

**Universidade Federal de Minas Gerais**

**Faculdade de Educação**

**CECIMIG**

**PROPOSTAS PARA A ELABORAÇÃO DE MATERIAL  
DIDÁTICO VOLTADO AO ENSINO DE “DIVISÃO CELULAR”  
NO ENSINO MÉDIO**

**MARIA PAULA PRIZON THEODORO DOS SANTOS**

**Belo Horizonte**

**2011**

**MARIA PAULA PRIZON THEODORO DOS SANTOS**

**PROPOSTAS PARA A ELABORAÇÃO DE MATERIAL  
DIDÁTICO VOLTADO AO ENSINO DE “DIVISÃO CELULAR”  
NO ENSINO MÉDIO**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização ENCI-UAB do CECIMIG FaE/UFMG como requisito parcial para obtenção de título de Especialista em Ensino de Ciências por Investigação.

Orientador: Profa. Lúcia Maria Pôrto de Paula

Belo Horizonte

2011

## *DEDICATÓRIA*

*Aos meus filhos, Helena e Tales, que, com a simples presença, me fizeram acreditar que a felicidade não tem limites.*

*Ao meu marido, Otávio José, que me permitiu viver a forma mais pura e concreta de amor.*

## **AGRADECIMENTOS**

*À minha mãe, Antonia Izabel, por me ter dado a vida e por me fazer entender o verdadeiro valor do estudo;*

*Ao meu irmão, André Luiz, pelo exemplo de luta e superação;*

*À professora Lúcia Maria Pôrto de Paula, pela atenção e orientação, mesmo distante, e pelas sugestões sempre pertinentes;*

*Às professoras tutoras Edilene, Marinês e Vânia, pelos ensinamentos e por me incentivarem a continuar. Sem vocês, provavelmente eu não teria chegado até aqui;*

*Aos amigos Daniel Lacerda e Andjara Thiane Cury, pelo auxílio nos momentos de dúvida;*

*À amiga Maria Gorete, pela companhia e pelo incentivo;*

*Ao Professor Danival Roberto Alves, diretor do Colégio Cenecista Dr. José Ferreira, que acreditou em mim, me permitindo crescer como profissional, e pela oportunidade de participar da construção do Sistema de Ensino CNEC;*

*A Deus, ou aquilo que tão inadvertidamente chamamos de Deus, pela vida e pelas oportunidades;*



*A todos aqueles que direta ou indiretamente ajudaram na construção desse trabalho e que, pela minha falta de reconhecimento ou limitação de minha memória, não estão aqui citados. A vocês, mais do que agradecimentos, peço-lhes desculpas.*

## RESUMO

Embora as tendências atuais sugiram mudanças nas práticas de Ensino de Ciências e Biologia durante a Educação Básica, evidenciando a necessidade de que os estudos sejam desenvolvidos de modo significativo e contextualizado, isso não ocorre na prática cotidiana. Muitos conceitos e atividades são oferecidos segundo o modelo da aprendizagem tradicional e mecânica, sem que suas implicações mais relevantes sejam evidenciadas pelos professores e, muito menos, assimiladas pelos alunos de modo efetivo.

Com o ensino do tema “Divisão Celular” no Ensino Médio, parte considerável dos materiais didáticos disponíveis dispense explicações com alguns aspectos em detrimento de outros, discutindo apenas superficialmente aspectos expressivos dos pontos de vista genético, patológico e evolutivo.

Sendo assim, o presente trabalho procurou pautar alguns aspectos do tema “Divisão Celular” que poderiam ser abordados de modo mais sutil, e, ao mesmo tempo, enumerar itens, pertinentes ao mesmo conteúdo, que possam ser realçados. Para tal, foram analisados três materiais didáticos com relação a cinco aspectos relacionados ao tema: descrição de suas fases, relação com a reprodução, com o desenvolvimento de tumores, com a genética e atividades relacionadas, tais como exercícios.

Os resultados mostraram que o tema ainda é abordado pelos materiais didáticos privilegiando a fixação de conceitos e a compreensão de pequenos detalhes. Portanto, sugere-se alterações nas abordagens teórica e prática, focando o ensino significativo e contextualizado capaz de permitir que os educandos relacionem as Ciências ao mundo em que vivem, apropriando-se de saberes e de capacidades que os permitam lidar com situações reais e atuais.

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	07
METODOLOGIA.....	12
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
Eventos pertinentes a cada uma das etapas.....	14
Importância da divisão celular na reprodução.....	16
Relação entre divisão celular e câncer.....	17
Relação entre divisão celular e genética.....	17
Atividades propostas referentes ao tema.....	20
CONCLUSÕES.....	2
2	
REFERÊNCIAS.....	23



## INTRODUÇÃO

A preocupação dos educadores com relação à indiferença dos alunos frente a vários conteúdos abordados tem se tornado, diária e nitidamente, mais intensa e frequente. Vários fatores, diretamente relacionados às práticas de ensino ou não, favorecem o quadro. Entre eles, a grande quantidade de informações que compõem os diversos currículos e a forma pela qual as mesmas são trabalhadas.

A atual concepção sobre o Ensino de Ciências resultou de diversas propostas pedagógicas discutidas e avaliadas durante as últimas décadas. Essas reflexões evidenciaram que o Ensino não pode se compor simplesmente da exposição, pelos professores, de definições e experimentações prontas, e da reprodução, pelos alunos, dessas informações. Tais práticas demonstraram-se insuficientes para a construção de uma cultura científica durante as diversas etapas da Educação Básica. Ou seja, mais do que reter e transcrever informações, faz-se necessário que as informações assimiladas seja recrutadas e aplicadas em situações-problemas, sejam estas de ordem prática ou teóricas. (SISTEMA DE ENSINO CNEC, 2010).

Pius et. al., 2008, mencionam a definição de aprendizagem mecânica: processo em que novas ações são transmitidas sem a preocupação de interação com conceitos prévios e pertinentes à construção cognitiva. Nesse modelo, os conhecimentos são armazenados de maneira arbitrária, sem que sejam estabelecidas relações com informações prévias, e tendem a ser descartados rápida e frequentemente após as avaliações.

É consenso entre os profissionais da Educação que os estudos precisam ser desenvolvidos com os alunos de modo significativo, contrastando o modelo mecânico do aprendizado. A aprendizagem significativa, segundo David Ausubel e colegas (1980), depende da capacidade de o aluno conseguir relacionar uma nova informação a um conhecimento prévio e, com isso, dar-lhe posição mais concreta em um todo mais amplo (*apud* Pius et. Al., 2008).

Para tal, a disponibilidade de conhecimentos subsunçores, pré-requisitos constituídos por ideias ou conceitos já presentes na estrutura cognitiva, são indispensáveis ao processo de aprendizagem significativa, pois representam um arcabouço do novo aprendizado, sobre o qual será atribuído significado (BRAGA et al., 2009).

Ou seja, sempre que possível, é necessário que os alunos percebam algum sentido ou alguma aplicação prática nas informações que lhes são transmitidas e estabeleçam relações entre essas e aquelas já adquiridas, para que consigam processá-las, assimilá-las e agregá-las.

Espera-se, com isso, que o Ensino permita a participação efetiva do aluno na remodelação e ampliação de conhecimentos prévios, muitas vezes discordantes das aclarações científicas, e na construção de novos conceitos (MILLAR, 2003; CARVALHO, 2004; NEHRING, 2002), apropriando-se de saberes e habilidades que os permitam lidar com situações reais e atuais.

Pius e colaboradores (2008) citam estudos que demonstraram a necessidade do ensino significativo, acelerando o processo de aprendizagem e tornando-o mais duradouro e passível de aplicações em diversas situações práticas. Segundo os autores, na perspectiva da aprendizagem significativa,

“é importante considerar que o estudante é um sujeito que está atribuindo sentidos e significados ao mundo e aos objetos que os cercam. Alguns autores afirmam que um dos prazeres mais naturais e espontâneos para o ser humano é o de dar significação às coisas e ao universo. O homem faz isso desde o nascimento até a morte. O estudante, independente do seu grau de escolaridade, vem para a escola repleto de curiosidade e esperança em relação à possibilidade de enriquecer o seu poder de dar significação às coisas e compreendê-las.”

A transmissão de saberes de modo significativo se faz ainda mais necessária na medida em que os novos conhecimentos passam a ser incorporados nos diversos setores da sociedade, sendo potencialmente capazes de transformá-la. Nesse sentido, a escola tem papel fundamental, apresentando as evoluções científicas e tecnológicas, seus limites, suas vantagens e desvantagens, suas relações com a evolução cultural da sociedade e com a melhoria na qualidade de vida e assim, formando cidadãos aptos a participarem ativamente de decisões que possam influenciar suas vidas.

Para Freitas (2011), um ensino que visa à construção de cidadãos compreende um processo dinâmico, capaz de fornecer argumentos consistentes com a realidade, para que os educandos tornem-se potencialmente capazes de avaliar suas ações, as ações de outros e dos diversos setores da sociedade.

Portanto, a apresentação das Ciências de modo significativo e contextualizado, evidenciando a influência mútua entre seus artificios tecnológicos, o momento histórico de seu desenvolvimento e a cultura da sociedade, torna-se cada vez mais necessária. Essa relação, conhecida como Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) desde o início dos anos 70, fortaleceu-se a partir dos anos 80. Atualmente, representa a tendência da Educação em Ciências em vista da necessidade de se formar cidadãos ajustados à dinâmica do conhecimento científico-tecnológico (AULER; BAZZO, 2001).

Esses aspectos foram recentemente vislumbrados pelo sistema educacional brasileiro e apresentados em documentos norteadores, como exemplificado por um trecho dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) (Brasil, 2002):

“Mais do que fornecer informações, é fundamental que o ensino de 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.” (PCNEM, p.19)

Todavia, embora a teoria continue sendo plenamente discutida e divulgada, existe ainda um grande abismo com relação à prática cotidiana. Muitos conceitos e atividades continuam sendo oferecidos de modo maquinal, sem que suas implicações mais relevantes sejam evidenciadas pelos professores e, muito menos, digeridas pelos alunos de modo efetivo. Essa tendência é, frequentemente, conduzida pelo professor que segue as orientações do material didático utilizado.

Para Amaral e Neto (1997), os materiais didáticos têm funcionado, nas últimas décadas, como parâmetro curricular nacional, já que grande parte dos educadores os utiliza como principal, e, eventualmente, como único recurso didático. Embora os discursos iniciais dos materiais procurem incorporar as novas tendências de ensino sugeridas nas diretrizes curriculares mais atuais, os textos e seus complementos permanecem atrelados à concepção tradicional.

Esse quadro é real também dentro da Biologia. Diversos tópicos são apresentados de modo independente, pelos materiais didáticos e pelos professores, enfatizando-se pequenos detalhes que pouco ou nada contribuem para a compreensão da Biologia contemporânea. Isso é evidenciado quando os estudantes, mesmo nas séries finais da Educação Básica, são solicitados a estabelecer as relações entre teorias da evolução e diversidade atual, síntese protéica e absorção de aminoácidos no sistema digestório, respiração celular e respiração sistêmica, entre outras, e a emitir opiniões a respeito das novas tecnologias, tais como clonagem, transgenia, uso de células-tronco ou terapia gênica.

Quase diariamente, nos deparamos com novas descobertas referentes às doenças, a novos tratamentos, à evolução da vida e do homem e novas tecnologias, especialmente àquelas relacionadas à Engenharia Genética, incluindo transgenia, clonagem, DNA-recombinante, terapia gênica e utilização de células-tronco. Apesar disso, nem sempre nos sentimos aptos a discutir ou emitir opiniões, pois as informações veiculadas pela mídia são,

muitas vezes, breves e insuficientemente capazes de nos permitir a construção de um posicionamento seguro sob os pontos de vista ético, econômico e cultural.

Estrada, 2004, argumenta que o ensino fragmentado da Ciências diverge da evolução de conhecimento na área, pois impede o estabelecimento e compreensão de suas inter-relações:

“O paradigma dominante (clássico) enfrenta atualmente uma crise teórica resultante do avanço do conhecimento, principalmente, nos campos da microfísica, da química e da biologia.(...) Desse modo, o método da ciência clássica, fundamentado no duplo princípio da disjunção e da redução, reconduz o conhecimento do objeto àquelas unidades elementares que o constituem, ocultando as suas interações organizadoras.”

Souza et. al. (2011) propõem um currículo diferenciado para a Biologia do Ensino Médio, com pretensões de

“organizar o conhecimento de uma forma contextualizada, a partir de situações de aprendizagem que partam de situações de vivência e referências do aluno, e que lhe permita adquirir um instrumental para agir em diferentes situações do cotidiano, ampliando a compreensão sobre a realidade.”

Propostas assim são pertinentes, pois orientam a elaboração de materiais didáticos renovados e a modificação das práticas didáticas.

Com o ensino do tema “Divisão Celular”, um dos temas mais presentes e mais complexos das grades curriculares do Ensino Médio, parte considerável dos materiais didáticos disponíveis no mercado, e muitas vezes, pertencentes ao Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), dispense explicações com alguns aspectos em detrimento de outros. Muitos apresentam os eventos pertinentes às etapas do processo de modo enfático e detalhista, ressaltando a memorização de conceitos, enquanto discute apenas superficialmente aspectos expressivos dos pontos de vista genético, patológico e evolutivo.

Segundo Paula (2007), estudos em diversos países têm demonstrado que, mesmo sabendo descrever sequencialmente os processos de divisão celular, a maioria não compreende como as informações genéticas são transmitidas de célula a célula.

Pedrancini et al. (2007) afirmaram que

“embora algumas vezes, termos de forte conotação científica como cromossomos, genes, alelos, dominância, recessividade, sejam empregados pelos estudantes, suas respostas deixam claro que não há a compreensão dos processos de divisão celular, localização, estrutura e função do material genético e sua relação com a transmissão de caracteres hereditários.”

Outros estudos (Paula, 2007; Pedrancini, 2007) evidenciam que muitos conceitos relacionados ao material genético, peça-chave durante o processo de divisão celular, não são compreendidos. Muitos estudantes expressam uma noção muito superficial a respeito da relação entre DNA, divisão celular, determinação de características morfológicas e fisiológicas das células e transmissão de características.

Braga et. al. (2009) defendem a ideia de que o caráter subsunçor necessário ao aprendizado de temas centrais da Biologia é bem evidenciado quando analisamos a importância da meiose entre os seres vivos. Esse processo de divisão das células funciona como arcabouço indispensável à compreensão de diversos conhecimentos, tais como os mecanismos de hereditariedade, os mecanismos evolutivos, a diversidade atual e a reprodução sexuada. Todavia, a abordagem fragmentada e descontextualizada dos conteúdos ao longo das séries do Ensino Médio, apresentada tanto pelos materiais didáticos como pelos professores, distancia esses temas dos subsunçores sobre os quais estes deveriam se apoiar, prejudicando o aprendizado significativo.

O mesmo problema ocorre com relação à mitose, outra forma de divisão utilizada pelas células. O conhecimento da mitose constitui o subsunçor para a compreensão de temas como reprodução assexuada, desenvolvimento embrionário e identidade genética dos organismos. Mas a distância entre a abordagem de cada um dos temas dificulta o estabelecimento da relação entre eles.

Esta situação pode ser considerada, no mínimo, incompatível com o mundo atual. As estreitas relações estabelecidas entre a Biologia Molecular e várias outras áreas, como a Medicina, a agropecuária e as Ciências Ambientais, exigem a formação de aptidões capazes de ampará-las futuramente e darem continuidade ao desenvolvimento de novas tecnologias, visando à melhoria na qualidade de vida do homem e à sustentabilidade ambiental.

Portanto, com base nesses argumentos, o presente trabalho tem como objetivo pautar alguns aspectos do tema “divisão celular” que poderiam ser abordados de modo menos enfáticos e menos detalhados e, ao mesmo tempo, enumerar itens e atividades, pertinentes ao mesmo conteúdo, que possam ser realçados, tanto em nível de célula, quanto de organismo e de população. Espera-se com isso, que o tema “divisão celular” seja trabalhado de modo significativo, interativo e contextualizado, permitindo a construção de uma base sólida que funcione como pré-requisito para a compreensão de temas mais globais da área, tais como genética, desenvolvimento, saúde e evolução.

## METODOLOGIA

O trabalho foi dividido em duas etapas. Na primeira, foi realizada uma avaliação de três materiais didáticos com relação ao modo pelo qual o tema “Divisão Celular” é apresentado.

Os materiais analisados foram:

- AMABIS, JOSÉ MARIANO, MARTHO, GILBERTO RODRIGUES. *Biologia das células*, Volume 1: *Origem da vida, citologia, histologia e embriologia*. 2ª edição. São Paulo: Moderna, 2004.
- LINHARES, SÉRGIO; GEWANDSZNAJDER, FERNANDO. *Biologia Hoje 1: Citologia, Histologia e Origem da Vida*. 14ª edição. São Paulo: Ática, 2003.
- MATERIAL DIDÁTICO DO SISTEMA DE ENSINO CNEC – Biologia – 3ª Série do Ensino Médio – Transmissão da Vida – Volume II. Uberaba: Edigraf, 2007

Esses materiais são referidos nos tópicos a seguir como Materiais Didáticos I, II e III, respectivamente.

A análise enfocou os seguintes pontos:

- Eventos pertinentes a cada uma das etapas,
- Importância da divisão celular na reprodução,
- Relação entre divisão celular e câncer,
- Relação entre divisão celular e genética,
- Atividades propostas referentes ao tema.

Simultaneamente, foi elaborada uma sequência de ideias pertinentes ao conteúdo que pode ser incluída ou ampliada no material. Nessa etapa, os PCNs+ (BRASIL, 2002) e as habilidades e competências do NOVO ENEM (BRASIL, 2009) serviram como base.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação aos materiais didáticos analisados, todos apresentam um capítulo destinado especificamente ao tema “Divisão Celular”. A tabela a seguir mostra o posicionamento desses capítulos em cada um dos materiais.

	<b>MATERIAL DIDÁTICO I</b>	<b>MATERIAL DIDÁTICO II</b>	<b>MATERIAL DIDÁTICO III</b>
<b>VOLUME OU UNIDADE EM QUE O TEMA ESTÁ INSERIDO</b>	Volume 1 (Biologia das Células)	Volume 1 (Citologia, Histologia, Origem da Vida)	Volume 2 (Transmissão da Vida)
<b>DOIS CAPÍTULOS IMEDIATAMENTE ANTERIORES</b>	“O citoplasma” “Núcleo e Cromossomos”	“Ácidos Nucléicos” “Manipulação de genes: uma nova tecnologia”	“Os ácidos nucleicos e a receita da vida” “As Células e seu Ciclo de Vida – Interfase”
<b>CAPÍTULO SOBRE DIVISÃO CELULAR</b>	<b>“Divisão Celular: Mitose e Meiose”</b>	<b>“Divisão Celular”</b>	<b>“As Células e seu Ciclo de Vida – Divisão Celular”</b>
<b>DOIS CAPÍTULOS IMEDIATAMENTE POSTERIORES</b>	“Metabolismo Energético I: respiração celular e fermentação” “Metabolismo energético II: fotossíntese e quimiossíntese”	“Alterações Cromossomiais” “Tecido epitelial” (Unidade: Histologia)	“Os genes e a transmissão de características” “Probabilidade: calculando a chance de ocorrência dos eventos”

Percebe-se com isso que os Materiais Didáticos I e II contêm uma apresentação mais tradicional, apresentando o tema “Divisão Celular” no contexto da Citologia, sucedendo o estudo sobre a célula, ou, mais especificamente, o núcleo celular. No Material Didático III, o

mesmo tema é apresentado dentro de outro contexto, o da transmissão de características hereditárias, seguindo as sugestões de temas estruturadores propostas pelos PCNs.

Tanto os PCNs como o Novo ENEM contemplam habilidades relacionadas ao tema “Divisão Celular”, que aqui, serão referidas como habilidade 1, 2, 3 e 4.

Os PCNs apresentam três habilidades diretamente relacionadas ao tema:

- Descrever o mecanismo básico de reprodução de células de todos os seres vivos (mitose) a partir de observações ao microscópio ou de suas representações. (habilidade 1)
- Associar o processo de reprodução celular que transforma o zigoto em adulto e reconhecer que divisões mitóticas descontroladas podem resultar em processos patológicos conhecidos como cânceres. (habilidade 2)
- Identificar, a partir de resultados de cruzamentos, os princípios básicos que regem a transmissão de características hereditárias e aplicá-los para interpretar o surgimento de determinadas características. (habilidade 3)

Já o NOVO ENEM reserva apenas uma habilidade diretamente relacionada ao assunto:

- Reconhecer mecanismos de transmissão da vida, prevendo ou explicando a manifestação de características dos seres vivos. (habilidade 4)

Com relação aos pontos selecionados para análise, os resultados e discussão são apresentados a seguir.

#### Eventos pertinentes a cada uma das etapas

Os ciclos de vida das células compreendem basicamente duas fases: a interfase e a divisão celular propriamente dita, que pode ser mitose ou meiose. Todas essas fases são didaticamente divididas em etapas: G1, S e G2, durante a interfase; prófase, metáfase, anáfase e telófase, durante a mitose; e prófase I, metáfase I, anáfase I, telófase I, prófase II, metáfase II, anáfase II e telófase II, durante a meiose.

Reconhecer a mitose como o mecanismo básico de reprodução das células e ter a capacidade de descrevê-la, embora seja o ponto principal da habilidade 1, não implica em conhecer os detalhes de cada uma das etapas, mas sim, compreendê-la como mecanismo de manutenção e transmissão das informações genéticas. Mesmo assim, a análise mostrou que os materiais ainda contêm elementos detalhados referentes ao processo.

Os Materiais Didáticos I e II apresentam as etapas da interfase imediatamente antes das divisões celulares, enquanto que o Material Didático III as apresenta no capítulo anterior (“As Células e seu Ciclo de Vida – Interfase”). Todavia, esse último é o único que relaciona a duplicação semi-conservativa da molécula de DNA com a formação das cromátides-irmãs, enfatizando ainda que esse processo é indispensável para que a célula entre, posteriormente, em divisão.

Esses aspectos são relevantes na medida em que facilitam a compreensão sobre a importância do núcleo celular como um todo. Faz-se necessário que o aluno compreenda que o material genético, na forma de DNA, contém as informações sobre as características morfofisiológicas das células e que essas são transferidas de célula a célula, de pais a filhos e de geração a geração graças à distribuição equitativa entre as células-filhas.

Com relação à mitose e à meiose, os três Materiais Didáticos apresentam todas suas fases, incluindo as subetapas da prófase I da meiose (leptóteno, zigóteno, paquíteno, diplóteno e diacinese), mas o Material Didático I apresenta uma riqueza de detalhes superior, sendo também o único a comentar o processo de mitose em células procarióticas.

Embora todos os materiais analisados citam o desaparecimento do nucléolo como um dos eventos mais relevantes da prófase e seu reaparecimento durante a telófase, apenas os Materiais I e III mostram a relação entre esse evento e a inativação do material genético decorrente da condensação dos cromossomos. Mesmo assim, nenhum deles enfatiza que a inativação do material genético ocorre devido à dificuldade de atuação das enzimas envolvidas com a transcrição.

Todos os três Materiais trazem desenhos esquemáticos representando cada uma das etapas, o que favorece o desenvolvimento da habilidade 1. Todavia, apenas o Material Didático I traz fotomicrografias da meiose.

Além disso, o Material Didático III deixa claro que as divisões em fases, tanto na mitose quanto na meiose, refere-se a um artifício didático. O Material Didático I apenas cita que a mitose é um processo contínuo, enquanto que o Material Didático II não faz referência ao assunto, o que contribui para que o aluno construa a falsa ideia de que os conjuntos de eventos pertinentes a cada uma das etapas são temporalmente bem separados ao longo do processo.

O Material Didático III traz ainda, ao final do capítulo, quatro gráficos que mostram as variações na ploidia e na quantidade das células ao longo de todo o ciclo de vida de células que sofrem mitose e meiose, apontando qual evento do ciclo é responsável por cada variação. Esses gráficos promovem um entendimento maior do processo, pois, mesmo numa visão mais

generalizada, evidencia a obrigatoriedade da duplicação celular previamente às divisões e explica o caráter reducional da meiose (uma duplicação seguida de duas divisões consecutivas).

Um outro aspecto observado, nesse caso em todos os materiais analisados, foi a utilização constante de termos de sonoridade semelhante, tais como: cromossomos, cromátides e cromatinas; centrômeros, centrossomos e centríolos. Segundo Goldbach e Macedo, 2008 (in Braga et al., 2009), esse é um dos obstáculos frente à compreensão do tema.

Muitos dos detalhes apresentados nos materiais analisados poderiam ser ignorados, sem prejudicar o desenvolvimento das habilidades exigidas pelas diretrizes curriculares nacionais. Todavia, a inovação mostra-se incompatível com a realidade do país, embora já existam sinais de mudanças. Muitos processos seletivos (vestibulares), que ainda constituem a principal forma de ingresso ao Ensino Superior das Universidades e Faculdades brasileiras, ainda exigem o conhecimento das minúcias inerentes ao ciclo de vida das células somáticas e germinativas. A adoção do ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) por diversas instituições, a apresentação de avaliações interdisciplinares e contextualizadas e a exigência na elaboração de redações que abordam situações pertinentes às diversas áreas impulsionam as mudanças.

### Importância da divisão celular na reprodução

O estabelecimento das relações entre divisão celular e os processos reprodutivos são necessários para a aquisição das habilidades 1, 2 e 3.

Os três Materiais Didáticos citam, superficialmente, que a mitose relaciona-se à reprodução assexuada e a meiose, à reprodução sexuada. Nenhum explica, de modo mais enfático, a importância dessas relações: o desenvolvimento embrionário através da mitose, o que justifica o fato de que todas as células de um mesmo indivíduo são geneticamente idênticas entre si, e a recombinação gênica que ocorre graças à meiose, gerando variabilidade genética. Justamente por isso, muitos educandos manifestam dificuldade em compreender porque a tecnologia do *DNA-fingerprint* (exame de DNA) pode ser realizado com qualquer célula nucleada e qual a origem da recombinação gênica que, juntamente com as mutações, explica a variabilidade genética que passa pelo filtro da seleção natural e permite a evolução das espécies.

Com relação a esse último aspecto, todos enfatizam a importância do *crossing-over* – aumentar a variabilidade genética – mas não deixam claro que a meiose, por si só, também gera variabilidade genética graças à separação dos alelos que ocorre durante a anáfase I e à

recombinação dos genes que ocorre durante a fecundação. Sendo assim, cria-se a falsa ideia de que o *crossing-over* é o único responsável pela variabilidade genética.

Além disso, os processos de gametogênese – espermatogênese e ovulogênese – são apresentados, em todos os Materiais Didáticos analisados, nos capítulos reservados à reprodução na espécie humana, em outro volume e outra frente da Biologia. Por isso, dificultam a compreensão da relação entre mitose, meiose e formação de gametas.

#### Relação entre divisão celular e câncer

Descontroles no ciclo de vida das células somáticas, provocados através de mutações, são capazes de desencadear o desenvolvimento de tumores. Por isso, faz-se necessária a compreensão a respeito dessas alterações para se atingir a habilidade 2.

O Material Didático I é aquele que aborda o tema com mais detalhes, fazendo referência, inclusive aos genes envolvidos no processo (proto-oncogenes e genes supressores de tumor). Todavia, assim como o Material Didático II, o assunto é apresentado na forma de quadros, como leitura complementar, o que pode abrir margem para que o professor, muitas vezes pressionado pela incompatibilidade entre carga horária curta e pelo conteúdo extenso, deixe de discutir o assunto.

O Material Didático III apresenta o tema em um único parágrafo, podendo ser considerado insuficiente com relação a um assunto de tamanha importância. Por outro lado, esse parágrafo aparece no corpo do texto, inibindo, assim, a possibilidade de ignorá-lo.

Em todos os materiais analisados, as características das células cancerosas – descontrole da divisão, capacidade de invasão e capacidade de metástases – são simplesmente citadas, e não apresentadas ou discutidas, sendo incapaz de promover efetivamente o desenvolvimento de uma outra habilidade proposta pelos PCNs: “distinguir uma célula cancerosa de uma normal, apontando suas anomalias genéticas, além de alterações morfológicas e metabólicas.”

Por isso, sugere-se a incorporação, nos materiais ou durante as atividades didáticas dos professores, de informações e discussões referentes às condições morfofisiológicas das células cancerosas, bem como a apresentação de fatores físicos, químicos ou biológicos potencialmente capazes de induzir a formação de células tumorais.

#### Relação entre divisão celular e genética

As principais teorias da Genética, tais como as Leis de Mendel e os casos de *linkage*, só podem ser realmente incorporadas após a compreensão sobre os principais eventos da

meiose, como a separação dos cromossomos homólogos e a ocorrência do *crossing-over*. Ou seja, a meiose representa o subsunçor necessário ao desenvolvimento das habilidades 3 e 4.

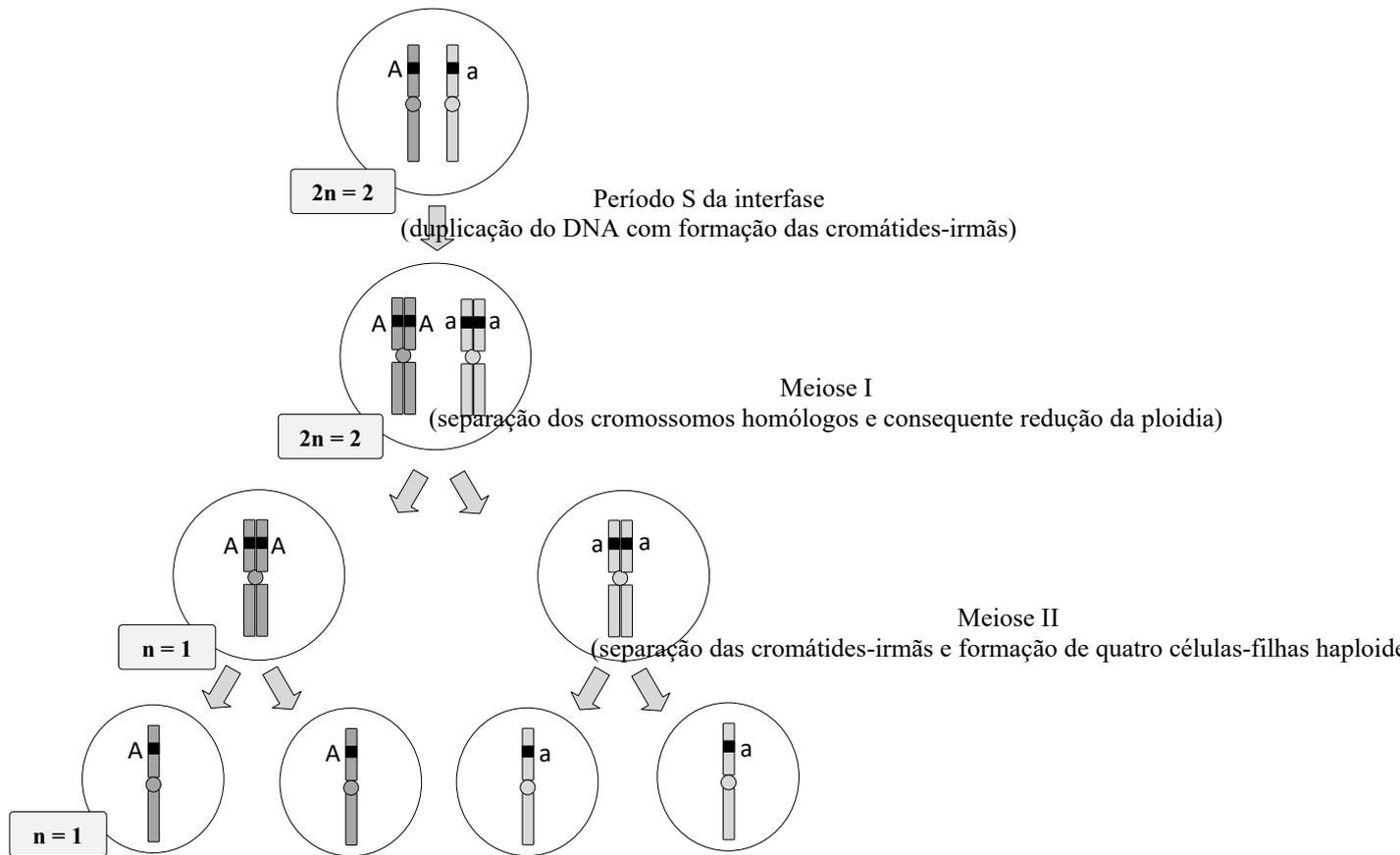
Paula (2007) cita um estudo que demonstrou que muitos alunos, embora capazes de resolver cruzamentos de genética através do quadrado de Punnett, não conseguiram manifestar informações a respeito do conteúdo genético de cada um dos gametas apresentados.

Ao apresentar o modo pelo qual os cruzamentos são realizados, é necessário que os alunos compreendam que os descendentes são resultantes da fecundação dos gametas e que essas células são originadas por meiose (no caso dos animais) e que, sendo haplóides, contêm apenas um gene para cada caráter e não dois, como ocorre nas células somáticas diplóides. As falhas na compreensão se tornam ainda mais evidentes quando o aluno é induzido, em um primeiro momento, a encontrar os descendentes de um cruzamento através da aplicação da propriedade distributiva, sem utilizar o quadro.

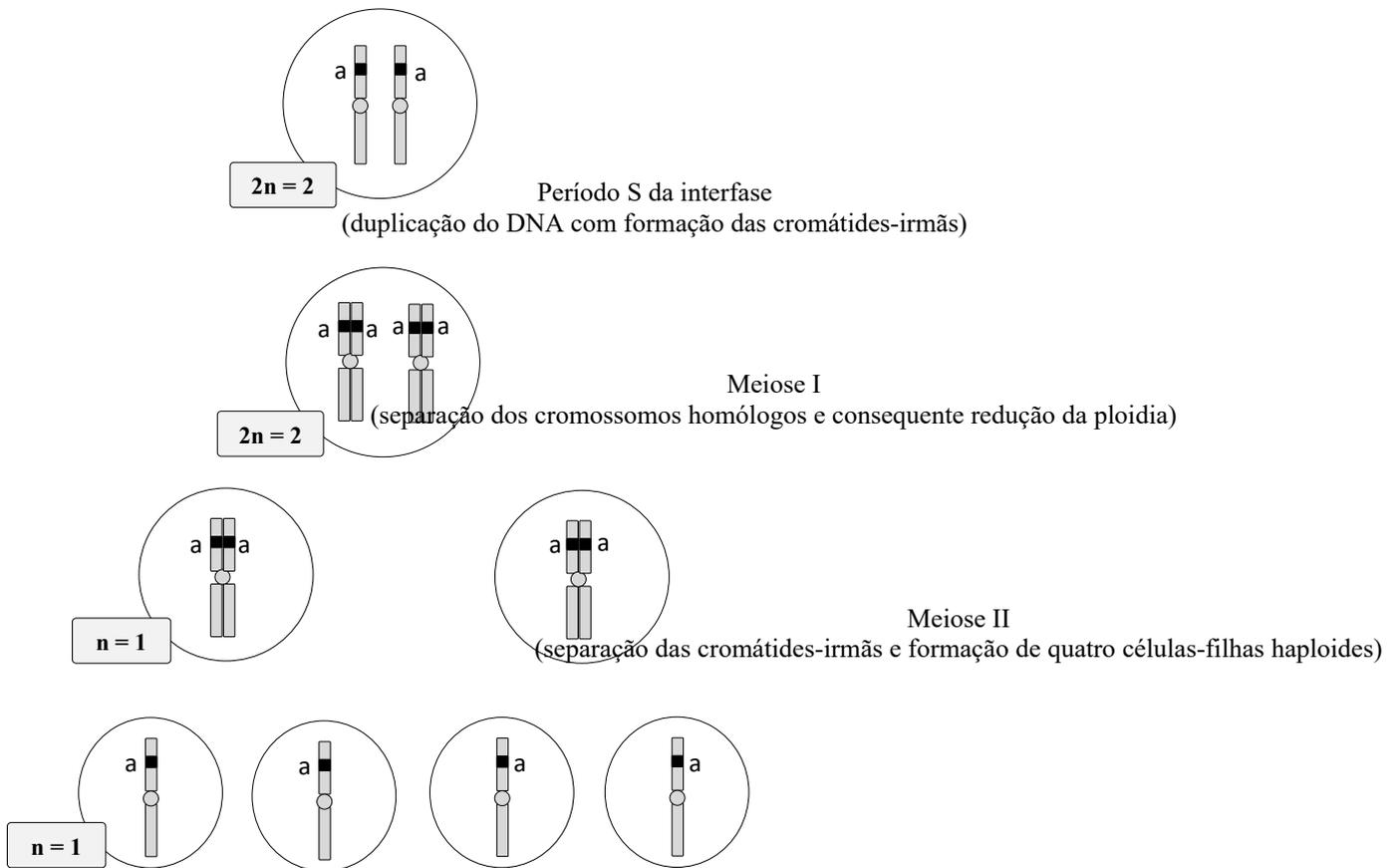
Sendo assim, convém que ele compreenda os conceitos de genes, cromossomos, células haploides e diploides, genótipos e fenótipos, enfatizando que os genótipos dos indivíduos são constituídos por dois alelos para cada caráter porque suas células são diplóides, portanto, contêm dois cromossomos de cada tipo e cada cromossomo de um par apresenta um alelo.

Posteriormente, a formação de gametas é apresentada e, a partir daí, os cruzamentos através do quadro de Punnett também o são. Sugere-se que a apresentação da propriedade distributiva ocorra apenas após a compreensão do quadro de Punnett.

O estabelecimento das relações entre divisão celular e genética não depende do conhecimento de cada uma das fases da divisão celular, mas sim, de uma visão geral da meiose, enfatizando seus principais eventos, como representado a seguir (Figuras 1 e 2). Essa visão geral é suficiente para proporcionar a compreensão a respeito da “separação e combinação ao acaso dos fatores”, segundo as Leis elaboradas por Gregor Mendel quanto à avaliação de um e dois ou mais pares de “fatores” (Lei do Monoibridismo e Lei da Segregação Independente, respectivamente); do aumento da variabilidade genética proporcionado pelo *crossing-over* (apenas nas situações em que dois ou mais pares de genes são analisados) e, inclusive, das principais causas responsáveis pela ocorrência das mutações cromossômicas numéricas ou, mais especificamente, das aneuploidias (erros durante a separação dos cromossomos homólogos, na meiose I, ou das cromátides-irmãs, na meiose II).



**Figura 1. Formação de gametas, através de meiose, em uma célula heterozigota Aa.**



**Figura 2. Formação de gametas, através de meiose, em uma célula homozigota aa.**

Nesse sentido, a apresentação desses conteúdos parece mais apropriada no Material Didático III, já que trabalha o tema “Divisão Celular” imediatamente antes da Genética. Portanto, facilita a interação entre este tema e a transmissão de características hereditárias. Nos Materiais Didáticos II e III, “Divisão Celular” é apresentada nos Volumes I, enquanto a Genética propriamente dita aparece no Volume III, sugerindo a fragmentação do assunto em séries diferentes, e distantes entre si, no Ensino Médio.

#### Atividades propostas referentes ao tema

O Material Didático I apresenta a maior quantidade de atividades, sendo essas divididas em três grupos: “Guia de Estudo”, “Questões para Pensar e Discutir” e “A Biologia no Vestibular”. As atividades do primeiro grupo referem-se a questões diretas, úteis na fixação de conceitos. O próximo grupo, embora contenha algumas que possibilitam uma discussão mais profunda a respeito do tema, a maioria ainda limita-se a respostas diretas, exercitando apenas a fixação de conceitos. As atividades do último grupo compreendem questões objetivas e discursivas de vestibulares de diversos estados do país.

No Material Didático II, as atividades também aparecem divididas em grupos: “Confira o que Aprendeu”, “Aplique seus conhecimentos” e “Vestibular (questões de múltipla escolha e questões discursivas)”. Em “Confira o que Aprendeu”, as atividades são simples; questões que exigem respostas diretas, exigindo apenas a memorização. No segundo grupo, as questões exigem raciocínio e um conhecimento mais aprofundado do assunto para serem respondidas. As questões de vestibular, objetivas e discursivas, também representam uma coletânea dos vários estados brasileiros.

O Material Didático III apresenta a menor quantidade de atividades, que são divididas em apenas dois grupos: “Exercícios de sala” e “Exercícios Propostos”. No primeiro grupo aparecem questões mais gerais referentes ao assunto, muitas vezes envolvendo ora memorização, ora interpretação e raciocínio. Em “Exercícios Propostos” são oferecidas as questões de vestibular, objetivas e discursivas, também de diversas regiões do país.

Nenhum dos materiais apresenta sugestões de atividades práticas.

Evidencia-se, assim, que as atividades propostas nos Materiais Didáticos analisados privilegiam a fixação de conceitos e os processos seletivos. Esses últimos devem estar presentes, já que, grande parte dos alunos objetivam o ingresso em Universidades e Faculdades ao final do Ensino Médio.

Todavia, ensaios mais atuais (Brasil, 2006) defendem a ideia de que as aulas de Ciências, incluindo Biologia, devem constituir o palco de debates a respeito dos impactos causados pelo desenvolvimento do conhecimento científico sobre a sociedade. Sendo assim, não apenas o corpo teórico do material, mas as atividades propostas, devem abrir margem para discussões em sala de aulas.

Por isso, faz-se necessário a incorporação de atividades práticas e questões que permitam a interação com fatos reais e atuais e atividades dialógicas em sala de aula.

Uma sugestão refere-se à utilização de questões mais amplas, trabalhadas em conjunto com os diversos gêneros textuais apresentados pela Língua Portuguesa: a elaboração de um informe publicitário, de uma nota argumentativa, de um texto de opinião, de um conto, de um debate orientado, de um relato e assim por diante.

## CONCLUSÕES

Os materiais didáticos voltados ao ensino do tema “Divisão Celular” no Ensino Médio e analisados durante o trabalho mostraram-se, no geral, distantes das novas disposições educacionais.

Enquanto as propostas pedagógicas recentes e as habilidades e competências sugeridas pelos PCNs e novo ENEM enfatizam a maior importância da compreensão da divisão celular como um todo, minimizando a importância aos detalhes do processo, os materiais analisados limitam-se ainda a conceitos, detalhes e atividades que pouco favorecem o desenvolvimento de práticas educacionais significativas e contextualizadas.

É importante que escolas, educadores e, enfim, o sistema educacional brasileiro como um todo reconheça a necessidade urgente de mudanças e procurem meios de implantá-las. As mudanças necessárias já foram amplamente discutidas e divulgadas, mas vários fatores ainda dificultam sua aplicação cotidiana. Abordagem tradicional dos materiais didáticos, indisponibilidade de recursos para a realização de procedimentos práticos e processos seletivos tradicionais são alguns desses fatores.

A análise conjunta dos trabalhos relacionados ao assunto descritos até agora deixam claro que somente após a mudança efetiva dos processos de Ensino, as Ciências e, mais especificamente, a Biologia contribuirão para a formação de sujeitos autônomos do aprendizado, com argumentação crítica, visão de mundo e responsabilidades política e social, capazes de atender às demandas de uma sociedade plural.

## REFERÊNCIAS

AMABIS, JOSÉ MARIANO, MARTHO, GILBERTO RODRIGUES. **Biologia das células, Volume 1: Origem da vida, citologia, histologia e embriologia**. 2ª edição. São Paulo: Moderna, 2004.

AMARAL, IVAN AMOROSINO; NETO, JORGE MEGDI. Qualidade do livro didático de Ciências: o que define e quem define? **Ciência e Ensino**. Jun. 1997. Disponível em: <<http://www.ige.unicamp.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/viewPDFInterstitial/14/20>> Acesso em: 20 set. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724:2001** (Informação e documentação - Trabalhos acadêmicos – Apresentação) e **NBR 10520:2001** (Informação e documentação - Apresentação de citações em documentos). **NBR 6023:2000** (Informação e documentação – Referências – Elaboração). Disponível em <<http://www.firb.br/abntmonograf.htm>> Acesso em: 30 jun. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023:2002**. Informação e documentação – Referências - Elaboração. Rio de Janeiro, 2002. 24 p. Disponível em <[http://vsites.unb.br/ciord/informacoes/defesa/abnt\\_nbr6023\\_2002\\_referencia.pdf](http://vsites.unb.br/ciord/informacoes/defesa/abnt_nbr6023_2002_referencia.pdf)> Acesso em: 30 jun. 2010.

AULER, D.; BAZZO, W.A. Reflexões para a Implementação do Movimento CTS no Contexto Educacional Brasileiro. **Revista Ciência e Educação**. Bauru, SP, v. 7, n. 1, p.1-13, 2001. Disponível em: <<http://www.cultura.ufpa.br/ensinofts/artigo4/ctsbrasil.pdf>>. Acesso em: 04 nov. 2010.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980. apud PIUS, FELIPE RODRIGUES; ROSA, ERIK JONY; PRIMON, CÁTIA SUELI FERNANDES. **Ensino de Biologia**. I Jornada de Iniciação Científica e Tecnológica Uniban. P. 1-3, 2008. Disponível em: <[http://www.unipan.br/pesquisa/iniciacao\\_cientifica/pdf/ciencias\\_humanas/educacao/ensino\\_biologia.pdf](http://www.unipan.br/pesquisa/iniciacao_cientifica/pdf/ciencias_humanas/educacao/ensino_biologia.pdf)> Acesso em: 20 set. 2011.

BRAGA, CLEONICE, MIGUEZ DIAS SILVA; FERREIRA, LOUISE BRANDES, MOURA; GASTAL, MARIA LUISA DE ARAÚJO. **O uso de modelos no ensino da divisão celular na perspectiva da aprendizagem significativa**. VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis, 2009. Disponível em: <<http://www.foco.fae.ufmg.br/pdfs/1463.pdf>> Acesso em: 17 nov. 2011.

BRASIL - MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC). **Matriz de Referência para o ENEM 2009**. 2009, 26 p. Disponível em: <[http://www.enem.inep.gov.br/pdf/Enem2009\\_matriz.pdf](http://www.enem.inep.gov.br/pdf/Enem2009_matriz.pdf)> Acesso em: 20 nov. 2009.

BRASIL – MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC). **Parâmetros Curriculares Nacionais + – Ensino Médio – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (PCNEM)**. Brasília: Secretaria de Educação Fundamental, 2002, 144 p. Disponível em: <<http://www.ciadaescola.com.br/downloads/resultado.asp?categoria=161&codigo=55>> Acesso em: 20 set. 2010.

BRASIL – MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC). **Parâmetros Curriculares Nacionais + – Ensino Médio – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (PCNEM)**. Brasília: Secretaria de Educação Fundamental, 2006, 140 p. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book\\_volume\\_02\\_internet.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf)> Acesso em: 20 17 nov. 2011.

CARVALHO, ANA MARIA PESSOA (org). **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

ESTRADA, A. A. **A crise dos paradigmas e a educação**. *Educere*. Umuarama. v. 4, n. 1, p.5-18, 2004.

FREITAS, DENISE; SOUZA, MARCOS LOPES. **CTS no Ensino de Ciências: Uma Aplicação por Meio da Abordagem do Cotidiano**. Disponível em: <[http://www.ufscar.br/~ciecultura/denise/evento\\_2.pdf](http://www.ufscar.br/~ciecultura/denise/evento_2.pdf)> Acesso em 20 set. 2011.

LINHARES, SÉRGIO; GEWANDSZNAJDER, FERNANDO. **Biologia Hoje 1: Citologia, Histologia e Origem da Vida**. 14ª edição. São Paulo: Ática, 2003.

MATERIAL DIDÁTICO DO SISTEMA DE ENSINO CNEC – Biologia – 3ª Série do Ensino Médio – Transmissão da Vida – Volume II. Uberaba: Edigraf, 2007

MILLAR, ROBIN. **Um currículo de ciências voltado para a compreensão por todos**. Ensaio, Belo Horizonte, MG, v. 5, n. 2, p. 73-91, out. 2003. Disponível em: <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/viewFile/65/103>>. Acesso em: 04 nov. 2010.

NEHRING, CÁTIA MARIA et al. **As ilhas de racionalidade e o saber significativo: o ensino de ciências através de Projetos**. Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências, v. 2, n. 1, mar. 2002. Disponível em: <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/viewFile/17/47>> Acesso em: 15 nov. 2011.

PAULA, SABRINA RIBEIRO. **Ensino e Aprendizagem dos processos de divisão celular no Ensino Fundamental**. 2007. 113f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41131/tde-29012008-152152/> Acesso em: 19 set. 2010.

PEDRANCINI, VANESSA DAIANA, et al. **Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico**. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. V. 6, n. 2, p. 299-309, 2007. Disponível em: <[http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART5\\_Vol6\\_N2.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART5_Vol6_N2.pdf)> Acesso em: 20 set. 2011.

PIUS, FELIPE RODRIGUES; ROSA, ERIK JONY; PRIMON, CÁTIA SUELI FERNANDES. **Ensino de Biologia**. I Jornada de Iniciação Científica e Tecnológica Uniban. P. 1-3, 2008. Disponível em: <[http://www.unipan.br/pesquisa/iniciacao\\_cientifica/pdf/ciencias\\_humanas/educacao/ensino\\_biologia.pdf](http://www.unipan.br/pesquisa/iniciacao_cientifica/pdf/ciencias_humanas/educacao/ensino_biologia.pdf)> Acesso em: 20 set. 2011.

SISTEMA DE ENSINO CNEC. **Instruções e Orientações Teórico- Metodológicas – 5ª série (6º ano) Ensino Fundamental.** Uberaba: Edigraf, 2010. 47 p.

SOUZA, ELCI OLIVEIRA SAMPAIO; SILVA, ELIZABETH SILVEIRA; DOTTORI, SIMONE SOUZA. **Biologia para o Ensino Médio.** Projeto de reorientação curricular para o estado do Rio de Janeiro Ensinos médio e fundamental (2º segmento). Disponível em: <<http://omnis.if.ufrj.br/~curriculo/11-exatas-biologia.pdf>> Acesso em: 22 set. 2011.