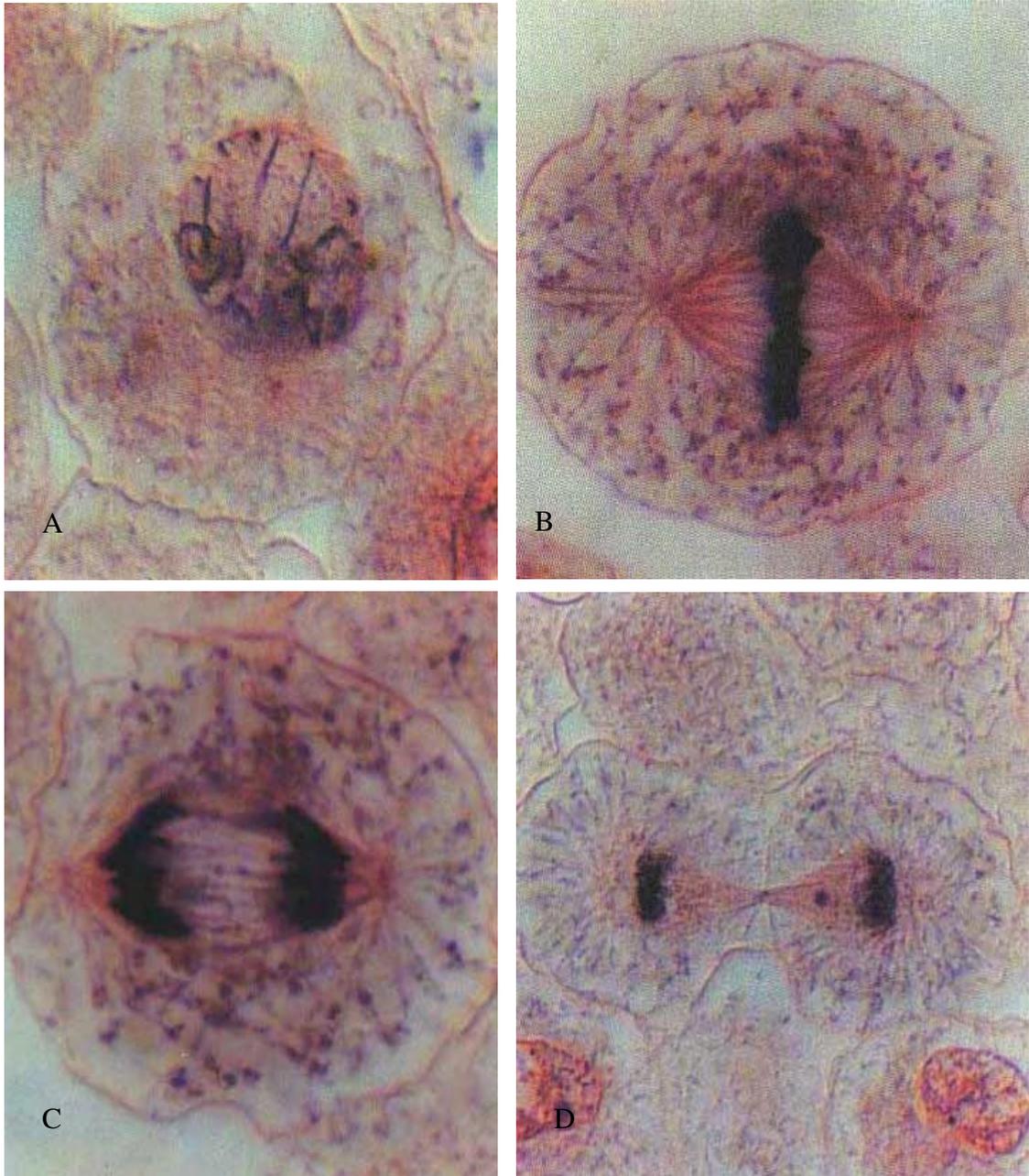
- Os cromossomos são condensados;
- O envelope nuclear é desmantelado;
- O retículo endoplasmático e o complexo de Golgi são fragmentados;
- A célula perde sua adesão a outras células e à matriz extracelular

O citoesqueleto é transformado para exercer os movimentos altamente organizados que irão separar os cromossomos e dividir a célula. Temos, portanto, o processo de divisão celular (fase M do ciclo celular) que consiste de divisão nuclear (mitose) seguida de divisão citoplasmática (citocinese), representados por estágios descritos a seguir, segundo ALBERTS *et al.* (2004):

- PRÓFASE - fase inicial, onde os centríolos duplicados na intérfase migram para os pólos opostos das células; os nucléolos vão se desintegrando; a cromatina, que está difusa na intérfase, inicia o processo de condensação. Cada cromossomo foi duplicado durante a fase S precedente e consiste de duas cromátides-irmãs; cada uma delas contendo uma seqüência de DNA específica conhecida como centrômero, que é necessária para a separação adequada. Começa o rompimento do envoltório nuclear. Os microtúbulos se ligam aos cromossomos, nas regiões cinetocóricas, e os tensionam em direção à região equatorial (Figura 8A).

- **METÁFASE** – Os cromossomos atingem o máximo de condensação; os microtúbulos cinetocóricos eventualmente alinham os cromossomos em um plano a meio caminho dos pólos do fuso. Cada cromossomo é mantido tensionado nesta placa metafásica pelos cinetócoros pareados e seus microtúbulos associados, os quais estão ligados a pólos opostos do fuso. Esta organização ajuda a assegurar que na próxima fase, quando os cromossomos se separarem, cada novo núcleo receberá uma cópia de cada cromossomo (Figura 8B)
- **ANÁFASE** – Inicia-se quando os centrômeros tornam-se funcionalmente duplos. Com a separação dos centrômeros, as cromátides separam-se e iniciam sua migração em direção aos pólos. O centrômero precede o resto da cromátide. Os cromossomos são puxados pelas fibras do fuso e assumem um formato característico em V ou L dependendo da morfologia do cromossomo. A anáfase caracteriza-se pela migração polar dos cromossomos. Os cromossomos movem-se na mesma velocidade cerca de 1 micrômetro por minuto (Figura 8C).
- **TELÓFASE** – Os dois conjuntos de cromossomos-filhos chegam aos pólos, os nucléolos reaparecem e as fibras do fuso desaparecem; um novo envelope nuclear é reconstituído ao redor de cada grupo de cromossomos, formando dois núcleos-filhos, completando a mitose.

Em células animais forma-se uma constrição, ao nível da zona equatorial da célula mãe, que progride e estrangula o citoplasma. Esta constrição é devida à interação molecular de actina e miosina e microtúbulos. Como resultado de uma divisão mitótica teremos duas células-filhas com número de cromossomos iguais ao da célula-mãe (Fig. 8D).



Fonte: <http://html.rincondelvago.com/ciclo-celular.html>

**Figura 8 – Etapas da mitose em célula animal.**

A, Prófase; B, Metáfase; C, Anáfase; D, Telófase.

## **CAPÍTULO III - METODOLOGIA**

A pesquisa desenvolvida neste trabalho foi de natureza qualitativa, uma vez que tal abordagem segundo Gil (1996 *apud* SILVA 2004 p.14) considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento chave, sendo o processo e seu significado o foco principal de abordagem. Envolve o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados: questionários e observação sistemática.

Por se tratar de um processo construtivo, a interação entre os estudantes distribuídos em grupos e dos mesmos com o professor é bastante relevante em tal processo. Um aspecto importante da interação é esta ocorrer de forma cooperativa, na qual cada membro do grupo tem responsabilidade em seu aprendizado e no aprendizado do colega, tornando-se assim um elo indispensável na formação do conceito em estudo pelo grupo. Diante da visão de uma aprendizagem cooperativa, optamos por utilizar o método cooperativo de Jigsaw I, como forma facilitadora na construção do conceito de ciclo celular. De acordo com Johnson & Johnson (1999) que é somente em um contexto cooperativo que a diversidade é construtiva e para Cohen (1994, *apud* BARBOSA e JÓFILI, 2004), a essência desses métodos envolve o trabalho de estudantes, em pequenos grupos, para que todos tenham oportunidade de participar da tarefa coletiva designada.

A presente pesquisa foi realizada em uma escola da rede pública estadual. Por considerarmos de grande importância diagnosticar as dificuldades de aprendizagem referentes ao conceito de ciclo celular para subsidiar a elaboração da seqüência didática, foi aplicada no primeiro momento uma atividade individual para a coleta das concepções alternativas dos estudantes, com duração de três (3) horas. A aplicação da seqüência didática teve cinco momentos, de três (3) horas cada, todos com a turma dividida em grupos, uma vez que acreditamos ser relevante a interação entre eles de forma organizada, monitorada e cooperativa, para facilitar a construção dos conceitos.

O projeto teve como público inicial, vinte e sete (27) estudantes de uma turma de 1º ano do Ensino Médio, com faixa etária de 19 a 60 anos, porém, só vinte (20) estudantes participaram de todos os momentos.

## Categorias de Análise

- Avaliação Diagnóstica das Dificuldades de Aprendizagem Referentes ao Ciclo Celular - As categorias utilizadas para análise da avaliação diagnóstica, foram criadas a partir dos dados obtidos nas respostas dos alunos ao questionário aplicado. Na primeira questão: Identificar o crescimento macroscópico com as etapas da vida do ser humano. Na segunda questão: Relacionar o ciclo de vida do organismo humano com o ciclo de vida da célula. Na terceira questão: Compreender o processo do nascimento até a morte da célula e na quarta questão: Compreender a divisão celular como uma etapa do ciclo celular.
- Modelos Esquemáticos do Ciclo Celular – A partir desses modelos que funcionaram como pré e pós-testes, com o objetivo de construir modelos esquemáticos utilizando figuras, definições e eventos relacionados ao ciclo celular, foram criadas as seguintes categorias: Representar o ciclo celular com circularidade, apresentar seqüencialidade no ciclo celular e estabelecer relações das figuras com as definições e os eventos do ciclo celular. Requisitos necessários à compreensão do conceito.

### **3.1. DESENVOLVIMENTO DAS ETAPAS DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA**

Cada etapa da intervenção pedagógica foi analisada antes de prosseguir com a etapa seguinte, a seqüência didática não foi estanque.

#### **3.1.1 Avaliação Diagnóstica das Dificuldades de Aprendizagem Referentes ao Ciclo Celular.**

Foi utilizado um vídeo intitulado “Maravilhas do Corpo Humano” (BBC, 1998), montado a partir da introdução dos 3 volumes da referida coleção, que teve duração de três (3) minutos, com a finalidade de contextualizar o crescimento macroscópico do corpo humano relacionando-o com os eventos microscópicos responsáveis por tal crescimento. Após assistirem ao vídeo, os estudantes responderam a um questionário individualmente (apêndice A), que tinha como objetivo identificar as dificuldades de aprendizagem referentes à construção do conceito de ciclo celular através da coleta das concepções alternativas deles.

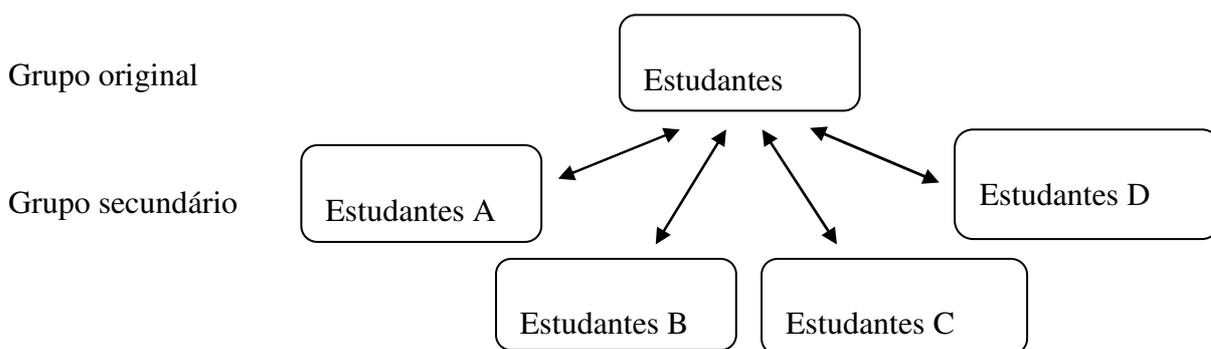
#### **3.1.2 Seqüência Didática**

Após uma análise das dificuldades mais presentes à construção do conceito de ciclo celular, foi elaborada uma seqüência didática, na qual, em todos os momentos, os estudantes foram distribuídos em quatro (4) grupos de cinco (5) pessoas cada, com o propósito de minimizar

tais dificuldades e proporcionar a construção do conceito em questão, conforme descrevemos a seguir:

### 3.1.2.1 Aplicação do Método de Jigsaw I

Utilizamos o método de Jigsaw I (figura 1), que é um método cooperativo, privilegiando o trabalho em grupo no sistema de cooperação, onde o empenho e dedicação de cada membro do grupo são fundamentais para o sucesso do todo. Tal método propõe o envolvimento dos estudantes em pequenos grupos de estudo. O material acadêmico é dividido em pequenas partes e cada membro do grupo é designado a estudar apenas uma parte. Os estudantes de grupos originais diferentes, mas que foram designados a estudar a mesma parte, estudam e discutem seus materiais juntos, formando grupos secundários. Depois da discussão, cada estudante retorna ao seu grupo de origem e ensina sua parte para os outros membros. Assim, no final, todos devem aprender todo o conteúdo. O método original propunha que ao retornarem aos grupos originais, os estudantes produzissem materiais relatando a síntese do grupo. Nesse momento final, foram distribuídas aos grupos figuras e nomenclaturas relacionadas às etapas que formam o ciclo celular, de forma aleatória em uma folha (apêndice B), para que eles junto às partes do conteúdo já estudadas, recortassem, montassem e colassem de forma a concluir os seus estudos, construindo um modelo esquemático.



Fonte: Barbosa e Jófili, 2004.

Figura 9 - Diagrama do Método de Jigsaw I

### 3.1.2.2 Sistematização do Conteúdo do Ciclo Celular.

### **Utilização de transparências**

Na sistematização do conteúdo utilizamos transparências (Vide anexos A, B, C, D e E), representando o ciclo celular como um todo e de cada etapa do mesmo, para que eles tivessem contato com o conteúdo através de imagens associadas ao texto escrito.

### **Aplicação de situações-problema**

A discussão e posterior aplicação de situações-problema (apêndice C) visaram facilitar a compreensão de que as células apresentam tempos de vida distintos durante o período de vida do organismo.

### **Apresentação e interação com arquivo multimídia**

Após utilizarmos as transparências e as situações-problema, sentimos necessidade de trabalhar com o ciclo celular em movimento. Com esta finalidade utilizamos um arquivo de multimídia para promover a interação dos estudantes com o conteúdo de forma virtual, buscando minimizar as dificuldades apresentadas nas fases anteriores, não evidenciada nos livros, esquemas e transparências. Desta forma, buscamos aproximá-los o máximo possível dos eventos microscópicos sem deixar, no entanto, de relacionar com os eventos do mundo macro.

#### **3.1.2.3 Reaplicação do Modelo Esquemático do Ciclo Celular**

Na última etapa da seqüência didática, distribuimos novamente entre os grupos as figuras e os termos constituintes do ciclo celular de forma aleatória (apêndice B), para procederem da seguinte forma: teriam que recortar montar e colar, de modo a formarem o conceito de ciclo celular, constituindo um modelo esquemático, o qual já teriam feito no momento inicial da intervenção, com a finalidade de validarmos ou não, nossa seqüência didática.

## Etapas da metodologia

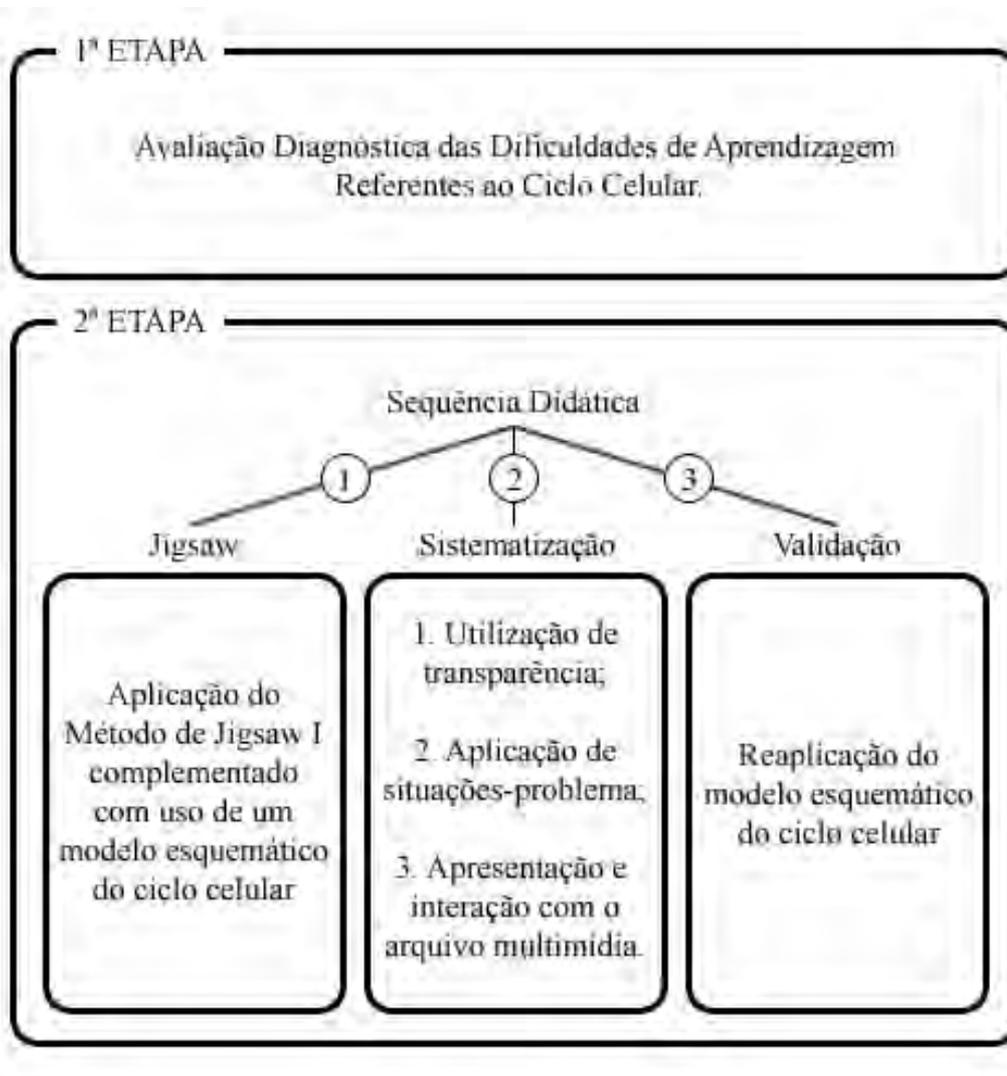
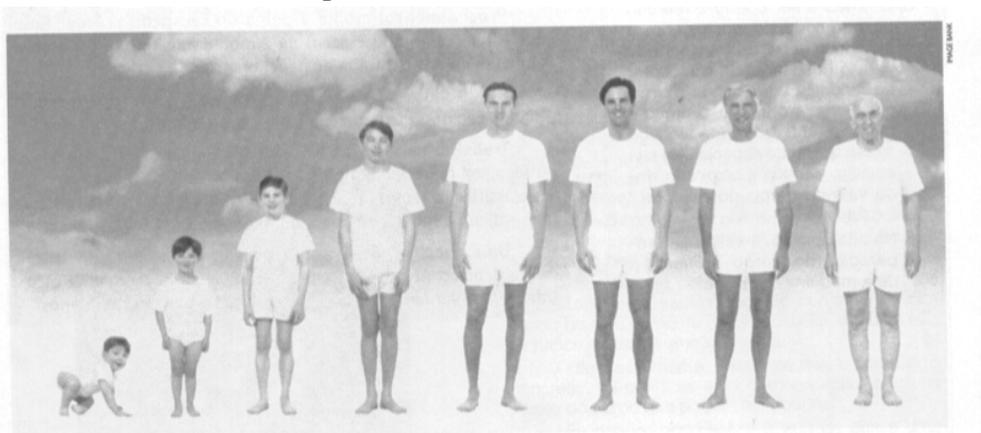


Figura 10 – Representação esquemática da metodologia

## CAPÍTULO IV - RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA DAS DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM REFERENTES AO CICLO CELULAR.

O objetivo da primeira questão era a identificação do crescimento macroscópico do ser humano em suas diferentes etapas.



Fonte: Cruz, 2004.

Dez estudantes conseguiram identificar as etapas de crescimento do ser humano (como pode ser visualizado no Quadro 7).

Categorias	N	%
Identifica(m) o crescimento macroscópico com as etapas da vida do ser humano	10	37
Não Identifica(m) o crescimento macroscópico com as etapas da vida do ser humano	17	63
TOTAL	27	100

**Quadro 7 - Síntese das respostas da 1ª questão – O que você identifica na figura acima? Como você identifica o que vê?**

Exemplos de respostas dadas por estudantes que conseguiram identificar o crescimento macroscópico:

A existência do ser humano que vai do nascimento até a velhice (Estudante 2).  
*O ciclo da vida, do nascimento ao envelhecimento, é a natureza fazendo seu papel.* (Estudante 14).  
*Nasce um bebê, depois uma criança, depois pré-adolescente, rapaz, homens já feitos, depois bem mais velhos.* (Estudante 21).

Outros 17 estudantes, no entanto, apresentaram dificuldade nessa compreensão, utilizando diversos termos como sinônimos de crescimento. Exemplos:

DESENVOLVIMENTO - O desenvolvimento do corpo humano. Começa o desenvolvimento desde criança até adulto (Estudante 10).

EVOLUÇÃO - A evolução. À medida que o ser humano cresce vai sofrendo mudanças no corpo (Estudante 13).

PASSAGEM – É a maravilhosa passagem que o nosso corpo humano dá. Temos aí a fase de criança, de bebê, de adolescência, a fase adulta, e a velhice (Estudante 11).

MUDANÇA – Nós passamos por uma mudança na nossa vida. A célula morre quando nós morremos (Estudante 4).

TRANSFORMAÇÃO – É uma transformação que temos de passar de criança para adolescente e a fase de adulto (Estudante 22).

Caracteriza-se, portanto, a generalização com que os estudantes respondem às questões de forma imediata, ou seja, definem com respostas gerais questões que julgam não terem dúvidas. Este tipo de resposta caracteriza o que Bachelard classifica como conhecimento geral:

O conhecimento geral é quase fatalmente conhecimento vago. Fornece respostas demasiado vagas, fixas, seguras e gerais a qualquer questionamento. Dá confirmações fáceis a hipóteses imediatas (p.90). [...] a generalidade imobiliza o pensamento, as variáveis referentes ao aspecto geral ofuscam as variáveis essenciais (Bachelard 1996, p. 72).

A compreensão dos fenômenos inseridos na questão 2 (você vê relação entre o ciclo da vida e o ciclo celular?) diz respeito ao fato de as células apresentarem tempos de vida distintos durante o período de vida do organismo. Como podemos observar, apenas dois (2) estudantes demonstraram tal compreensão estabelecendo relação ao explicitarem tempos diferentes para cada ciclo:

Categorias	N	%
Relaciona(m) o ciclo de vida do organismo humano com o ciclo de vida da célula.	2	7,4
Não consegue(m) relacionar o ciclo de vida do organismo humano com o ciclo de vida da célula	18	66,7
Relaciona(m) parcialmente o ciclo de vida do organismo humano com o ciclo de vida da célula	7	25,9
TOTAL	27	100

**Quadro 8 – Síntese das respostas da 2ª questão – Você vê relação entre o ciclo da vida e o ciclo celular?**

Exemplos de respostas de alunos que estabelecem relação entre o ciclo de vida do homem e da célula:

*Sim. O ciclo da vida vai do nascimento até a morte e o ciclo celular também tem o mesmo processo, mas não morre quando o ser humano morre (Estudante 2).*

*É que o ciclo da vida, quer dizer que nós seres humanos não agüentamos viver mais de 100 anos porque a célula vai se acabando e o corpo não agüenta e vai envelhecendo até chegar à morte (Estudante 12).*

A maioria não conseguiu estabelecer essa relação, uma vez que não relacionaram os ciclos coerentemente. São exemplos:

*Sim. Pois nós necessitamos da célula pra viver (Estudante 4).*

*Sim. Porque as células têm uma grande participação, para existência de nossas vidas (Estudante 9).*

*Sim. Porque elas se reproduzem para ser resistente do corpo (Estudante 17).*

*O ciclo da vida todas as pessoas passam pelo ciclo da vida. Eu estou relacionando pelo ciclo celular etc. (Estudante 22).*

Deve-se que sete (7) estudantes destacaram ser o tempo de vida da célula igual ao período de vida pós-natal do organismo. Exemplos:

*Sim. A nossa vida, pois temos célula viva e quando morremos ela morre (Estudante 5).*

*Sim. De acordo com ciclo da vida o ciclo celular vai crescendo igualmente (Estudante 15).*

Conforme o apresentado no quadro 8, acreditamos que a dificuldade encontrada demonstra a presença de lacunas conceituais dificultando o entendimento do processo macroscópico em função do processo microscópico, como destaca Gagliardi (1988 *apud* BASTOS, 1992 p.66) quando diz que “os alunos têm a idéia da existência das células, mas não pensam que seu organismo seja na realidade formado de células, continuam vendo-o somente como uma entidade macroscópica”.

Categorias	N	%
Compreende(m) o processo do nascimento até a morte da célula	0	0
Não compreende(m) o processo do nascimento até a morte da célula	27	100

**Quadro 9 – Síntese das respostas da 3ª questão - Como você explicaria o processo do nascimento até a morte da célula?**

Todo o processo de vida da célula se evidencia na questão apontada no quadro 9, como algo incompreensível para os estudantes, porém, enfocando três aspectos: o primeiro em que 12 estudantes reforçam a idéia do tempo de vida da célula ser igual ao período de vida do organismo. Como exemplos, temos:

*Que nós passamos por mudanças no nosso corpo até que ficamos muito velho e morremos quando a célula morre (Estudante 4).*

*A partir do momento que nasce uma criança nascem também as células. Quando ela morre as células também morrem (Estudante 6).*

*É que a célula só vive enquanto o ser humano está vivo (Estudante 15).*

No segundo, quatorze estudantes, sequer, fazem relação com a pergunta, como pode ser visto à seguir:

*Pois se nós não morremos o mundo não teria lugar para todos nós (Estudante 5).*

*Nascemos de um embrião. Passamos nove meses dentro da barriga de nossa mãe até que saímos do ventre para a evolução (Estudantes 13).*

*De acordo com a idade nós evoluímos e envelhecemos (Estudante 20).*

*De acordo com a idade da célula (Estudante 25).*

*O processo que começa com uma única célula e forma uma perfeita máquina viva (Estudante 26).*

E, no terceiro, um estudante que apesar de vincular o nascimento da célula ao nascimento do corpo, consegue compreender que a morte dos dois ocorre em períodos distintos:

*O processo do nascimento da célula vem do nascimento do ser humano, quando a célula morre nem sempre o ser humano morre, o órgão fica inutilizado (Estudante 2).*

Nesse quadro 9, torna-se clara a dificuldade de aprendizagem diante de conteúdos microscópicos, por serem abstratos e de difícil visualização. É por este motivo que os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) sugerem:

Os objetivos do Ensino Médio em cada área do conhecimento devem envolver, de forma combinada, o desenvolvimento de conhecimentos práticos, contextualizados, que respondam às necessidades da vida contemporânea, e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos e abstratos, que correspondam a uma cultura geral e uma visão de mundo (BRASIL, 1999, p. 207).

Tal idéia de contextualização é reforçada por Bastos (1992), ao afirmar que uma idéia significativa de célula exige que o estudante compreenda os processos celulares e consiga estabelecer relações entre esses processos e as propriedades observáveis do ser vivo.

Categorias	N	%
Compreende(m) a divisão celular como uma etapa do ciclo celular	0	0
Não compreende(m) a divisão celular como uma etapa do ciclo celular	23	85,2
Não respondeu (ram)	4	14,8
TOTAL	27	100

**Quadro 10 – Síntese das respostas da 4ª questão - Qual a relação existente entre o ciclo celular e a divisão celular?**

Podemos observar no quadro 10 que, quanto mais se vai adentrando no mundo microscópico, menos respostas positivas surgem dos estudantes, reforçando o fato do conhecimento desse processo ser praticamente ausente em seu percurso escolar, uma vez que seria necessária a compreensão de que os eventos que ocorrem durante a interfase, são fundamentais para a mitose que é uma etapa do ciclo celular.

Aspectos bem relevantes são as respostas colocadas com termos bem diversos do que seria o esperado. De forma convicta:

*É que o ciclo celular é permanente e aí que começa a divisão celular entre a fase criança, a fase adulta e a fase da velhice (Estudante 11).*

De forma geral e vaga na resposta:

*O ciclo celular fica num só lugar e a outra se divide (Estudante 24).*

Onze estudantes não fazem, sequer, relação com a pergunta, como exemplo, as respostas:

*Pois temos milhares de células e nem todas são iguais (Aluno 5).  
A relação é uma só, só muda ao longo do tempo (Aluno 7).*

Doze (12) deles nos fazem perceber, que ao tentar responder às questões apresentadas, estabelecem analogias do ciclo celular como “algo” indivisível e pertencente a um todo; e, a divisão celular como “algo” divisível e pertencente a uma parte menor, como as respostas:

*Ciclo celular é a reunião no corpo assim dividida em cada parte do corpo (Estudante 10).*

*Que eu saiba o ciclo celular são as células que existem no nosso corpo espalhado e a divisão celular são as células que são divididas para o nosso corpo (Estudante 12).*

*O ciclo celular é a vida que começa quando se transformam em ser vivo e a divisão celular se divide em várias partes (Estudante 22).*

*O ciclo celular não se divide e a divisão celular pode dividir-se (Estudante 23).*

E, finalmente, quatro (4) estudantes não responderam.

Identificar dificuldades presentes na avaliação diagnóstica subsidiou a elaboração de uma seqüência didática, que proporcionasse a minimização dessas dificuldades.

## ETAPAS DA METODOLOGIA

### 4.2. SEQÜÊNCIA DIDÁTICA

#### 4.2.1 Aplicação do Método de Jigsaw I

Ao utilizarmos tal procedimento, percebemos que a divisão em partes do conteúdo ocasionou obstáculos por possivelmente não ter sido dividido em partes completas, com sentido, ou por não ser adequado ao nível de escolaridade. Nesse momento instalou-se uma inquietação muito grande por parte dos estudantes, que ao lerem sua parte não conseguiram compreender nada, gerando certo tumulto, desequilíbrios ou até mesmo um desespero por quererem compreendê-la, já que com o entendimento dela e o das outras explicações dos demais componentes do grupo, construiriam o conceito por completo, que representariam em forma de esquema.

Reiterando essas considerações, OSTI (2004, p. 56) afirma:

De uma só tacada, eles devem aprender a pensar, falar, ler e escrever numa outra linguagem, que traz consigo uma maneira particular de ver o mundo. Consideremos, além disso, que a ciência se caracteriza por um 'senso incomum' (Cromer, 1993) e por sua 'natureza não-natural' (Wolpert, 1992), e que o território das ciências naturais é, para os alunos, uma terra inteiramente incógnita, estranha, cheia de termos e conceitos que eles não alcançam, marcada por uma maneira de pensar que não lhes é familiar, na qual pouco ou até mesmo nada do que já conhecem pode ajudá-los a aclimatarem-se.

Piaget também afirma que os desequilíbrios, numa perspectiva de equilibração, são uma das fontes de progresso no desenvolvimento dos conhecimentos. São eles que obrigam um sujeito a ultrapassar o seu estado atual e seguir direções novas:

[...] são de facto (sic) estes desequilíbrios o que constitui o motor da investigação, porque, sem eles, o conhecimento manter-se-ia estático. Mas, também nos dois casos, os desequilíbrios desempenham apenas um papel de arranque, porque a sua fecundidade se mede pela possibilidade de ultrapassá-los, por outras palavras, pela possibilidade de livrar-se deles. É evidente, nestas condições, que a fonte real do progresso tem de ser procurada na reequilibração, não no sentido, naturalmente, de um regresso à forma de equilíbrio anterior, forma cuja insuficiência é responsável pelo conflito ao qual esta equilibração provisória levou, mas sim no sentido de um aperfeiçoamento desta forma precedente. No entanto, não teria havido, sem o desequilíbrio, 'reequilibração majorante' (designando desta maneira a reequilibração com o aperfeiçoamento obtido) (PIAGET, 1994, p. 24-25).

Sendo assim, após o desequilíbrio provocado por tal atividade, para a promoção do equilíbrio necessário à construção do conceito em tela, desenvolvemos uma sistematização, como veremos a seguir.

## **Aplicação do modelo esquemático do ciclo celular durante o Jigsaw I**

Entre os pesquisadores que têm como objeto de estudo relacionar a imagem e o processo de ensino e aprendizagem, encontramos referência à imagem como sendo um instrumento pedagógico que o professor usa para prender a atenção do estudante, facilitar a compreensão do texto e despertar o interesse para a aprendizagem (PERALES; JIMÉNEZ, 2002 *apud* BARROS E CARNEIRO, 2005). Entretanto, considera-se também que o processo de leitura e interpretação de imagens é influenciado por variáveis encontradas dentro da própria imagem, assim como variáveis de percepção que o leitor tem da imagem (REID, 1990a, 1990b, *apud* BARROS E CARNEIRO, 2005).

Os livros didáticos de biologia disponíveis no mercado são também, fontes de imagens que os professores, em sua maioria, usam como instrumento pedagógico para trabalhar os fenômenos biológicos. Nesses livros, as imagens que representam as células em seus aspectos estruturais, ou que representam os processos de divisão celular são, em sua maioria, representações esquemáticas.

De acordo com Vezin e Vezin (1988 *apud* BARROS E CARNEIRO, 2005), os esquemas são figurações que destacam os principais aspectos de um conhecimento para os quais se querem chamar a atenção durante o processo de ensino e aprendizagem e colocam em evidência uma seleção de informações que o autor da imagem quer destacar por serem os aspectos mais importantes do conhecimento que se quer construir. O esquema, portanto, favorece a síntese das informações e permite o estabelecimento de relações entre as mais importantes para o estudo de um determinado tema.

Para Joly (2003, p.39 *apud* BARROS E CARNEIRO, 2005), a imagem: “[...] parece, porque ela não é a própria coisa: sua função é, portanto, evocar, querer dizer outra coisa que não ela própria, utilizando o processo da semelhança”. Se a imagem gera um interpretante, podemos então dizer que ela representa um objeto dinâmico (que se dá a conhecer), mesmo na ausência do objeto. Ainda de acordo com Joly (2003, *apud* BARROS E CARNEIRO, 2005) as fotografias (e fotomicrografias) são imagens registradas e, se aproximam mais da realidade que se deseja ilustrar. São produtos do conhecimento científico, assemelhando-se aos objetos que representam, estimulam e permitem estabelecer na mente de quem as interpreta relações com os seus objetos. Vale considerar, ainda, que a própria metodologia utilizada para obtenção dos espécimes biológicos, seu processamento e registro fotográfico capturam apenas

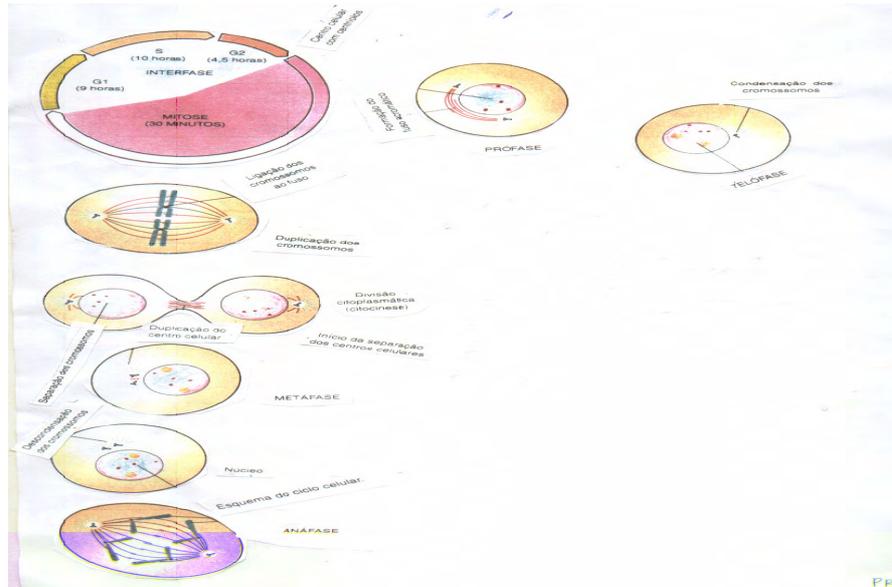
um dado momento e um dado aspecto morfológico da amostra. Desta feita, em termos de aplicação didático-pedagógica, trata-se de uma “aproximação” da realidade mais adequada do que esquemas ou textos simplesmente escritos. Não podemos deixar de considerar, entretanto, as limitações desta abordagem, especialmente quanto a visão abstrata, tridimensional e dinâmica que se deseja implementar.

Categorias	Grupos
Representou o ciclo celular de forma linear e inadequadamente seqüenciado	01
Representou o ciclo celular de forma parcialmente circular e inadequadamente seqüenciado	02
Representou o ciclo celular de forma totalmente circular e inadequadamente seqüenciado	03 - 04
Representou o ciclo celular de forma circular e adequadamente seqüenciado	-
Representou o ciclo celular, de forma circular, adequadamente seqüenciado e estabeleceu relação da figura/conceito/informações dos eventos.	-

**Quadro 11 – Localização dos mapas nas categorias no pré-teste**

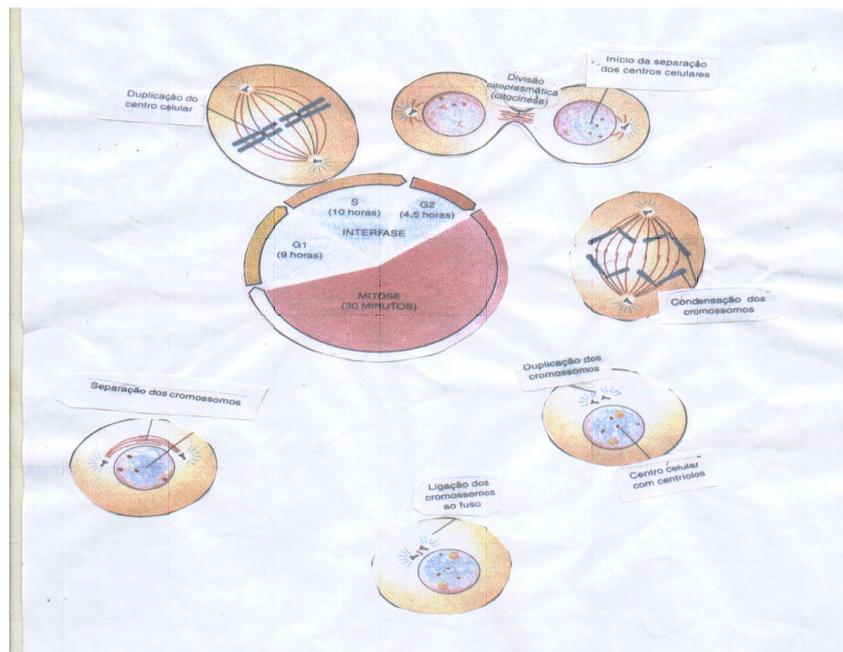
Ao aplicarmos os esquemas iniciais, tínhamos o objetivo de analisar como o estudante conseguiria representar o conteúdo do ciclo celular utilizando figuras e definições referentes às figuras e às informações dos eventos, distribuídos de forma aleatória em uma folha de papel (apêndice B), associando-as às informações contidas no texto escrito. Era necessário que eles organizassem o ciclo celular de forma circular como também, seqüenciado adequadamente, ou seja, que os eventos do mesmo obedecessem a uma seqüência necessária e obrigatória, na qual, o evento de uma fase é pré-requisito para a posterior e, assim, sucessivamente, até que se complete o ciclo celular, na seguinte ordem: intérfase (G1, S e G2), prófase, metáfase, anáfase e telófase.

Como podemos observar no quadro 11, o grupo 1 apresentou uma linearidade: nem foi circular, nem adequadamente seqüenciada e tampouco estabeleceu relação entre as figuras com as definições e eventos referentes às mesmas (Figura 11). No que diz respeito à formação do conceito, segundo Vygotsky (1999), eles estão inseridos na fase de complexos, pois não encontramos uma organização seqüencial. Nesse grupo especificamente, o complexo em cadeia se torna evidente, uma vez que não há a preocupação em conectar os elos. O complexo difuso também se faz presente, pois as poucas conexões observadas são difusas e indeterminadas, embora a capacidade de abstrair deva ocorrer a partir da adolescência.



**Figura 11 – Esquema conceitual do grupo 1 - pré-teste**

O grupo 2 apresentou uma circularidade parcial (Figura 12), pois deixou espaços grandes entre as fases além de não fechá-lo e não conseguiu seqüenciar adequadamente, nem estabelecer relação das figuras com as definições e com os eventos. Para Vygotsky, eles continuam inseridos no pensamento por complexos e enquadrados no complexo por coleções, pois combinam objetos diferentes, mas complementares entre si, dando idéia de coleção. Considerando também, que não conseguiram estabelecer seqüências, os enquadramos no complexo por cadeia.



**Figura 12 – Esquema conceitual do grupo 2 - pré-teste.**

Os grupos 3 e 4 (Figura 13) conseguiram representar o ciclo celular de forma circular porém, não conseguiram representá-lo no que concerne à seqüência e conexão entre as figuras com suas definições e os eventos referentes a elas. A exemplo dos grupos anteriores os classificamos, também conforme Vygotsky, no pensamento por complexos ao nos referirmos à formação de conceitos, pois há evidências de uma conexão em cadeia, porém sem articulação entre os elos da mesma.

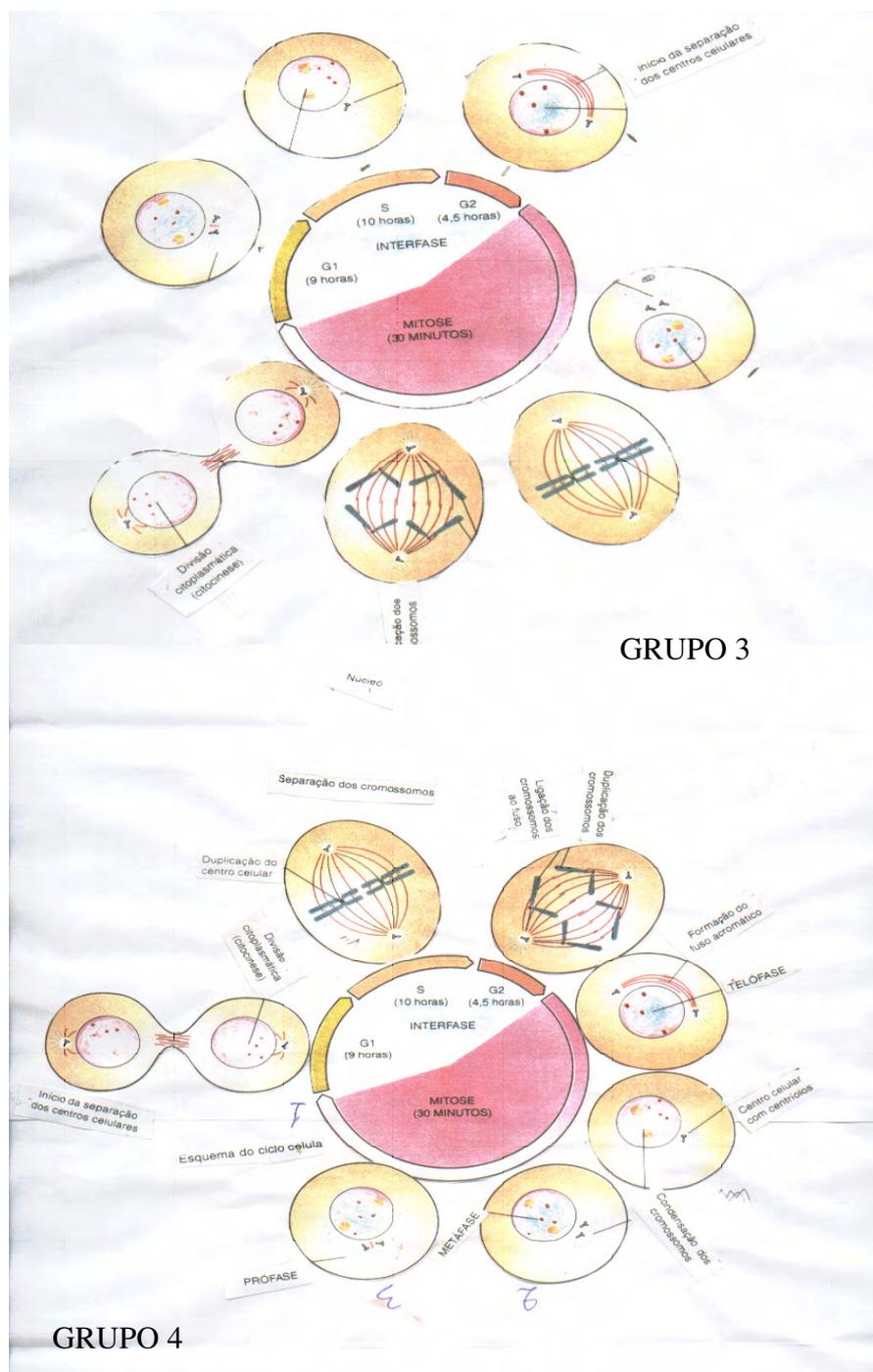


Figura 13 – Esquema conceitual dos grupos 3 e 4 - pré-teste

## 4.2.2 Sistematização do conteúdo do ciclo celular

### Utilização de transparências

A utilização de transparências do ciclo celular completo e partes dele (anexo A - E) permitiu evoluir o contato dos estudantes com imagens relacionadas ao conteúdo. Tal ferramenta teve como objetivo melhorar sua integração visual ao mundo microscópico. No momento em que visualizavam as transparências apresentadas, surgiram colocações que reforçavam a idéia de que as células tinham tempo de vida igual ao tempo de vida do organismo, fato que nos levou a pensar a forma que encontraríamos para tentar minimizar esta dificuldade, optando então, pela aplicação de situações-problema.

### Aplicação de situações-problema

Desde a avaliação diagnóstica das dificuldades de aprendizagem referentes ao ciclo celular (item 1), observou-se a necessidade da aplicação de situações-problema. Os estudantes demonstraram a percepção de que o tempo de vida do organismo era o mesmo tempo de vida das células, sem reconhecer que tinham tempos de vida distintos, variando ao longo da vida do organismo, na dependência das características e funções do tecido do qual são constituintes. Após a aplicação e extensivo debate de tais problemas, essa distinção ficou mais clara, como evidencia o quadro 12:

Situações-Problema	Tecido de renovação constante	Tecido que se renova eventualmente	Tecido que não se renova
1 - Carlos sofreu um acidente de carro quando viajava para passar férias em sua casa de praia. No acidente levou uma forte pancada na cabeça e ficou cego permanentemente. Como você explica esse evento do ponto de vista celular?			Grupos 1, 2, 3, 4.
2 - Patrícia ficou internada em um hospital após ser infectada com hepatite. O que acontecerá com o fígado dela do ponto de vista celular?		Grupos 1, 2, 3, 4	
3 - Mário teve parte do seu braço queimado após soltar uma bomba na época do São João. Porém, o médico ao socorrê-lo, falou que não se preocupasse, pois dentro de alguns dias a sua pele voltaria ao normal. Do ponto de vista celular como isso poderia acontecer? (*)	Grupos 1, 2, 3, 4.		

**Quadro 12 - Síntese das Respostas das Situações-problema.**

(\*) Pele: ressaltar que surgiu a dúvida acerca da intensidade da queimadura, pois a experiência desses estudantes se refere a processos mais extensos e de maior gravidade, onde a derme (tecido conjuntivo da pele) foi atingida. Nesses casos, a reparação do tecido se faz via cicatrização, onde um novo tecido rico em fibras colágenas é formado a partir de uma seqüência de etapas (inflamação, fibroplasia e remodelação) (SCHULTZ et al., 2005). Assim, como o objetivo desta situação-problema era enfatizar a renovação celular da epiderme (tecido epitelial de revestimento estratificado plano), um outro contexto poderia ter sido utilizado, como a questão das queimaduras leve-moderadas por exposição solar. Tal vivência nos faz perceber que em algumas situações, obstaculizamos o processo de construção de determinado conteúdo, através das ferramentas metodológicas que escolhemos para nos auxiliar.

Apesar da utilização das transparências e aplicação das situações-problema terem suas contribuições no processo de construção do conceito de ciclo celular, continuávamos a apresentar a célula de forma estática. Decidimos, portanto, pesquisar que ferramenta utilizaríamos para levá-los a compreender a movimentação da mesma, bem como a dinâmica do processo contínuo do ciclo celular. Foi então, que encontramos um arquivo de multimídia contendo o mecanismo do ciclo celular em movimento, com possibilidades de manuseio.

### **Apresentação com interação do arquivo de multimídia**

Após a aplicação das situações-problema, nessa etapa da intervenção foi utilizado um arquivo de multimídia, no qual o estudante poderia manipular o *mouse* adiantando ou retrocedendo o processo do ciclo celular. Tal interação tornou-se bastante relevante na construção do referido conceito, pois percebemos a evolução da compreensão através dos questionamentos e colocações feitas pelos grupos. Ao interagir com o programa eles viam as etapas pouco a pouco surgirem de forma contínua e seqüenciada, e o processo como um todo fazendo mais sentido para eles, como enfatiza Araújo (2004 p.137-138, apud CARVALHO, 2004):

A educação se modifica, e temos que nos valer daquilo que a sociedade nos fornece: um arsenal de novas tecnologias. O uso do computador, principalmente com acesso à Internet, proporciona uma troca de informações de maneira dinâmica, interativa, de mão dupla.

Além da interação, esse recurso tecnológico proporcionou aos estudantes, a percepção do movimento da célula não visualizado em nenhuma das outras ferramentas disponibilizadas anteriormente, que só enfatizam a célula na forma plana estática os distanciando da realidade microscópica.

### 4.3. REAPLICAÇÃO DO MODELO ESQUEMÁTICO DO CICLO CELULAR

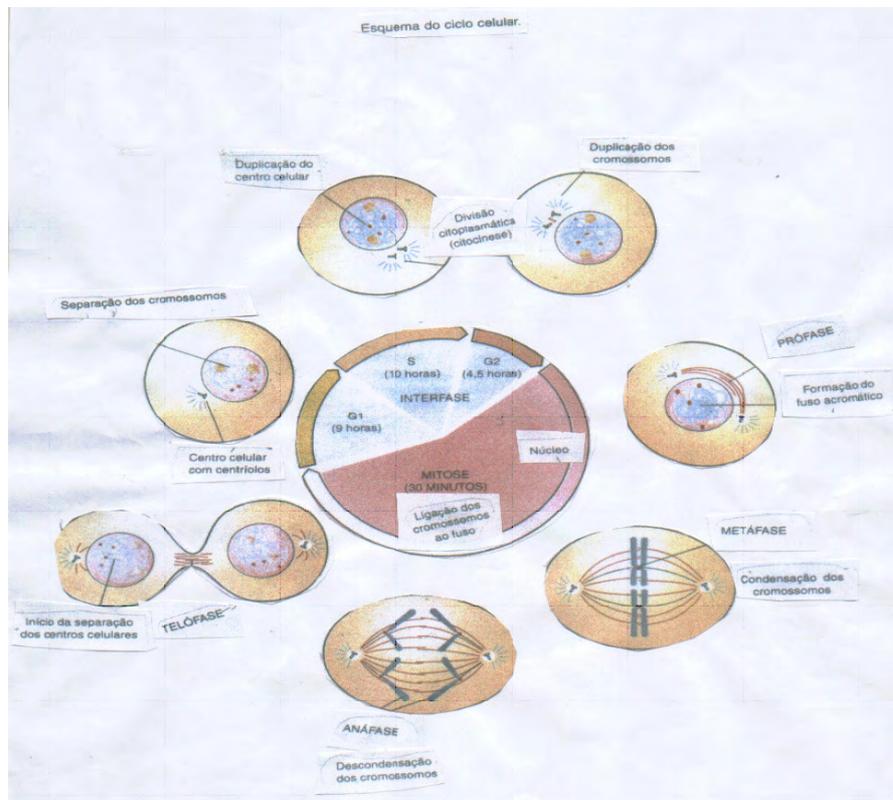
Categorias	Grupos
Representou o ciclo celular de forma linear e inadequadamente seqüenciado	-
Representou o ciclo celular de forma parcialmente circular e inadequadamente seqüenciado	-
Representou o ciclo celular de forma circular e inadequadamente seqüenciado	02-03-04
Representou o ciclo celular de forma circular e adequadamente seqüenciado	01
Representou o ciclo celular de forma circular, adequadamente seqüenciado e estabeleceu relação entre figura/definição /informações dos eventos.	-

**Quadro 13 – Localização dos mapas nas categorias no pós-teste**

No quadro acima observamos que os grupos conseguiram representar o ciclo celular de forma circular, porém no que diz respeito à seqüência obrigatória, apenas o grupo 1 teve completa compreensão.

O grupo 1 conseguiu representar o ciclo celular de forma circular e completamente seqüencial, uma vez que teve a percepção da seqüencialidade inclusive das etapas da intérfase de forma correta, como demonstra a figura 14.

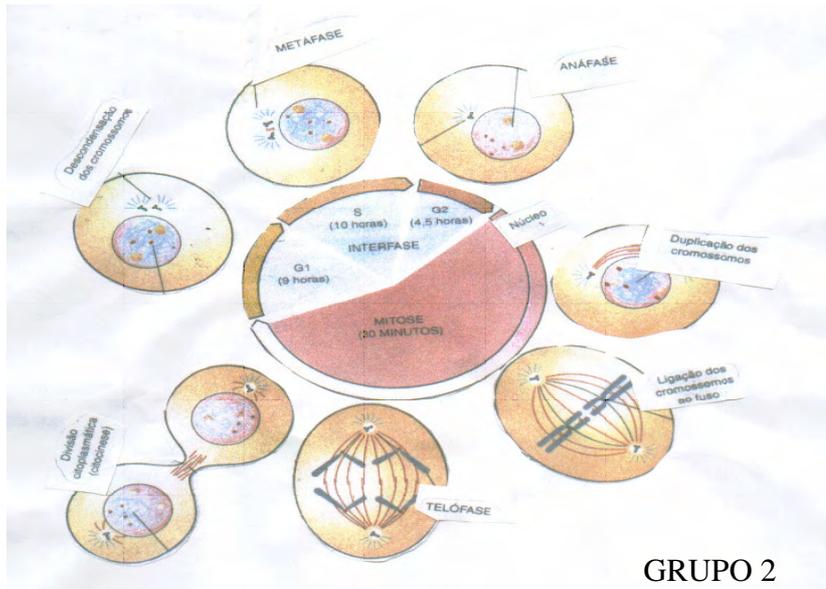
Sendo a formação de conceitos, segundo Vygotsky, o resultado de uma atividade complexa, requer do indivíduo, dentre outras funções básicas, a capacidade de comparar e diferenciar, abstrair e apresentar memória lógica. Observamos, entretanto, que esse grupo, apesar de seqüenciar corretamente o ciclo celular, não conseguiu internalizar o essencial do conceito em referência, que é a capacidade de abstrair, pois não conseguiu relacionar as figuras aos eventos e às definições referentes ao mesmo. Por este motivo, não foi possível classificá-lo no pensamento por conceito, situando-o ainda, no pseudoconceito que funciona como uma ponte entre o pensamento por complexos e o pensamento por conceitos.



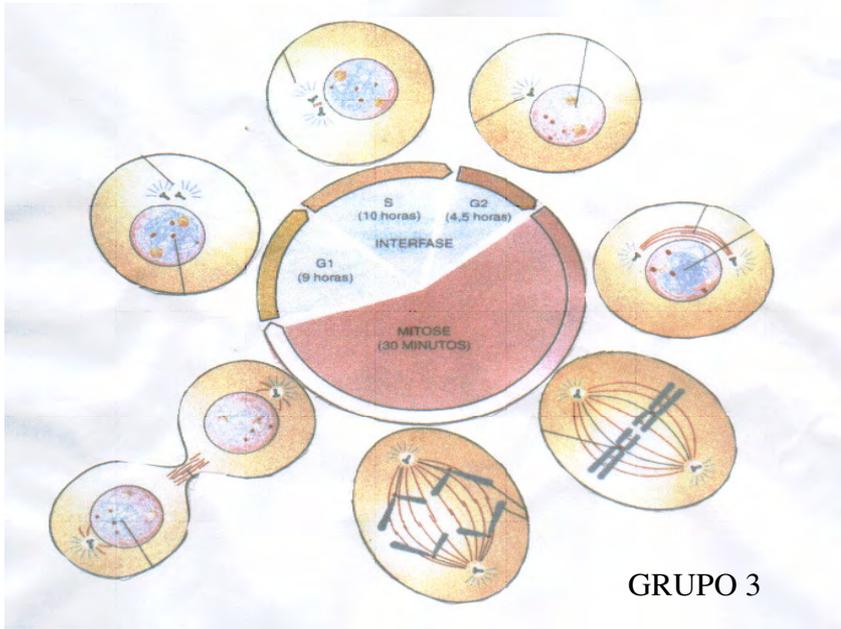
**Figura 14 – Esquema conceitual do grupo 1 - pós-teste**

Os demais grupos só conseguiram seqüenciar corretamente os eventos da segunda etapa do ciclo celular que é a mitose (Figura 15). Os eventos da intérfase continuaram desordenados. Quanto à relação das figuras com as definições e os eventos, não houve compreensão por parte dos quatro grupos.

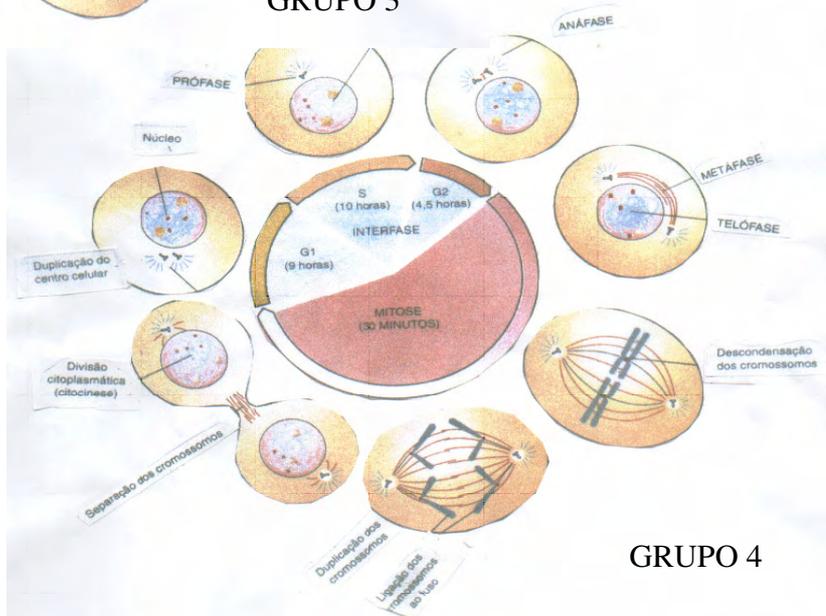
Embora os grupos 2, 3 e 4 tenham seqüenciado corretamente apenas a mitose, os enquadrámos também, na fase dos pseudoconceitos, pois há uma associação de objetos de forma coerente, demonstrando ampliação de seus conhecimentos, advindos da interação com os conceitos científicos seqüencialmente relacionados, apesar de não apresentarem, como no grupo 1, a abstração necessária para que os classificássemos na terceira fase da formação de conceitos (VYGOTSKY, 1999).



GRUPO 2



GRUPO 3



GRUPO 4

Figura 15 – Esquema conceitual dos grupos 2, 3 e 4 - pós-teste

Após a análise detalhada dos modelos esquemáticos do ciclo celular, apresentamos um panorama geral das categorias (Quadro 14) comparando os resultados obtidos no pré e pós-testes. Como podemos observar:

Categorias	Grupos	%	Grupos	%
	Pré-teste		Pós-teste	
1. Representou o ciclo celular de forma linear e inadequadamente seqüenciado	1	25	-	0
2. Representou o ciclo celular de forma parcialmente circular e inadequadamente seqüenciado	2	25	-	0
3. Representou o ciclo celular de forma circular e inadequadamente seqüenciado	3, 4	50	2, 3, 4	75
4. Representou o ciclo celular de forma circular e adequadamente seqüenciado	-	0	1	25
5. Representou o ciclo celular de forma circular, adequadamente seqüenciado e estabeleceu relação da figura/definição /informações dos eventos.				
5.1 Estabeleceram relações entre Figura + Evento	-	0	-	0
5.2 Estabeleceram relações entre Figura + Definição	-	0	1	25
5.3 Estabeleceram relações entre Figura + Evento + Definição	-	0	-	
5.4 Não estabeleceram relações	1, 2, 3, 4	100	2, 3, 4	75

**Quadro 14 – Comparativo das análises dos esquemas conceituais do pré e pós-testes**

O grupo 1 não apresentou no pré-teste, sequer, a idéia de circularidade: no entanto, após toda a intervenção, no pós-teste, foi o grupo que mais se aproximou da construção do conceito em estudo, uma vez que além de representar o modelo esquemático de forma circular, conseguiu seqüenciar de forma completa (etapas da intérfase e etapas da mitose), inclusive estabelecendo relações entre as figuras e suas respectivas definições. No que diz respeito à teoria de formação de conceitos, segundo Vygotsky, ele saiu de um complexo em cadeia sem seqüência, para a fase de pseudoconceito, que para o teórico, é a ponte entre o estágio de complexos e o estágio da formação do conceito, faltando ainda apresentar a abstração necessária para que se construísse de fato o conceito.

O grupo 2 apresentou uma circularidade parcial no pré-teste e também não seqüenciou, nem estabeleceu as relações necessárias entre as figuras, seus respectivos eventos e definições. No pós-teste, conseguiu representar circularmente o ciclo celular, entretanto, sem seqüenciar adequadamente as etapas e, sem estabelecer relação entre as figuras, suas definições e seus eventos. Embora tenha faltado ao grupo a abstração necessária para a formação do conceito em estudo, atribuímos ao mesmo um avanço no que diz respeito à compreensão do processo, pois saiu de um complexo por coleção (une objetos diferentes com alguma conexão e

seqüência) para um estágio próximo ao da construção do conceito (pseudoconceito), pois, conseguiu seqüenciar com propriedade uma das etapas do ciclo celular (mitose).

Os grupos 3 e 4 apresentaram similaridade em seus modelos esquemáticos, conseguindo representar com circularidade o ciclo celular no pré-teste, porém sem seqüenciar, as etapas de forma alguma nem estabelecer as relações entre as figuras, suas definições e eventos. No pós-teste, além de continuarem apresentando a circularidade, seqüenciaram corretamente a etapa da mitose, mas não os eventos da intérfase. Entretanto, não estabeleceram relações entre as figuras, definições e seus eventos. Como esses dois grupos não demonstraram a abstração exigida para que o conceito se formasse, passaram do pensamento por complexos para o pseudoconceito.

## **CAPÍTULO V - CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O objetivo desse trabalho foi propiciar a construção do conceito de ciclo celular por estudantes do Ensino Médio, em especial, do 1º ano, diagnosticando as principais dificuldades, para posteriormente intervir e tentar promover o aprendizado de forma contextualizada e cooperativa. O grande diferencial da nossa pesquisa foi o trabalho em grupo, de forma cooperativa, por acreditarmos que um grupo composto por pessoas comprometidas com o seu aprendizado e o do seu companheiro, respeitando as diferenças, ouvindo e interagindo de forma responsável, pode levar à construção de todos os membros do grupo. A aprendizagem cooperativa propõe diversos métodos para serem aplicados na construção de conceitos, dos quais, escolhemos o método de Jigsaw I, pois ao nosso olhar se enquadra nos requisitos que citamos anteriormente.

Para tanto, a primeira etapa desta intervenção foi a coleta através de um questionário das concepções alternativas dos estudantes. Este diagnóstico é, em nossa concepção, importante para auxiliar na elaboração de uma seqüência didática que efetivamente minimizasse as dificuldades identificadas.

### **5.1. AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA DAS DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM REFERENTES AO CONCEITO DE CICLO CELULAR.**

Esta etapa foi bastante relevante, pois permitiu visualizar um panorama de como o conceito em tela estava presente no cognitivo dos estudantes. O resultado nos mostrou que, quando fizemos inferências ao aspecto macroscópico do indivíduo, eles conseguiram alguma forma relacionar o conceito científico ao seu cotidiano; entretanto, quando enfocamos o aspecto microscópico os estudantes não arriscaram, na maioria das vezes, responder. Sendo assim, se reforça a questão da não abstração. Segundo Vygotsky, considerando a faixa etária, estes estudantes estariam nessa fase, o que nos leva a vários questionamentos como: seria o grande volume de conteúdos jogados de forma aleatória e de pouca significação? A metodologia descontextualizada? Lacunas conceituais presentes nos estudantes e nos professores? Interação professor-estudante? Ou todo esse conjunto?

Vale ressaltar, que a formação de uma grande parte dos professores é, ao nosso entender, um fator obstacularizante, pois ele sai da academia com uma visão linear (LOPES et al, 2006), pouco concebendo o indivíduo de forma sistêmica, o que pode influir de forma significativa

nessa não aprendizagem de seus estudantes. Esse fato foi marcante em nosso cotidiano, uma vez que mesmo trabalhando há tantos anos com este conteúdo, de forma não tradicional, não obtínhamos sucesso no final. Este fato nos levou a buscar aprofundar bastante esse conteúdo para podermos desenvolver a metodologia proposta em nossa pesquisa e, conseqüentemente, evoluirmos conceitualmente. Diante desses fatos, apontamos para a real necessidade de uma constante capacitação dos professores, para que os mesmos tenham condições de acompanhar as mudanças efetivas no processo de ensino-aprendizagem, no ensinar para a vida. Faz-se necessária também uma reestruturação das grades curriculares, para uma justa distribuição dos conteúdos por série.

Após a diagnose das dificuldades, planejamos uma seqüência didática que ocorreu com etapas apresentadas a seguir.

## **5.2. SEQÜÊNCIA DIDÁTICA**

### **5.2.1 Aplicação do Método de Jigsaw I**

O método cooperativo de Jigsaw I foi escolhido por ter em sua proposta de aplicação, uma seqüência de ações que favorece um trabalho em grupo diferenciado dos trabalhos onde apenas alguns estudantes se reúnem para desenvolver uma atividade sem qualquer responsabilidade por sua aprendizagem. Porém, constatamos que não foi adequado ao conteúdo do ciclo celular, uma vez que fragmentamos o mesmo, de tal forma, que as partes se tornaram sem sentido, pois cada estudante teria que ficar com uma parte, apresentá-la em seu grupo de origem e nos subgrupos, para depois retornar ao seu grupo de origem com a conclusão do subgrupo e a partir de então construir o conceito. Ao retornar para o grupo de origem, teriam que apresentar a conclusão do grupo, relacionando o texto escrito com a montagem do esquema do ciclo celular que foi entregue em uma folha com as figuras, definições e eventos distribuídos aleatoriamente. Mas como dar a sua contribuição sem entender a parte que lhe coube?

Dessa forma, sugerimos que ao optar por aplicar o referido método, sejam selecionados conteúdos completos sem fragmentar um único conteúdo, para não correr o risco de distribuir para os estudantes partes que não consigam compreender, causando um desequilíbrio tal, que impossibilite promover o reequilíbrio. O fato de termos planejado com bastante critério as etapas da sistematização do conteúdo do ciclo celular nos favoreceu com um resultado um

tanto quanto satisfatório no final da intervenção, pois conseguimos que eles, a cada etapa que se apresentava, se integrassem novamente ao conteúdo.

## **5.2.2 Sistematização do conteúdo do ciclo celular**

### **Utilização de transparências**

Na conclusão do método de Jigsaw I, como não houve um resultado satisfatório na integração do texto escrito com as figuras, definições e eventos, decidimos pela utilização de algumas transparências, pois percebemos que as figuras apresentadas não causaram impacto. Tentamos com as transparências levá-los a interagir com o mundo microscópico, até então não compreendido como fator determinante, no caso do ciclo celular, pelos aspectos microscópicos do indivíduo. Porém, com essa ferramenta, não foi possível entender, nem visualizar o movimento da célula. Foi então que decidimos apresentar um arquivo de multimídia que possibilitasse não só a imagem em movimento, como também, o manuseio das etapas do ciclo celular, ficando claro, que imagens em livros ou transparências apenas se assemelham ao objeto de estudo, necessitando de algum recurso que os aproximem o máximo possível da realidade micro, no caso do estudo celular.

### **Aplicação de situações-problema**

No momento em que eram apresentadas as transparências, as colocações foram surgindo e os questionamentos também. Foi então que os estudantes reforçaram, em suas falas, a equivocada compreensão de que as células só morriam quando o corpo morria. Este fato nos deixou inquietos e a buscar uma forma de desfazer tal equívoco. Resolvemos, portanto, aplicar situações-problema, pois entendemos que ao reportá-los para fatos cotidianos, poderíamos obter respostas mais satisfatórias e assim, desfazer esses obstáculos. Essa fase não estava contemplada em nossa metodologia e foi introduzida pela necessidade apresentada de forma marcante nas opiniões dos estudantes. Essa introdução foi fundamental para o entendimento da distinção entre o tempo de vida celular e o tempo de vida do organismo, levando-nos a concluir que a contextualização é de extrema importância no estudo de conteúdos abstratos.

## **Apresentação e interação com o arquivo de multimídia**

O uso de ferramentas informáticas, além de levar o estudante a se aproximar o máximo possível do objeto de estudo, fascina pelas inúmeras alternativas de interação com o mesmo. Não foi diferente, ao conduzir os estudantes à sala de informática, pois ficaram encantados com a possibilidade de manusear o programa através do *mouse*, interagindo com a imagem, parando onde tinham dúvidas e adiantando ou retrocedendo o processo do ciclo celular quando necessário. Pudemos perceber um grande avanço conceitual com essa interação através dos questionamentos que se apresentaram mais elaborados e coerentes com o nosso objetivo. Alguns pontos imprescindíveis à compreensão do processo do ciclo celular, começaram a fazer sentido para eles, como: a circularidade, a seqüência dos eventos e a continuidade ou não da completude do ciclo, uma vez que os intervalos nos pontos de checagem do ciclo, determinam a sua continuidade ou não. Tal compreensão os auxiliou na etapa seguinte da metodologia. Sugerimos, portanto, que o recurso informático sempre que possível, esteja integrado à metodologia do professor, desde que siga critérios de utilização, como a análise a priori do material e um acompanhamento efetivo do professor, para que o objetivo seja alcançado.

### **5.3. REAPLICAÇÃO DO MODELO ESQUEMÁTICO DO CICLO CELULAR**

Nessa etapa, após toda a intervenção, eles voltaram a montar o esquema do ciclo celular, da mesma forma que fizeram como complemento da aplicação do método de Jigsaw I, e para nossa satisfação, o resultado foi além do esperado, pela grande dificuldade apresentada na primeira etapa. A circularidade se fez presente na totalidade dos esquemas, bem como a seqüência das etapas da mitose. Só um grupo conseguiu apresentar seqüência nas etapas da intérfase e nenhum grupo conseguiu relacionar as figuras com definições e eventos. Tais constatações nos fizeram refletir e sugerir para futuros trabalhos alguns passos a serem refeitos: analisar com profundidade as figuras a serem utilizadas, pois, por mais próximas que estivessem do nosso objetivo, continuaram a reforçar a fragmentação além de conter algumas falhas de ordem conceitual; o tempo foi citado pelos estudantes como insuficiente para explorarmos um conteúdo tão complexo. O estudante A disse: “o desenvolvimento do trabalho não foi 100% por causa do tempo que foi muito curto mais foi bom”. Mais uma vez constatamos a importância de uma análise minuciosa da distribuição dos conteúdos a serem trabalhados por série, pois um único conteúdo, trabalhado em seis momentos de 3 horas cada um, não foi suficiente. Quando na grade normal, temos que trabalhá-lo no máximo em 3 aulas

de 45 minutos aproximadamente cada uma. Embora no esquema do ciclo celular utilizado, a intérfase apresentasse os três momentos (G1, S e G2), o que não ocorre na maioria das imagens que representam essa etapa do ciclo, não foi o suficiente para conseguirem seqüência-la, sendo importante, portanto, um tempo adicional, em futuras intervenções, para explorá-la.

Outro fato de grande relevância para futuros trabalhos envolvendo o conteúdo em estudo é a utilização ou criação de alguma ferramenta metodológica que enfoque figuras, definições e eventos relacionados a ele, uma vez que nesta pesquisa, os estudantes não conseguiram estabelecer as relações requeridas.

Relevância do trabalho em grupo – O trabalho em grupo de forma cooperativa foi um grande marco da nossa pesquisa, uma vez que tentamos conciliar essa forma de trabalho ao sócio-interacionismo de Vygotsky. Ao terminar toda a intervenção, utilizamos um modelo de avaliação, no qual os estudantes enfocaram alguns aspectos elencados por nós como essenciais para o sucesso de um trabalho em grupo: a participação de cada um no grupo, a interação entre os colegas e com o professor, o desenvolvimento do trabalho em geral e sugestões para futuros trabalhos. Colhemos e registramos alguns depoimentos:

*A atuação de cada participante no grupo foi muito importante. Uma que trabalho em grupo é muito bom, pois faz com que a gente cresça, cada dia mais, debata com o colega sobre o assunto e conheça e respeite cada opinião. Também teve a interação com o professor, que foi muito importante. [...] As sugestões para os próximos trabalhos. Espero que continue sempre assim como esses. Sempre informando e tentando levar o conhecimento para cada um de nós (estudante B).*

*Achei muito importante esse trabalho de grupo, foi aí que observei a participação de cada pessoa do grupo, passei a ver o interesse e a grande capacidade que o aluno tem em desenvolver trabalhos como este. [...] gostei também da grande ajuda que a professora nos deu, ela mostrou por meio dessa atividade que estudar sobre o ciclo celular é muito fácil, e em minha opinião se cada professor realizar trabalhos como este os alunos se interessarão mais pelas aulas (estudante E).*

*Neste trabalho, que fizemos em grupo falamos sobre o ciclo celular e gostei muito do desenvolvimento do grupo que trabalhou comigo e da forte ajuda que a professora prestou. [...] O mais importante de todo o nosso trabalho foi a grande interação do grupo. [...] Aconselho a todos os professores a se dedicar mais a esse tipo de trabalho, pois ajuda muito na capacidade de aprendizagem do aluno (estudante C).*

#### 5.4. CONCLUSÕES

- A identificação das dificuldades de aprendizagem referentes ao conceito de ciclo celular foi extremamente relevante para a pesquisa, pois através de sua diagnose tivemos condições de planejar uma seqüência didática ancorada nessas dificuldades e, portanto auxiliar na construção do conceito em tela;
- A seqüência didática desenvolvida baseada na aprendizagem cooperativa, com o auxílio do método cooperativo de Jigsaw I e ferramentas tecnológicas (arquivos de multimídia), facilitou a compreensão do conceito em estudo por ter propiciado momentos de relação entre os mundos macroscópico e microscópico.
- Utilizar grupos cooperativos na formação de conceitos foi, nesta pesquisa, um importante instrumento, uma vez que a responsabilidade de cada um na aquisição do conhecimento, a interação entre os grupos e deles com o professor, despertou nos estudantes o interesse pela aprendizagem.

## REFERÊNCIAS

- ALBERTS, B; JOHNSON, A; LEWIS, J; RAFF, M; ROBERTS, K; WALTER, P. **Biologia 70molecular da célula**. Porto Alegre: ArtMed, 1999.
- ALBERTS, B; JOHNSON, A; LEWIS, J; RAFF, M; ROBERTS, K; WALTER, P. **Biologia molecular da célula**. Porto Alegre: ArtMed, 2004.
- ALLEN, D, TANNER, K, CHATMAN, L, S. Approaches to Cell Biology Teaching: Cooperative Learning in the Science Classroom – Beyond Students Working in Groups. **Cell Biology Education**. Vol. 2, 1-5, Spring 2003.
- ALLEN, D, TANNER, K. Approaches to Cell Biology Teaching: Questions about Questions. **Cell Biology Education**. Vol. 1, 63-67, Fall 2002.
- ARONSON, E.; PATNOE, S. Jigsaw Classroom. New York: Longman, 1997. In: BARBOSA, R. M. N.; JÓFILI, Z. Aprendizagem cooperativa e ensino de química – parceria que dá certo. **Ciência & Educação**, v10, n.1, p 55-61, mar./abr. 2004.
- ARROIO, A. Concepções Alternativas com barreiras no aprendizado de ciências. Revista Eletrônica de Ciências. Faculdade de Educação – USP. São Paulo, fev. 2006. Disponível em : [www.cdcc.usp.br](http://www.cdcc.usp.br) Acesso em 15 out. 2006.
- AUSUBEL, D. et al. Psicologia Educacional. In: MOREIRA, M. **Teoria da Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: uma contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BARATA, K. M. A. Aprendizagem Cooperativa: aprender a cooperar e cooperar para aprender. Texto adaptado de artigo publicado na **Revista Mestre** em novembro de 2000.
- BARBOSA, R.M.N. **The influence of social interaction on young pupils learning science**. Tese de doutorado. School of Chemical Sciences - University of East Anglia, Norwich/ England. 1996.
- BARBOSA, R. M. N.; JÓFILI, Z. Aprendizagem cooperativa e ensino de química – parceria que dá certo. **Ciência & Educação**, v10, n.1, p 55-61, mar./abr. 2004.
- BARROS, M. M. V; CARNEIRO, M. H. S. Os conhecimentos que os alunos utilizam para ler as imagens de mitose e de meiose e as dificuldades apresentadas. In: **Atas** do V Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), realizado em Bauru-SP, no mês de novembro de 2005.
- BASTOS, F. O conceito de célula viva entre os alunos de segundo grau. **Em Aberto**, Brasília, ano 11, n 55, jul/set. 1992.
- BIZZO, N. M. V., EL-HANI, N. Formas de construtivismo: mudança conceitual e construtivismo contextual. .In: **Atas** do II Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), realizado em Valinhos-SP, no mês de setembro de 1999.

- BONALS, J. O trabalho em pequenos grupos na sala de aula. Porto Alegre: Artmed, 2003.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais** / Ensino Médio: Ciências da Natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação, 1999.
- CAPRA, F. **O Ponto de Mutação**. São Paulo: Editora Cultrix. 1982.
- CARRETERO, M. **Construtivismo e Educação**. Porto Alegre: Editora Artes Médicas. 1997.
- CARVALHO, A. M. P de (Org.). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Thomson Learning, 2004.
- CARVALHO, F. V. **Pedagogia da Cooperação: trabalhando com grupos em sala de aula através da aprendizagem cooperativa**. São Paulo: Imprensa Universitária Adventista, 2003.
- CÉLULA EUCARIÓTICA. CICLO CELULAR. Altura 1024 x 768 pixels. Formato. Jpg. Disponível em: < [www.cientic.com/tema.ciclo.pp1.html](http://www.cientic.com/tema.ciclo.pp1.html)>. Acesso em: 15 jan. 2006.
- CICLO CELULAR. Altura 173 x 120 pixels. Formato. Jpg. Disponível em: <[www.bioquimica.online.pt/artigos/ciclo.jpg](http://www.bioquimica.online.pt/artigos/ciclo.jpg)> Acesso em: 02 jan. 2006.
- COHEN, E. G. Restructuring the classroom: conditions for productive small groups. Review of Educational Research, 1994. In: BARBOSA, R. M. N.; JÓFILI, Z. Aprendizagem cooperativa e ensino de química – parceria que dá certo. **Ciência & Educação**, v10, n.1, p 55-61, mar./abr. 2004.
- COLL, C. et al. **Construtivismo na sala de aula**. São Paulo: Ática, 2001.
- CORNEJO. R. LAS CELULAS MAMARIAS EM PROCESO DE DIFERENCIACION DISMINUYEN SU VOLUMEN CITOPLASMATICO Y NUCLEAR. **Revista Chilena Obstetricia e Ginecologia**, v. 70, n. 3, p. 156-159, 2005.
- CRUZ, D. **O corpo humano** (Ciências e educação ambiental). São Paulo: Ática, 2004.
- DRUCKER, P. Sociedade Pós-capitalista. In: CARVALHO, Frank V. **Pedagogia da Cooperação: trabalhando com grupos em sala de aula através da aprendizagem cooperativa**. São Paulo: Imprensa Universitária Adventista, 2003.
- ETAPAS DA MITOSE EM CÉLULA ANIMAL. Disponível em: <<http://html.rincondelvago.com/ciclo-celular.html>> Acesso em: 10 dez. 2006.
- FREIRE, P. **Educação e Mudança**, 5 ed., Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 1982.
- FREITAS, D. S, NENFELDI, A. E. Interdisciplinaridade na escola: limites e possibilidades. In: **Atas do IV Encontro Ibero-Americano de Coletivos Escolares e Redes de Professores que fazem investigações nas escolas**. Realizado em São Paulo, no mês de outubro de 2003
- GAGLIARDI, R. Como utilizar la historia de las ciencias em la enseñanza de las ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, v4, n.3, p.291-296, 1998.
- GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**, 3 ed. São Paulo: Atlas. 1996.
- GOLEMAN, D. **Inteligência Emocional**. São Paulo: Pioneira, 1995.

GRANULÓCITO EM INTÉRFASE. Disponível em:  
<<http://www.scielo.br/img/fbpe/bjvras/v36n1/v36a09f1.jpg>> Acesso em: 10 nov 2005.

JOHNSON, D. W. & JOHNSON, R. **Human relations: Valuing diversity**. Edina, MN: Interaction Book Company, 1999.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Biologia Molecular e Celular**. Rio de Janeiro: Guanabara, 2000.

KAGAN, S. Esboço do capítulo “A necessidade do Ensino Cooperativo”, no livro Cooperative Learning s/d. In: CARVALHO, Frank V. **Pedagogia da Cooperação: trabalhando com grupos em sala de aula através da aprendizagem cooperativa**. São Paulo: Imprensa Universitária Adventista, 2003.

LOPES, A.C. Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio e a submissão ao mundo produtivo: o caso do conceito de contextualização. **Educação e Sociedade**. Campinas, vol. 23, n. 80, setembro. 2002, p. 386-400.

LOPES, F, M, B; SILVA, I, G, M; CARNEIRO-LEÃO, A, M, A; JÓFILI, Z, M, S. Regulação do Nível de Glicose em Humanos: uma seqüência didática numa abordagem construtivista com licenciandos de biologia. In: **Anais II Encontro Regional de Ensino de Biologia do Nordeste (EREBIO)**, realizado em João Pessoa – PB, no mês de junho de 2006.

MARAVILHAS DO CORPO HUMANO. O milagre da vida – Produção especial da British Broadcasting Corporation (BBC). 1998. Fita de vídeo. Vol.1 (colorida, 55 min).

MARAVILHAS DO CORPO HUMANO. Os anos dourados - Produção especial da British Broadcasting Corporation (BBC). 1998. Fita de vídeo. Vol. 2 (colorida, 55 min).

MARAVILHAS DO CORPO HUMANO. Terceira idade - - Produção especial da British Broadcasting Corporation (BBC). 1998. Fita de vídeo. Vol. 3 (colorida, 55 min).

MARTHO, G. R. AMABIS, J. M. **Biologia das Células**, São Paulo, Editora Moderna, 2006.

MILLER, S. A. et al **Desenvolvimento Cognitivo**, 3 ed. – Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda., 1999.

MOREIRA, M. A. e BUCHWEITZ, B. **Mapas Conceituais:- Instrumentos Didáticos, de Avaliação e de Análise de Currículo**. São Paulo: Moraes, 1987.

NÉBIAS, C. Formação dos conceitos científicos e práticas pedagógicas. In: **Anais IX Endipe – Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino**. Águas de Lindóia, São Paulo, 1998.

NOGUEIRA, R. A; MAYER, M; MENEZES, M C. F; CARNEIRO-LEÃO, A M A.: Desenvolvendo competências para implementação de projetos transdisciplinares no Ensino Médio. In: **Anais Encontro Brasileiro de Estudos da Complexidade. I-EBEC, 2005, Curitiba - PR. Anais do IEBEC**. Curitiba: UFPR, 2005.

NUNES, L. S.; BARBOSA, R. M. N.; AMARAL, E. R.; MENEZES, M. G. O uso de métodos cooperativos em sala de aula para o desenvolvimento de habilidades e competências no aluno. In: **Anais Reunião anual da Sociedade Brasileira de Química, 2002, Recife. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 2002. v.3 p. 42-42.**

OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky - Aprendizagem e desenvolvimento**: um processo sócio-histórico. São Paulo: Scipione, 1997.

OLIVEIRA, S, S. Concepções Alternativas e ensino de biologia: como utilizar estratégias diferenciadas na formação inicial de licenciados. **Educar**, Curitiba n. 26 p. 233 – 250, 2005.

ORUNBIA, J. La atención a la diversidad em la ESO. Algunas reflexiones y criterios psicopedagógicos. Aula de Innovación Educativa, 12, 1993.

OSTI, A. As dificuldades de aprendizagem na concepção do professor. (Mestrado em Educação) Faculdade de Educação – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

PERRENOUD, P. Novas Competências para ensinar (artigo). **Revista Nova Escola**. São Paulo. Ed. Abril, setembro de 2000.

PIAGET, J. **O juízo moral na criança**. São Paulo: Mestre Jou, 1994.

POSNER, G. J et al. Accommodation of a scientific conception. Toward a theory of conceptual change. **Science Education**, 66. 211 – 227, 1982

POTTEN, C. S. Cell lineages. In: MACGEE, J. O D.; ISAACSON, P. G.; WRIGHT, N. A. (eds.). **Oxford Textbook of Pathology**. Principles of Pathology. v.1. New York: Oxford University Press, 1992. p. 43-52.

PROCESSO DE DIVISÃO CELULAR (CICLO CELULAR). Altura 173 x 120 pixels – 6k – Formato. Jpg. Disponível em: < [sinsite.dcc.uchile.cl/nuevo/.../articulo3.html](http://sinsite.dcc.uchile.cl/nuevo/.../articulo3.html) > Acesso em: 10 nov. 2005.

SAM, T. Enciclopédia Online – História da Biologia. Disponível em: [http://enciclopedia.tiosam.com/enciclopedia/enciclopedia.asp?title=Hist%C3%B3ria\\_da\\_Biologia](http://enciclopedia.tiosam.com/enciclopedia/enciclopedia.asp?title=Hist%C3%B3ria_da_Biologia) Acesso em 10 nov. 2006

SCHNETZLER, R. Construção do Conhecimento e Ensino de Ciências. **Em Aberto**, Brasília, ano 11, n 55, jul/set, 1992.

SCHULTZ, G. M. D, ROMANELLI, M. CLAXTON, K. Wound healing and time: new concepts and scientific applications. **Wound Repair and Regeneration**, v. 13, n. 4, p. S1-S11, 2005.

SILVA, C. R. O. **Metodologia e Organização do Projeto de Pesquisa** (Guia Prático). Ceará: CEFET, 2004.

SISTEMA CONTROLE DO CICLO CELULAR. Altura 1022 x 686 pixels – 26 k – Formato. Jpg. Disponível em: <[sinsite.dcc.uchile.cl/nuevo/.../articulo3.html](http://sinsite.dcc.uchile.cl/nuevo/.../articulo3.html)>. Acesso em: 10 nov. 2005.

SOARES, A. B. et al. **A Formação de Conceitos e a Organização do Conhecimento**. Disponível em: <http://vicenteoficina.blogspot.com/2006/08/formao-de-conceitos.html> Acesso em: 20 set. 2006.

TALÍZINA, N. *Psicologia de la enseñanza*. Moscu: Progreso, 1988. In: NÉBIAS, Cleide. *Formação dos conceitos científicos e práticas pedagógicas*. In: **Anais IX Endipe – Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino**. Águas de Lindóia, São Paulo, 1998.

WYLLIE, A. H.; DUVALL, E. Cell death. In: MACGEE, J. O D.; ISAACSON, P. G.; WRIGHT, N. A. (Eds.). **Oxford Textbook of Pathology**. Principles of Pathology. v.1. New York: Oxford University Press, 1992. p. 141-157.

VYGOTSKY, L. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

VYGOTSKY, L. A. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes 3. ed, 1999.

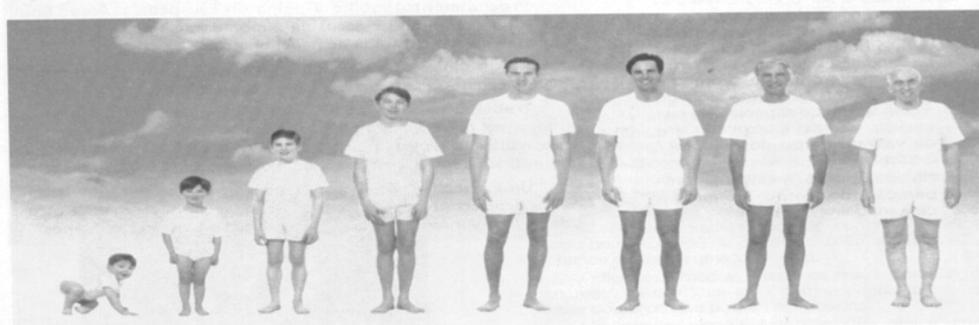
ZABALA, A. **A Prática Educativa**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

# APÊNDICES

## APÊNDICE A - AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA DAS DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM

### REFERENTES AO CICLO CELULAR.

1ª QUESTÃO: O que você identifica na figura abaixo? Como você identifica o que vê?



Estudante	Resposta	I	II
1	Identifico o ciclo da vida humana através dos primeiros passos até a terceira idade	X	
2	A existência do ser humano que vai do nascimento até a velhice.	X	
3	Eu vejo que isto é um procedimento que ocorre na vida de um ser humano, que é natural, nós nascemos, crescemos, envelhecemos e morremos.	X	
4	Nós passamos por uma mudança na nossa vida. a célula morre quando nós morremos		X
5	Cada figura nos mostra da criança até a terceira idade	X	
6	Identifico seres humanos. Pois todos nasce cresce reproduzem envelhecem e morre.	X	
7	É maravilhoso ver a criação de Deus do pequenino, a certa idade.		X
8	O nosso sistema celular sofre variações em muitos sentidos desde que nascemos até quando morremos.		X
9	O desenvolvimento do corpo humano. Começando seu desenvolvimento na infância e terminando na fase adulta (velhice).		X
10	O desenvolvimento do corpo humano. Começa o desenvolvimento desde criança até adulto.		X
11	É a maravilhosa passagem que o nosso corpo humano dá . Temos aí a fase de criança, de bebê, de adolescência, a fase adulta, e a velhice.		X
12	Eu identifico que o homem nasce, cresce, envelhece, reproduz e morre.	.X	
13	A evolução. A medida que o ser humano cresce vai sofrendo mudanças no corpo.		X
14	O ciclo da vida, do nascimento ao envelhecimento, é a natureza fazendo seu papel.	X	
15	Eu vejo o ciclo da vida desde a infância a velhice.	X	
16	O crescimento do mais novo até o mais velho. Mesmo assim as células e a gente vai ficando mais velho, as células vai ficando fraca nos tecidos quando nós morre as célula morre.		X
17	O desenvolvimento do corpo humano de forma criança, adulto e velho.		X
18	Eu vejo o passado, presente e futuro.		X
19	O processo de desenvolvimento do corpo humano.		X
20	O desenvolvimento do corpo humano.		X
21	Nasce um bebê, depois uma criança, depois pré-adolescente, rapaz homens já feitos, depois bem mais velhos.	X	
22	É uma transformação que temos de passar de criança para adolescente e a fase de adulto.		X
23	Eu identifico que tudo começa do novo até velho. Que tudo isto é um processo celular.		X
24	São pessoas do seu primeiro ciclo de vida até o seu envelhecimento.	X	
25	Eu vejo mudança na vida deles. Eles evoluíram bastante.		X

26	Evolução humana da vida. Nascer, crescer, reproduzir e a morte.		X
27	A evolução do homem, que cada ser humano passa por um processo quando criança, adolescente até chegar a fase adulta.		X

(I) - Identifica(m) o crescimento macroscópico com as etapas da vida do ser humano

(II) - Não Identifica(m) o crescimento macroscópico com as etapas da vida do ser humano.

**2ª QUESTÃO: Você vê relação entre o ciclo da vida e o ciclo celular?**

Estudante	Resposta	I	II	III
1	Sim. Um desenvolvimento entre si em completa sintonia		X	
2	Sim. O ciclo da vida vai do nascimento até a morte e o ciclo celular também tem o mesmo processo, mas não morre quando o ser humano morre.	X		
3	O ciclo da vida é natural, o ser humano, aí um animal ou qualquer coisa que tenha vida, temos a célula que estão em nossa parte de dentro do corpo		X	
4	Sim. Pois nós necessitamos da célula pra viver.		X	
5	Sim. A nossa vida pois temos célula viva e quando morremos ela morre.		X	
6	Sim. Porque todos os seres humanos fazem parte da vida		X	
7	Vejo uma coisa boa e bonita que Deus dá de graça a todos nós.		X	
8	Sim. Com certeza uma coisa está ligada à outra, porque a célula faz parte da nossa vida.		X	
9	Sim. Porque as células têm uma grande participação, para existência de nossas vidas.		X	
10	Sim. Porque as células têm bastante participação para a existência do corpo humana.		X	
11	Sim. Porque o ciclo de vida é bem dizer o ciclo celular, porque à medida que o ser humano vai envelhecendo a célula também. Por exemplo, o ciclo da vida quando pequeno é totalmente diferente.			X
12	É que o ciclo da vida, quer dizer que nós seres humanos não agüentamos viver mais de 100 anos porque a célula vai se acabando e o corpo não agüenta e vai envelhecendo até chegar a morte.	.X		
13	Sim. A medida que vamos crescendo as células vão desenvolvendo a medida que envelhecemos.		X	
14	Sim. Porque somos todos seres humanos, temos muito o que aprender com a vida, o corpo humano tem vários fatores para se estudar.		X	
15	Sim. De acordo com ciclo da vida o ciclo celular vai crescendo igualmente.			X
16	Sim.			X
17	Sim. Porque elas se reproduzem para ser resistente do corpo humano.		X	
18	Sim.		X	
19	Sim. Com certeza ao passar dos tempos, o ciclo da vida e o ciclo celular se desenvolve junto.			X
20	Sim.			X
21	Sim. Mas não sei explicar.			X

22	O ciclo da vida todas as pessoas passa pelo ciclo da vida. Eu estou relacionando pelo ciclo celular etc.		X	
23	Sim. Porque para termos vida precisamos das células no nosso corpo.		X	
24	A célula faz parte do ciclo da vida		X	
25	Sim. Porque não são diferentes dos outros.		X	
26	Sim. Como o ciclo da vida o ciclo celular também evolui.		X	
27	Sim. Porque o ciclo da vida depende do ciclo celular, se o ciclo celular não se reproduz o ciclo da vida não passaria daquilo.			X

(I) - Relaciona(m) o ciclo de vida do organismo humano com o ciclo de vida da célula

(II) - Não consegue(m) relacionar o ciclo de vida do organismo humano com o ciclo de vida da célula

(III) - Relaciona(m) parcialmente o ciclo de vida do organismo humano com o ciclo de vida da célula.

### 3ª QUESTÃO: Como você explicaria o processo do nascimento até a morte da célula

Estudante	Resposta	I	II
1	Através do nascimento o amadurecimento e a morte gerando ciclo.		X
2	O processo do nascimento da célula vem do nascimento do ser humano, quando a célula morre nem sempre o ser humano morre, o órgão fica inutilizado.		X
3	A célula é uma coisa que existe a bilhões e bilhões de anos e a célula morta tudo que tem vida e morre a célula morre junto		X
4	Que nós passamos por mudanças no nosso corpo até que ficamos muito velho e morremos quando a célula morre.		X
5	Pois se nós não morremos o mundo não teria lugar para todos nós.		X
6	A partir do momento que nasce uma criança nasce também as células. Quando ela morre as células também morrem.		X
7	O homem é muito inteligente, mas só Deus dá essa graça a todos nós, sem pagar nada.		X
8	Com o nascimento começa um caminho com grandes mudanças é várias fases muito interessantes.		X
9	Ao nascermos temos uma grande participação de células novas no nosso organismo, e com passar do tempo nosso corpo vai ficando com as defesas fracas e assim se destruindo as células aos poucos.		X
10	Ao nascimento temos a participação das células no nosso organismo e passa um tempo nos nossos corpos, vai ficando fraca e terminam se destruindo.		X
11	É que o nosso corpo humano passa por várias fases no processo do nascimento e depois passa pelas várias fases adultas, até chegar na velhice das células.		X
12	O bebê nasce, cresce, reproduz, envelhece e morre porque quando a gente nasce, as células estão até demais, mas quando vai envelhecendo as células vão se acabando ou paralisando e daí vai morrendo aos poucos até chegar à morte.		X

13	Nascemos de um embrião. Passamos nove meses dentro da barriga de nossa mãe até que saímos do ventre para a evolução.		X
14	Reproduz, nasce, cresce, envelhece e depois morre.		X
15	É que a célula só vive enquanto o ser humano está vivo.		X
16	De acordo com a idade de vida quando somos novos de acordo com a alimentação.		X
17	Ao movimento temos a produção a célula nosso organismo que passa com tempo no nosso corpo.		X
18	Explicaria que gente nasce, cresce, brota e morre e depois volta de novo e assim vai tudo de novo.		X
9	O processo das células são como nós, elas nascem, crescem se reproduzem e morrem.		X
20	De acordo com a idade nós evoluímos e envelhecemos.		X
21	Acho que as células estão tudo perfeitas enquanto estamos novos depois que vamos envelhecendo, nossas células vão ficando fracas e velhas também.		X
22	Nós nascemos crianças para enfrentar a vida e quando a morte chega a fase da velhice da morte.		X
23	Na minha opinião tudo ocorre de acordo com o tempo que nós temos de vida. Porque quando passamos a ter vida ela nasce, quando morremos ela também morre.		X
24	O nascimento é o começo de uma vida e até crescermos as células permanecem vivas depois morremos e elas também		X
25	De acordo com a idade da célula.		X
26	O processo que começa com uma única célula e forma uma perfeita máquina viva.		X
27	Cada célula tem sua função e cada uma passa por um processo depois disso acho que ela chega ao fim isso porque ela já fez o que deveria fazer.		X

(I) - Compreende(m) o processo do nascimento até a morte da célula

(II) - Não compreende(m) o processo do nascimento até a morte da célula.

#### 4ª QUESTÃO: Qual a relação existente entre o ciclo celular e a divisão celular?

Estudante	Resposta	I	II	III
1	Relação de reprodução		X	
2	Não respondeu			X
3	Não respondeu			X
4	Quer dizer que o ciclo celular é quando somos uma única célula e ao passar o tempo começamos a nos dividir em mais partes até nos formar por completo.		X	
5	Pois temos milhares de células e nem todas são iguais.		X	
6	Não respondeu			X
7	A relação é uma só, só muda ao longo do tempo.		X	
8	A relação é que a vida é formada por uma junção de várias células que vão se juntando para formar o corpo humano		X	
9	Ciclo celular reunião de todas as células no nosso corpo, sendo assim divididas em cada etapa do nosso corpo		X	

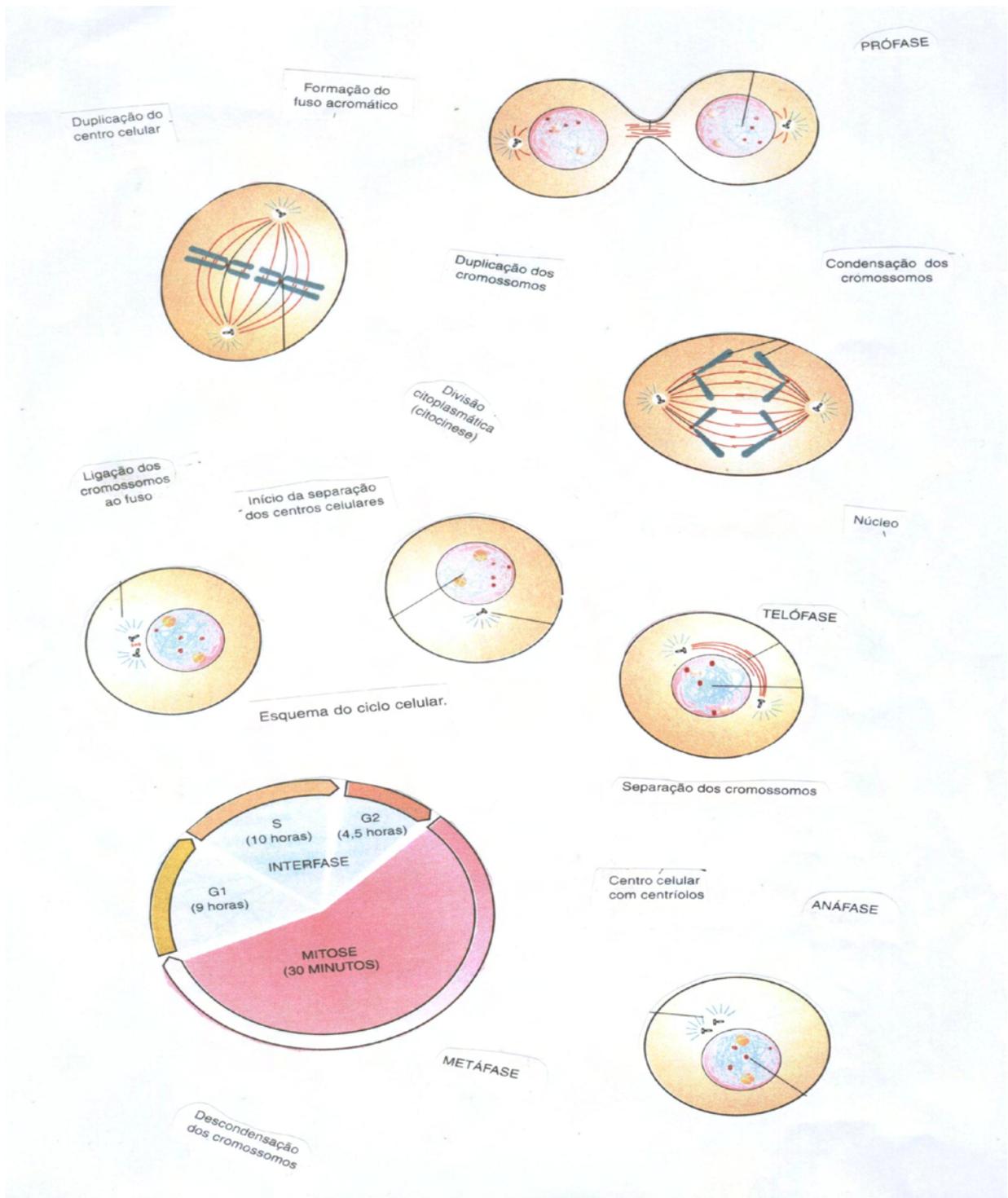
10	Ciclo celular é a reunião no corpo assim dividida em cada parte do corpo.		X	
11	É que o ciclo celular é permanente e aí que começa a divisão celular entre a fase criança, a fase adulta e a fase da velhice.		X	
12	Que eu saiba é que o ciclo celular são as células que existe no nosso corpo espalhado e a divisão celular são as células que são divididas para o nosso corpo.		X	
13	Ciclo celular é quando nós paramos pelo processo de vida. Divisão celular: é o processo de crescimento.		X	
14	Ciclo celular é o crescimento até o envelhecimento e divisão celular são as células divididas.		X	
15	De acordo com que as células vão crescendo ela vai encontrando suas divisões no corpo humano.		X	
16	Existem as células do sangue e as células dos tecidos do corpo em geral.		X	
17	O ciclo celular é reunião no corpo assim dividido em vida parte corpo.		X	
18	A divisão é tudo que tem no corpo. O ciclo é tudo que a gente tem na mente.		X	
19	O ciclo celular é um ciclo onde existe um monte de células divididas.		X	
20	Não respondeu			X
21	Não entendi. Acho que a divisão dos tipos de sangue e divisão do corpo.		X	
22	O ciclo celular é a vida que começa quando se transformam em ser vivo e a divisão celular se divide em várias partes.		X	
23	O ciclo celular não se divide e a divisão celular pode dividir-se		X	
24	O ciclo celular fica num só lugar e a outra se divide.		X	
25	A relação é que eles são diferentes.		X	
26	O ciclo celular nascimento crescimento e morte e a divisão celular que forma os órgãos.		X	
27	O ciclo celular é como se fosse o conjunto que se renova cada vez que uma morre sempre tem outra nova. A divisão é cada função que elas produzem.		X	

(I) - Compreende(m) a divisão celular como uma etapa do ciclo celular

(II) - Não compreende(m) a divisão celular como uma etapa do ciclo celular

(III) - Não respondeu(ram).

## APÊNDICE B – ATIVIDADE PARA MONTAGEM DO MODELO ESQUEMÁTICO DO CICLO CELULAR



fonte: Adaptado de AMABIS, 2006

## APÊNDICE C - ANÁLISE DAS SITUAÇÕES-PROBLEMA

SITUAÇÃO-PROBLEMA 1 - Carlos sofreu um acidente de carro quando viajava para passar férias em sua casa de praia. No acidente levou uma forte pancada na cabeça e ficou cego permanentemente. Como você explica esse evento do ponto de vista celular?

Respostas dos grupos	I	II	III
1- As células morrem e não voltam mais a se reproduzir.			X
2- Do ponto de vista celular, não se reproduzem mais. É uma célula morta porque são células nervosas.			X
3- Porque houve morte por parte da célula nervosa e a célula nervosa morre e não voltam a funcionar.			X
4- As células não vão mais se reproduzir. Porque as células nervosas estão mortas.			X

(I) - Tecido de renovação constante (II) - Tecido que se renova eventualmente (III) - Tecido que não se renova

SITUAÇÃO-PROBLEMA 2 - Patrícia ficou internada em um hospital após ser infectada com hepatite. O que acontecerá com o fígado dela do ponto de vista celular?

Respostas dos Grupos	I	II	III
1- Voltam a se reproduzir lentamente porque o fígado adulto só se reproduz se houver necessidade.		X	
2- Do ponto de vista celular, as células do fígado se reproduz lentamente. Porque as células do fígado adulto não se reproduzem constantemente.		X	
3- Para a célula voltar a se regenerar só se tiver uma grande necessidade.		X	
4- As células se reproduzem lentamente, porque se reproduz se tiver necessidade.		X	

(I) - Tecido de renovação constante; (II) - Tecido que se renova eventualmente; (III) - Tecido que não se renova.

SITUAÇÃO-PROBLEMA 3 - Mário teve parte do seu braço queimado após soltar uma bomba na época do São João. Porém, o médico ao socorrer, falou que ele não se preocupasse que dentro de alguns dias a pele dele voltaria ao normal. Do ponto de vista celular como isso poderia acontecer?

Respostas dos Grupos	I	II	III
1- Porque a célula queimada morreu e volta a se reproduzir porque a célula da pele se reproduz constantemente.	X		
2- Do ponto de vista celular, a pele se reproduz constantemente. Porque a pele tem uma grande necessidade de reprodução.	X		
3- É uma célula que faz parte de um tecido que volta logo a se regenera.	X		
4- As células se reproduzem rapidamente, porque vai se reproduzir nova pele, com novas células.	X		

I) - Tecido de renovação constante (II) - Tecido que se renova eventualmente; (III) - Tecido que não se renova

# ANEXOS

## ANEXO A – TRANSPARÊNCIA DO CICLO CELULAR E DA INTÉRFASE

### Ciclo celular



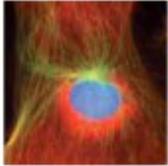
▶ **Ciclo celular**

Conjunto de **transformações** que decorre entre a formação de uma célula e a sua própria divisão em duas células-filhas.

A auto-replicação do **DNA** permite que, sempre que uma célula se divide, cada célula-filha herde uma cópia do seu material genético, perpetuando as características da espécie.

José Salsa - 2004

### Interfase



**INTERFASE**



▶ **Interfase**

Período que decorre entre o fim de uma divisão celular e o início da divisão seguinte. Corresponde aos períodos G1, S e G2.

- **Intervalo G1** - biossínteses de RNA e proteínas; formação de organitos; crescimento celular.
- **Período S** - replicação do **DNA** e síntese de histonas; filamentos de cromatina com estrutura dupla.
- **Intervalo G2** - biossínteses de RNA e proteínas; crescimento celular.

José Salsa - 2004

fonte: [WWW.CIENTIC.COM/TEMA.CICLO.PP1.HTML](http://WWW.CIENTIC.COM/TEMA.CICLO.PP1.HTML)

## ANEXO B – TRANSPARÊNCIA DA MITOSE COMPLETA E DA PRÓFASE

### Fase mitótica



▶ Mitose

Processo que decorre na **divisão** das células **eucarióticas**, pelo que se formam núcleos com o **mesmo número de cromossomas** do núcleo inicial.

Embora a mitose seja um processo contínuo, costumam distinguir-se quatro subfases – **profase**, **metafase**, **anafase** e **telofase**.

VIDEO Mitose

José Salsa - 2004

O diagrama ilustra o ciclo da mitose em uma célula animal. Começa com uma célula em repouso com um núcleo contendo cromossomos. A seguir, a célula entra na profase, onde os cromossomos se condensam e o núcleo se desorganiza. Na metafase, os cromossomos se alinham no equador. Na anafase, os cromossomos se separam e se movem para os polos opostos. Na telofase, novos núcleos se formam em cada polo. Finalmente, a célula se divide por citocinese, resultando em duas células filiais idênticas.

### Fase mitótica



▶ Profase

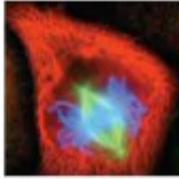
- etapa mais **longa**.
- individualização dos **cromossomas**.
- desaparecimento dos **nucléolos** e da **membrana nuclear**.
- afastamento dos **centríolos** e formação do **fuso acromático**.

José Salsa - 2004

Esta seção foca na fase de profase. À esquerda, duas imagens de microscópio mostram a condensação dos cromossomos e o desaparecimento do núcleo. À direita, um diagrama mostra a formação do fuso acromático com os centríolos se movendo para polos opostos e os cromossomos se alinhando no equador.

## ANEXO C – TRANSPARÊNCIA DA METÁFASE E DA ANÁFASE

### Fase mitótica



METÁFASE

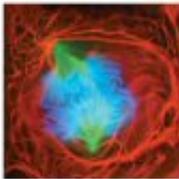
#### ► Metáfase

- máxima **condensação** dos cromossomas.
- **disposição** dos cromossomas no plano equatorial da célula com os centrómeros orientados para o centro.
- formação da **placa equatorial**.



José Salsa - 2004

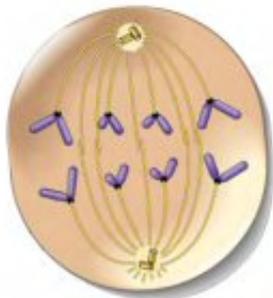
### Fase mitótica



ANÁFASE

#### ► Anáfase

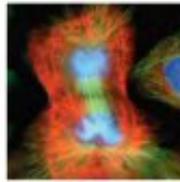
- **rompimento** dos centrómeros e **separação** dos cromatídios.
- **ascensão** polar dos cromossomas-filhos.



José Salsa - 2004

## ANEXO D – TRANSPARÊNCIA DA TELÓFASE E DA CITOCINESE

### Fase mitótica



TELOFASE

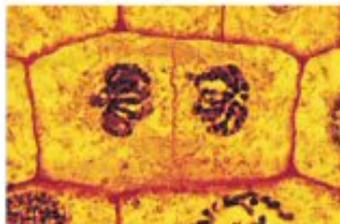


#### ► Telofase

- dissolução do **fuso acromático**.
- reorganização da **membrana nuclear** em cada núcleo-filho.
- descondensação dos **chromossomas**.
- reaparecimento dos **nucléolos**.

José Salsa - 2004

### Citocinese



#### ► Citocinese

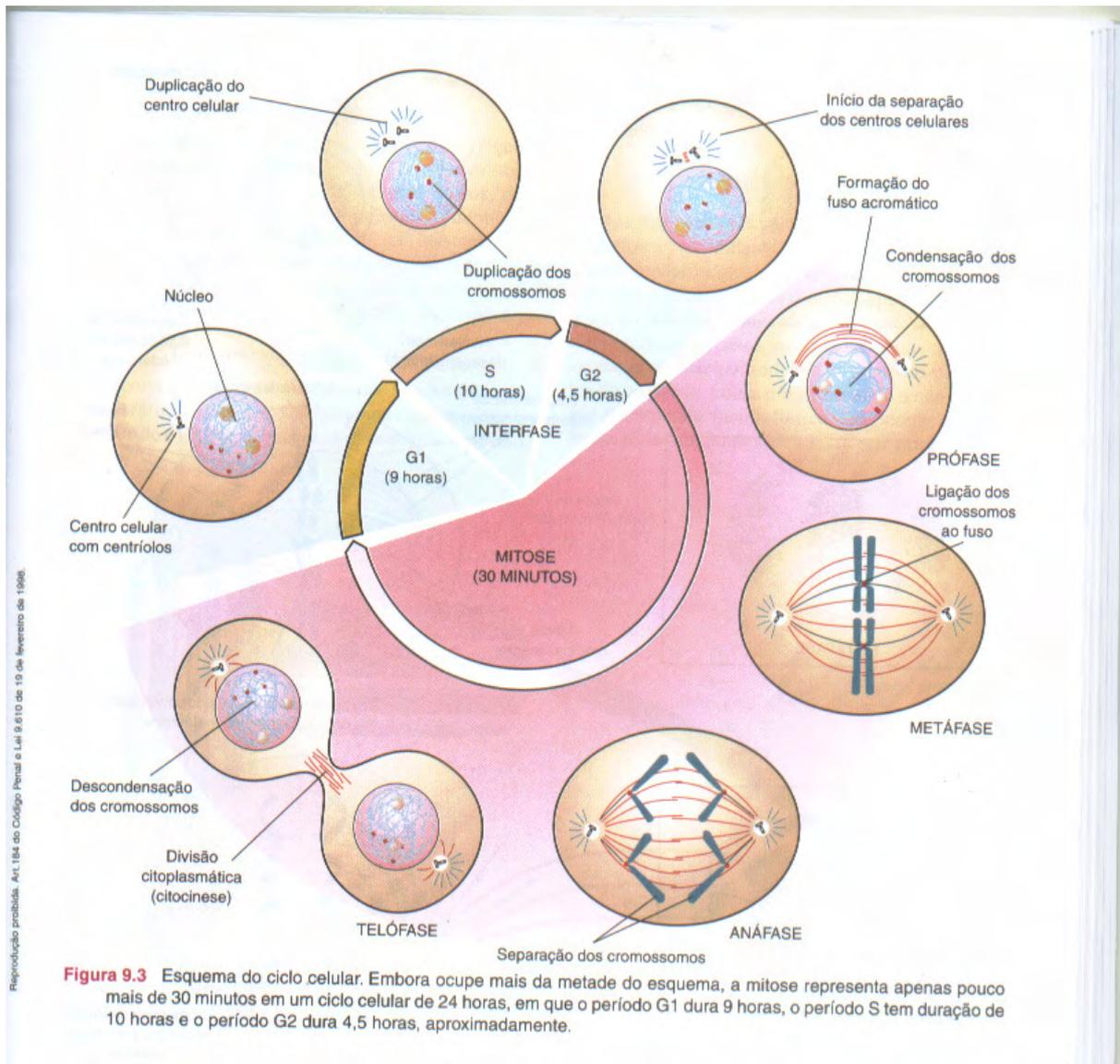
**Divisão do citoplasma** pelas células-filhas no fim da divisão celular.

Citocinese nas **células animais** - ocorre por estrangulamento do citoplasma;

Citocinese nas **células vegetais** - ocorre por alinhamento e fusão de vesículas do Complexo de Golgi na região equatorial, com posterior deposição de celulose.

José Salsa - 2004

**ANEXO E – TRANSPARÊNCIA DO MODELO ESQUEMÁTICO DO CICLO CELULAR**



**Figura 9.3** Esquema do ciclo celular. Embora ocupe mais da metade do esquema, a mitose representa apenas pouco mais de 30 minutos em um ciclo celular de 24 horas, em que o período G1 dura 9 horas, o período S tem duração de 10 horas e o período G2 dura 4,5 horas, aproximadamente.

fonte: AMABIS, 2006

## **ANEXO F – NORMAS PARA PUBLICAÇÃO DA REVISTA CIÊNCIA E EDUCAÇÃO**

### **Normas para publicação de artigo**

Ciência & Educação - Normas para Publicação

#### **Apresentação dos trabalhos**

Ciência & Educação aceita colaborações em português, espanhol e inglês. Os originais devem ser enviados com texto digitado em Word for Windows ou softwares compatíveis, fonte Times New Roman, corpo 12, espaço duplo, com até 15 laudas e aproximadamente trinta linhas por lauda. Todos os originais submetidos à publicação devem dispor de um resumo do trabalho, com no máximo 150 palavras, bem como de até cinco palavras-chave alusivas à temática do trabalho, em português ou espanhol e inglês. Na folha de rosto deve constar o título do trabalho (em português ou espanhol e inglês) e afiliação completa de todos os autores (nome completo, formação, cargo e/ou função, vínculo institucional (instituição, unidade, departamento, local de origem), endereço, telefone e endereço eletrônico. Na primeira página do texto deve constar o título completo do artigo em português e/ou espanhol e inglês, resumo em português e/ou espanhol, inglês (abstract) de até 150 palavras, palavras-chave/keywords (nos dois idiomas), omitindo-se o nome do autor. Os descritores do artigo (palavras-chave e keywords) devem refletir da melhor maneira possível o conteúdo abordado no artigo, uma forma de pronta localização da temática pelos usuários. Os originais devem ser submetidos aos cuidados do editor por correio eletrônico (revista@fc.unesp.br) e não serão devolvidos aos autores.

#### **Ilustrações**

Tabelas, figuras, gráficos e desenhos devem ser enviados em páginas separadas, em formato word, excel, ou nos formatos de figura (extensão tif ou jpeg), respeitando o tamanho da página da revista, utilizando a fonte Arial 9 (normal ou bold), com legendas e numeração (também em Arial 9). Imagens digitalizadas podem ser enviadas por meio eletrônico com as seguintes especificações: resolução de 400 dpi em tamanho natural e salvas em arquivo com extensão tif ou jpeg. Como a revista não imprime páginas coloridas, os autores devem enviar gráficos e imagens em preto e branco ou tons de cinza.

Notas de rodapé

Devem ser numeradas, sucintas e usadas somente quando estritamente necessário.

### **Citações**

Citações literais no texto devem subordinar-se à forma (Autor, data e página), conforme Norma ABNT (NBR 10520/2002). Os autores citados devem constar das referências listadas no final do texto, em ordem alfabética, segundo normas da ABNT (NBR 6023/2002) conforme exemplos:

- Livros - FREIRE, P. *Pedagogia da indignação: cartas pedagógicas e outros escritos*. São Paulo: Ed. Unesp, 2000.

- Artigos em revistas - VILLANI, A.; SANTANA, D. A. analisando as interações dos participantes numa disciplina de Física. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 10, n. 2, p. 197-217, 2004.

- Teses - ZULIANI, S. R. Q. A. *A utilização da metodologia investigativa na aprendizagem de química experimental*. 2000. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2000.

- Eventos - VILLANI, A.; ARRUDA, S. M.; LABURU, C. E. perfil conceitual e/ou perfil subjetivo? In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 3., 2001, Atibaia. *Anais...* Atibaia, 2001. 1 CD-ROM.

- Capítulos de livros - KLEIN, J. T. *Ensino interdisciplinar: didática e teoria*. In: FAZENDA, I. C. A. (Org.) *Didática e interdisciplinaridade*. 6.ed. Campinas: Papirus, 2001. p. 109-132.

- Documentos eletrônicos - WAGNER, C. D.; PERSSON, P. B. *Chaos in cardiovascular system: an update*. *Cardiovasc. Res.*, v.40, p. 257-64, 1998. Disponível em: <<http://www.probe.br/science.html>>. Acesso em: 20 jun. 1999.

O(s) autor(es) deve(m) verificar se os endereços eletrônicos (url) citados no texto estão ativos.