

Consórcio Setentrional de Educação a Distância  
Universidade de Brasília e Universidade Estadual de Goiás  
Curso de Licenciatura em Biologia a Distância

Construção de um blog educacional utilizando imagens  
microscópicas como ferramenta inovadora no ensino de  
Citologia

PAULO ROBERTO FERREIRA BOMFIM

Brasília  
2011

PAULO ROBERTO FERREIRA BOMFIM

Construção de um blog educacional utilizando imagens  
microscópicas como ferramenta inovadora no ensino de  
Citologia

Monografia apresentada, como exigência parcial para a obtenção do grau pelo Consórcio Setentrional de Educação a Distância, Universidade de Brasília no curso de Licenciatura em Biologia a distância.

Brasília  
2011

Paulo Roberto Ferreira Bomfim

Construção de um blog educacional utilizando imagens  
microscópicas como ferramenta inovadora no ensino de  
Citologia

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para a  
obtenção do grau de Licenciado em Biologia do Consórcio Setentrional de  
Educação a Distância, Universidade de Brasília.

**Aprovado em junho de 2011.**

---

Profa. Ms. Lanuse Zanotta  
Universidade de Brasília  
Orientadora

---

Profa. Dra. Helga Wiederhecker  
Universidade de Brasília  
Avaliador I

---

Profa. Ms. Gabriela Rodrigues de Toledo Costa  
Universidade de Brasília  
Avaliadora II

Brasília  
2011

*In memoriam de minha mãe Edivirgem. Ao meu pai Ahear.  
À minha esposa Fernanda. Minha eterna gratidão e amor.*

# AGRADECIMENTOS

Acima de tudo, a Deus, o maior responsável por toda e qualquer realização pessoal.

Ao meu pai, por todo seu esforço e dedicação para proporcionar este momento tão importante.

À minha mãe (*in memoriam*), por seu carinho e amor incondicional durante toda minha existência.

À minha esposa, por todo seu apoio e compreensão durante estes longos anos de formação.

À professora Lanuse, pela extrema capacidade de transmitir conhecimentos e pela paciência na orientação do trabalho.

Aos professores, por todo o aprendizado proporcionado ao longo do curso.

À professora Sônia Nair Bão e seus alunos, pela imensa colaboração com o trabalho, ao fornecerem as imagens microscópicas utilizadas no projeto, além de outras referências bibliográficas.

Ao professor Cláudio e à mestrandia Rebeca, por todas as explicações a respeito do funcionamento do Microscópio Eletrônico de Transmissão.

Aos amigos, pelo apoio e reconhecimento.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

*“Vivemos uma espécie de grandes desafios no ensino. E vale a pena pesquisar novos caminhos de integração do humano e do tecnológico; do sensorial, emocional, racional e do ético; do presencial e do virtual; de integração da escola, do trabalho e da vida.”*

José Manuel Moran

## RESUMO

BOMFIM, Paulo Roberto Ferreira. **Construção de um blog educacional utilizando imagens microscópicas como ferramenta inovadora no ensino de Citologia**. 2011. 20 f. Trabalho de Conclusão de Curso Licenciatura em Ciências Biológicas – Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

Tendo como base a utilização de imagens microscópicas para o ensino de Citologia, a proposta deste trabalho foi desenvolver um blog educacional para disponibilizar material didático, tendo como objetivo auxiliar estudantes na compreensão detalhada da composição das células e suas principais características. Espera-se que esse tipo de material seja bem aceito e possa contribuir de maneira positiva para a aprendizagem de conceitos básicos acerca de Biologia Celular, tanto no âmbito do Ensino Fundamental quanto do Ensino Médio e também do Ensino Superior, como fonte de consulta regular e precisa. A abordagem de temas dessa natureza requer que o conteúdo exposto seja bem dinâmico e que o professor disponha de ferramentas complementares à instrução dada em sala de aula. A internet, nos dias atuais, proporciona a facilidade de obtenção de informações pertinentes ao tema escolhido, representando grande potencial para a consecução de objetivos educacionais arrojados. Complementando a instrução realizada no espaço formal das escolas, o conteúdo do blog idealizado visa incrementar o alcance de resultados promissores no ensino da Citologia, como um método auxiliar no processo de ensino-aprendizagem.

Palavras-chave: Citologia, Biologia Celular, blog educacional, material didático, ensino-aprendizagem, informática, internet.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 – Tela mostrando parte do blog educacional biocelunb.blogspot.com.....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 2 – Tela mostrando parte do blog educacional biocelunb.blogspot.com.....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 3 – Tela mostrando parte do blog educacional biocelunb.blogspot.com.....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 4 – Tela mostrando parte do blog educacional biocelunb.blogspot.com.....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 5 – Tela mostrando parte do blog educacional biocelunb.blogspot.com.....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 6 – Tela mostrando parte do blog educacional biocelunb.blogspot.com.....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 7 – Tela mostrando parte do blog educacional biocelunb.blogspot.com.....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 8 – Tela mostrando parte do blog educacional biocelunb.blogspot.com.....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 9 – Tela mostrando parte do blog educacional biocelunb.blogspot.com.....</b>	<b>34</b>
<b>Figura 10 – Tela mostrando parte do blog educacional biocelunb.blogspot.com.....</b>	<b>34</b>

## LISTA DE SIGLAS

AHA	Ambientes Hipermediáticos de Aprendizagem
AVA	Ambientes Virtuais de Aprendizagem
Å	Angstrom
EM	Ensino Médio
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MET	Microscópio Eletrônico de Transmissão
MO	Microscópio Óptico
µm	Micrômetro
mm	Milímetro
nm	Nanômetro
N.A.	Número de abertura
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
WEB	Palavra inglesa que significa teia ou trama, utilizada para se referir a World Wide Web

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2. DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>12</b>
2.1 Breve história da Citologia e Teoria celular.....	12
2.2 Uso da informática e da internet na educação.....	13
2.3 Princípios gerais da Microscopia.....	16
2.4 O aprendizado a partir do uso de imagens: aspectos cognitivos.....	21
<b>3. DISCUSSÃO.....</b>	<b>23</b>
<b>4. CONCLUSÃO.....</b>	<b>26</b>
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>28</b>
<b>ANEXOS (MATERIAL DO BLOG).....</b>	<b>30</b>

# 1. INTRODUÇÃO

Desde o momento que surgiu um dos primeiros microscópios, a imagem preliminar observada por Robert Hooke e denominada por ele de célula, em 1665, tornou-se de grande interesse no âmbito das Ciências Biológicas (DE ROBERTIS, 1977; VIDAL e MELLO, 1987).

Devido ao valor desse tipo de investigação para a Biologia, o ensino de Citologia torna-se um assunto de grande relevância, ao mesmo tempo em que representa um desafio, pois lida com escala diminuta de visualização. Os educadores que dispõem de materiais didáticos em formato diferenciado podem proporcionar instrução de qualidade aos discentes, objetivando resultados mais promissores.

A utilização das tecnologias disponíveis na WEB constitui mais um fator que contribui para aperfeiçoar os métodos de ensino sobre Citologia. Por meio de uma interface criada gratuitamente na internet, é possível compor um banco de dados com imagens micrografadas e outros materiais didáticos para consulta no Ensino Fundamental, Médio e Superior, a fim de tornar mais interessante o estudo da célula.

A criação de um blog educacional foi o objetivo deste trabalho, com a finalidade de facilitar o acesso a informações de suma importância para o aprendizado sobre seres vivos. Também visa realizar a transposição didática do conteúdo, abordado de maneira mais simples, porém utilizando imagens cujo teor científico é relevante e menos abstrato. Por intermédio de novas ferramentas e material didático diferenciado, o blog como material para a internet propõe incentivar a criatividade dos alunos e contribuir para conduzi-los na construção do próprio conhecimento, inovando na maneira como o conteúdo deve ser trabalhado.

O referencial teórico que foi utilizado neste estudo aborda um breve resgate histórico da Citologia e da Teoria Celular, a importância do uso da informática e da internet na educação, bem como enfatiza os princípios gerais da microscopia. Os aspectos relativos à pedagogia contemplam o aprendizado a partir do uso de imagens e seus aspectos cognitivos mais relevantes; finalizando com uma discussão sucinta sobre recursos didáticos alternativos como ferramenta inovadora para o ensino de Citologia.

A partir do momento em que o aluno tem a oportunidade de pesquisar e encontrar imagens que permitam identificar claramente estruturas celulares, no lugar de representações esquemáticas que não correspondem diretamente à realidade. Isto favorece uma maior interatividade entre teoria e prática, além de aperfeiçoar o método ensino-aprendizagem (KRASILCHIK, 1986). Despertar o interesse por conhecimento de cunho científico é um

caminho possível para tornar mais aprazível e estimulante o estudo de assuntos de natureza biológica, como exemplo, Biologia Celular e Molecular. Com isso, ao se sentir diretamente responsável por sua própria formação, o aluno tem a oportunidade de criar mais autonomia, tornando-se menos dependente da aula expositiva e do esforço do professor (SILVA, 2009).

Por outro lado, oportuniza-se também aos professores uma maior participação no projeto de ensino, inclusive contribuindo para sua expansão. Em suma, como o blog educacional caracteriza-se por ser uma página aberta aos comentários dos usuários, o professor tem a opção de contribuir seja com sugestões, críticas construtivas ou ainda agregando valor ao material existente (ALMEIDA, 1987). Com o advento do caráter social da internet, há possibilidade de expressão intelectual e artística, promovendo o debate e compartilhamento de interesses entre várias pessoas de localidades diferentes (SILVA, 2009).

No que tange questões relativas às dificuldades no ensino de Citologia ou de se trabalhar esse tipo de conteúdo, importa transpor a barreira do que é invisível a olho nu, como é o caso da Biologia Celular. É mais complicado para os estudantes desenvolverem a capacidade de construir modelos mentais, pelo nível de abstração de representações simbólicas. Em virtude das células serem muito pequenas a compreensão se torna mais difícil, porquanto essas estruturas encontram-se mal representadas por figuras editadas e disponibilizadas nos livros didáticos (KRASILCHIK, 1986). No entanto, o ensino com aplicação de imagens microscópicas pode tornar mais verossímil a identificação dessas estruturas, aumentando o nível de compreensão por parte dos estudantes.

Conforme preconiza Piaget (1975), é imperiosa a necessidade de se utilizar novas ferramentas de aprendizagem representando um melhor aproveitamento por parte dos alunos. Para este autor, é comprovadamente necessária a utilização, no ensino, de novas tecnologias educacionais, culminando com a motivação para os estudos, aumento do rendimento escolar e consequente permanência da aprendizagem.

Enfim, há diversas possibilidades quanto à utilização de computadores e da internet como instrumental no processo educativo, sendo extremamente relevante e podendo ainda representar benefícios incalculáveis ao ensino de Citologia (ALMEIDA, 1987). Tal utilidade visa contribuir para ostentar o caráter pedagógico de maneira mais reflexiva e crítica, incentivando o desenvolvimento da criatividade. Novas ferramentas didáticas oportunizam a atualização dinâmica de informações, além de propiciar participação efetiva no processo formativo.

## 2. DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Breve história da Citologia e Teoria celular

A capacidade de resolução do olho humano é limitada à distância mínima entre dois pontos de 0,1 mm (100  $\mu\text{m}$ ). As células, geralmente, são de tamanho muito menor e requerem a utilização de todo o potencial do microscópio óptico para viabilizar seu estudo, numa escala de resolução máxima de 0,2  $\mu\text{m}$ . Já as estruturas subcelulares apresentam tamanho ainda mais reduzido, necessitando a utilização do microscópio eletrônico, o qual possui maior poder de resolução (DE ROBERTIS, 1977).

As unidades de maior dimensão, em um nível citológico, que possibilitam análise a partir de técnicas microscópicas são pertinentes à *ultraestrutura* ou *morfologia submicroscópica*. O *microscópio eletrônico* é considerado o instrumento de maior importância para a realização de investigações no âmbito da morfologia submicroscópica. Utilizando este instrumento, é possível analisar diretamente estruturas de tamanho entre 4 e 2000 Å ou mais, promovendo uma fusão “entre as observações realizadas com o microscópio óptico e o mundo das macromoléculas” (DE ROBERTIS, 1977).

Para De Robertis (1977) a Citologia passou a ser denominada na atualidade como Biologia celular e é considerada uma subdivisão bastante jovem no âmbito das ciências naturais. Obteve o reconhecimento como ramo das ciências naturais somente no final do século XIX. A construção do microscópio composto, desenvolvido a partir das lentes ópticas combinadas, possui ligação muito próxima com a própria história da Citologia. O significado de microscópio foi extraído do grego *mikros*, pequeno e *skopein*, ver, examinar.

No ano de 1665, Robert Hooke empregou pela primeira vez o termo célula, que vem do grego *kytos*, célula; e do latim *cella*, significando espaço vazio ou câmara. O pesquisador utilizou esta definição ao descrever suas investigações sobre a textura da cortiça por meio de lentes de aumento (DE ROBERTIS, 1977, MAILLET, 1982).

Conforme De Robertis (1977), nas observações reproduzidas por Grew e Malpighi utilizando vegetais variados, apenas as cavidades passaram por análise, chamadas “utrículos” ou “vesículas”, cuja origem era a parede celulósica. No século XVII e no início do seguinte, mais precisamente em 1674, Leeuwenhoek identificou haver células livres, diferentemente das células “fixas” características de Hooke e Grew, além de detectar certo nível de organização no interior delas. O conhecimento adquirido até então, persistiu no mesmo estado por período superior a um século.

De acordo com o que complementa Alberts (2010), apenas depois do surgimento de bons microscópios ópticos no princípio do século XIX, foi proposto por Schleiden e Schwann “que todos os tecidos vegetais e animais são agregados de células individuais”. A chamada **doutrina celular**, patenteada em 1838, determina o surgimento terminante da biologia celular.

Segundo De Robertis (1977), em 1839, Schwann instituiu a *Teoria celular*, considerada a mais vasta e basilar dentre todas as generalizações biológicas, estabelecendo relação direta com a origem da Biologia celular, a qual prevê “que os seres vivos, animais, vegetais ou protozoários estão compostos sem exceção por células e produtos celulares”.

Todos os campos da pesquisa biológica têm sido influenciados pela Teoria celular. O significado contíguo deste fato estipula que cada célula é formada pela divisão de outra célula. Também foi percebido que o somatório das atividades e interações entre as unidades celulares resulta no funcionamento de um organismo individual (DE ROBERTIS, 1977).

Concomitantemente ao estudo histológico, ou seja, dos agregados celulares, os esforços dos biólogos concentraram-se ainda mais na célula, reputada como a “unidade fundamental da vida” (DE ROBERTIS, 1977). Segundo este autor, o surgimento da Citologia como um ramo separado da Biologia se deu a partir da publicação da monografia de O. Hertwig, em 1892, denominada “Die Zelle und das Gewebe” (As células e tecidos). Neste estudo, o pesquisador executa uma síntese geral dos fenômenos biológicos, a partir das características da célula, sua estrutura e função.

## **2.2 Uso da informática e da internet na educação**

As diversas tentativas de melhoria e modernização dos processos de ensino e aprendizagem não se restringem a programas que não tiveram continuidade. Há que se desenvolver novos mecanismos para satisfazer as necessidades educacionais brasileiras, sobretudo no que tange ao ensino de Citologia. Não convém ignorar os fatores que contribuíram para o avanço tecnológico que se tornou ainda mais evidente ao longo dos últimos anos. A utilização de computadores na educação tornou-se uma ferramenta importante e sem possibilidade de retrocesso.

Já na década de 1980 a informática era considerada de grande utilidade na educação, mas também deveria ser utilizada com bastante critério. Além disso, a capacitação dos profissionais da educação igualmente constitui um fator extremamente importante, para que os resultados obtidos sejam satisfatórios do ponto de vista da educação mediada pelo computador (ALMEIDA, 1987). Conforme salienta Almeida (1987, p. 5), “não se trata de

pensar o ensino de informática, mas, sim, o uso da informática **no** e **para** o ensino e, de modo geral, **para** a educação”.

De acordo com Almeida (1987), a disponibilização do computador como instrumento educativo proporcionou significativas alterações no âmbito das instituições escolares, pois se tornou um critério adicional para a escolha de determina escola. Porém, este autor também destaca que há um apelo mercadológico para atrair alunos e evidenciar a excelência pedagógica do computador. Ainda destaca que cada aluno possui um ritmo pessoal e o computador pode repetir indefinidamente determinado assunto, além de tornar possível a reprodução de experiências dispendiosas, complexas e de risco; também pode servir para preparar o aluno para o presente século ou propiciar aspecto lúdico em detrimento dos antiquados bancos da escola.

Independente do motivo principal que conduz o processo de matrícula numa determinada escola em detrimento das demais, o computador invadiu o universo escolar do mesmo modo que passou a integrar o cotidiano de muitas residências nos dias atuais. Além disso, o acesso à internet tem sido extremamente difundido nos últimos anos, seja em casa, no trabalho, na própria escola ou em lojas especializadas. De acordo com o IBGE, 32,1 milhões de brasileiros com dez anos ou mais de idade, acessaram a internet em algum local. O PNAD de 2005 revelou que 13,9 milhões desses usuários eram estudantes.

Adicionalmente aos recursos tecnológicos comumente difundidos, existem outros mecanismos que podem ser utilizados para complementar a estrutura das tecnologias de comunicação. Os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) ou os Ambientes Hipermediáticos de Aprendizagem (AHA) constituem um artefato adicional no desenvolvimento de novas propostas de ensino e aprendizagem. Por meio de plataformas e interfaces colaborativas, os alunos recebem instrução e participam de atividades educativas por meio da internet. Tais ferramentas viabilizam alto grau de interatividade e aprendizagem significativa, uma vez que o alunado deve obter determinadas habilidades para desenvolver as propostas virtuais (HARASIM, 2005).

Segundo França (2009), os ambientes hipermediáticos de aprendizagem resultam em melhorias na qualidade do ensino, atuando como facilitadores do processo de aprendizagem, a partir da otimização do tempo, do espaço e da compreensão de questões altamente complexas. Tendo em vista o diferencial apontado, este autor ainda ressalta a possibilidade de combinar recursos de som, vídeo, textos interconectados e banco de dados, viabilizando a construção do próprio percurso pelo usuário, além de reunir discentes e docentes em diversos lugares, formando uma verdadeira rede.

Nesta perspectiva, as redes de aprendizagem utilizam computadores interligados em rede em atividades educacionais, as quais consistem em comunidades de alunos que trabalham juntos no ambiente on-line (HARASIN, 2005). Desse modo, a aprendizagem em rede significa o avanço da utilização de computadores na educação. Trata-se de uma metodologia inovadora, através da qual os alunos são participantes diretos do processo de ensino e aprendizagem. O diferencial em relação ao método tradicional de ensino encontra-se na possibilidade de construção do conhecimento por meio de ambientes destinados à obtenção de recursos educacionais efetivos.

Conforme ressalta Harasin (2005, p. 19):

“Rede” é a palavra que descreve os espaços compartilhados formados por computadores interligados em todo o mundo por sinais de telefone e satélite. Com o auxílio das redes, os educadores podem criar ambientes de aprendizagem eficazes, nos quais professores e alunos em localidades diferentes constroem juntos o entendimento e as competências relacionadas a um assunto particular.

Assim, a informação se torna franqueada a qualquer pessoa que esteja interessada em adquirir conhecimento sobre determinado conteúdo. Com isso, as barreiras físicas da escola se tornam insignificantes e o processo educativo é transformado em um evento mais dinâmico, cuja iniciativa de pesquisa parte do próprio aluno pesquisador e o assunto pesquisado pode resultar em aprendizado significativo. Desde que sejam respeitados os limites individuais, cada aluno pode se tornar um participante ativo na construção do próprio conhecimento, em conformidade com as correntes construtivistas de aprendizagem.

Sobre este aspecto, Paas (2001) destaca que a filosofia construtivista exerce grande influência no design educacional. De acordo com o construtivismo o conhecimento é “construído” de maneira prática e não apenas “adquirido” de forma passiva. Igualmente, o construtivismo ressalta a **conscientização** e **responsabilidade** do aluno na construção da própria aprendizagem, além de destacar o valor significativo da junção entre a **realidade** de cada aluno e demais agentes envolvidos no processo educacional.

Portanto, encontrar mecanismos diferenciados para promover educação de qualidade, tornou-se o referencial para o sucesso de cada instituição escolar, por meio da disponibilização de recursos tecnológicos aos estudantes. Em meio a diversos fatores que interferem na qualidade do ensino, encontrar outras maneiras de ensinar o conteúdo de Biologia torna-se uma necessidade premente. A informática possui grande potencial para privilegiar a aprendizagem significativa, por meio de informações que relacionem o conteúdo com a realidade a ser estudada, enfatizando o caráter didático-pedagógico do computador.

### 2.3 Princípios gerais da Microscopia

As células possuem tamanho reduzido, ao mesmo tempo em que apresentam grande complexidade. Por conta disso, torna-se difícil a visualização de sua estrutura, bem como descobrir a composição molecular. A compreensão do funcionamento de seus vários componentes é uma tarefa ainda mais complicada. As ferramentas disponíveis limitam o que pode ser aprendido sobre citologia e há técnicas inovadoras que, frequentemente, promovem avanços significativos no estudo da biologia celular. Conseqüentemente, a compreensão da biologia celular contemporânea depende do conhecimento de parte de seus métodos (ALBERTS, 2010).

Há uma limitação principal para todos os microscópios, porquanto não é possível utilizar determinado tipo de radiação para o exame de detalhes estruturais muito menores do que o seu próprio comprimento de onda. O chamado **limite de resolução** é o termo de separação entre dois objetos vistos à parte e está relacionado ao comprimento de onda da luz, bem como à *abertura numérica* do sistema de lentes empregado, que representa a medida da largura da abertura do microscópio (ALBERTS, 2010).

Conforme define Leal (2000, p. 100), abertura numérica das lentes é a “capacidade de uma determinada lente acolher ou receber o cone de luz espalhado e transmitido pelo objeto. Em termos matemáticos, é o seno do ângulo do cone de luz que vai para a objetiva multiplicado pelo índice de refração do meio entre o espécime e a lente”. A escala de abertura é regulada conforme a distância em relação ao objeto, o qual pode ser observado com maior clareza quanto maior for a abertura do microscópio. O limite de resolução de 0,2  $\mu\text{m}$  foi alcançado pelos fabricantes de microscópios no final do século XIX e dificilmente é atingido na atualidade pelas indústrias existentes (ALBERTS, 2010).

O que determina a qualidade de um bom microscópio não é sua capacidade de aumento, mas o seu poder de resolução, o qual está diretamente relacionado ao número de abertura (N.A.) da lente objetiva e ao comprimento de onda empregado pelo microscópio. Enquanto o limite de resolução se refere à menor distância entre dois pontos em que ainda podem ser distinguidos separadamente, o Poder de Resolução do microscópio está relacionado aos menores limites de resolução possíveis. Assim, o microscópio de melhor qualidade é aquele que possui o número de abertura maior, porquanto irá apresentar limite de resolução menor (BENCHIMOL, 1996). Em outras palavras, a capacidade de separação individual de detalhes adjacentes de uma imagem é quantificada pela resolução de um sistema ótico (MANNHEIMER, 2002).

Tanto para um feixe de luz quanto para um feixe de elétrons, a relação entre o limite de resolução e o comprimento de uma radiação se mantém. Contudo, utilizando elétrons, o limite de resolução alcança extremos mais significativos. O comprimento de onda de um elétron é de 0,004 nm em um microscópio eletrônico com uma voltagem de aceleração de 100.000 V. Por conseguinte, a resolução de um microscópio eletrônico deveria ser 100 mil vezes maior em comparação a do microscópio óptico, cerca de 0,002 nm. Tal fato é impossibilitado por conta de ser mais difícil corrigir as aberrações de uma lente eletrônica do que de uma lente de vidro. Por este motivo, na melhor das hipóteses, o poder de resolução da maioria dos microscópios eletrônicos chega a 0,1 nm ou 1 Å. Todavia, há outros fatores que interferem na resolução efetiva, tais como problemas na preparação de amostra, no contraste e danos causados pela radiação, reduzindo-a para 1 nm ou 10 Å. Apesar das restrições, a resolução do microscópio eletrônico é, pelo menos, 200 vezes melhor do que no microscópio óptico (ALBERTS, 2010).

Os microscópios ópticos possuem uma ou duas lentes oculares (binoculares) e lentes objetivas, a parte mais importante do microscópio. Tanto a resolução alcançada quanto a qualidade da imagem final são influenciadas pelas lentes objetivas, as quais podem ser formadas internamente por várias lentes. As lentes do microscópio óptico (MO) podem ser acromáticas, as mais simples existentes, cujos microscópios de luz comuns são dotados. Também podem ser semi-apocromáticas, constituídas de Fluorita, conferindo alguma correção para as aberrações. As apocromáticas possuem correção ampla e abrangem todo o espectro. Há lentes planacromáticas, as quais são corrigidas quanto à curvatura de campo, sendo adequadas para fotomicrografias, por deixarem o campo todo em foco. E existem lentes planapocromáticas, consideradas as melhores objetivas, porquanto combinam as correções das planacromáticas com as apocromáticas (BENCHIMOL, 1996). Ou seja, as aberrações provenientes de lentes de vidro podem ser minimizadas com a utilização de objetivas especiais.

As lentes no microscópio eletrônico de transmissão não são de vidro, mas sim eletromagnéticas. O sistema de iluminação é formado pelo canhão de elétrons e pelas lentes condensadoras, as quais controlam a quantidade de radiação que incide sobre o espécime. O sistema de imagem é composto pelas lentes objetivas, intermediária e projetoras, as quais projetam a imagem em uma tela de visualização fosforescente. O Microscópio Eletrônico de Transmissão (MET) possui também um sistema de vácuo, o qual propicia um ambiente adequado dentro da coluna do microscópio, em relação ao deslocamento dos elétrons (LEAL, 2000).

Quanto ao entendimento do funcionamento celular, este depende diretamente do entendimento acerca da organização estrutural das células. O microscópio óptico deu início ao estudo da biologia celular e ainda representa um instrumento imprescindível. Com o recente desenvolvimento de métodos para a marcação específica e obtenção de imagens dos componentes celulares individuais, além da possibilidade de reconstrução da sua arquitetura tridimensional, a microscopia óptica adquiriu importância ainda maior (ALBERTS, 2010).

O comprimento de onda da luz visível é o fator limitante para a resolução de um microscópio óptico, isto é, cerca de 0,4  $\mu\text{m}$  para violeta até 0,7  $\mu\text{m}$  para vermelho-escuro. Apesar disso, por ser considerada relativamente não-destrutiva, a luz constitui-se uma vantagem do microscópio óptico. Através da marcação de constituintes celulares específicos por meio de sondas fluorescentes, tais como proteínas intrinsecamente fluorescentes, é possível a observação do movimento, da dinâmica e das interações nas células vivas. Por outro lado, a utilização de microscopia eletrônica, a qual utiliza um feixe de elétrons, torna possível a obtenção de imagens de complexos moleculares no interior das células com uma resolução em nível quase atômico e com formato tridimensional (ALBERTS, 2010).

Existe a possibilidade de ampliar uma imagem indefinidamente, através de mecanismos artificiais como a projeção em uma tela, contudo é impossível que dois objetos com distância inferior a 0,2  $\mu\text{m}$  sejam visualizados distintamente. É viável, no entanto, a detecção de um pequeno objeto como um microtúbulo marcado fluorescentemente, apesar de estar cerca de dez vezes abaixo do limite de resolução de um microscópio óptico. Porém, o objeto aparecerá borrado e com uma espessura mínima de 0,2  $\mu\text{m}$ , por conta dos efeitos de difração. É o mesmo princípio que rege a visualização de estrelas no céu à noite, embora estejam abaixo da resolução angular dos olhos humanos sem qualquer subterfúgio. Por intermédio de métodos sensíveis, é possível a detecção e acompanhamento de uma única molécula proteica fluorescente, utilizando um microscópio óptico (ALBERTS, 2010).

Segundo Alberts (2010), o microscópio óptico também permite a obtenção de imagens de objetos tridimensionais complexos. Na obtenção corriqueira de imagens, é necessário o fatiamento de um tecido em cortes finos para exame, cuja maior nitidez da imagem depende de uma espessura delgada. Ao cortar a amostra, as informações acerca da terceira dimensão são perdidas. As amostras tridimensionais complexas também são iluminadas acima e abaixo do plano focal principal e aparecem “fora de foco”, dificultando a interpretação da imagem com riqueza de detalhes e ocultando sua estrutura refinada.

Conforme complementa Alberts (2010, p. 589), a solução do problema pode ser computacional ou óptica. Segundo este autor, “estes métodos de visualização na microscopia

tridimensional tornam possível focalizar um plano escolhido em uma amostra espessa enquanto se rejeita a luz que vem de regiões fora de foco acima e abaixo daquele plano”. A reconstrução de uma imagem tridimensional é feita por meio da combinação, pelo computador, de diversas secções ópticas delgadas nítidas, obtidas de profundidades distintas. Trata-se de um processo semelhante ao empregado nos aparelhos de tomografia computadorizada, com vistas seccionais do interior de uma estrutura intacta.

O limite da microscopia óptica se encontra no grau de detalhamento que pode ser revelado. Já os microscópios eletrônicos, os quais obtêm imagens através de outros tipos de radiação, possuem capacidade de resolução muito maior (ALBERTS, 2010). Entretanto, há um diferencial em relação à preparação da amostra, que se torna muito mais complexa ao mesmo tempo que dificulta a precisão quanto à real estrutura em análise. Por meio de um congelamento muito rápido, torna-se possível uma fiel preservação das estruturas para microscopia eletrônica.

De acordo com Alberts (2010), para que se tornasse possível identificar os aspectos internos, foi necessário o vasto desenvolvimento de corantes, no final do século XIX, os quais se tornaram indispensáveis para que houvesse contraste suficiente durante a visualização dessas características. No princípio da década de 1940, ocorre a introdução das técnicas de microscopia eletrônica, com potência crescente, ocasionando a necessidade de novas práticas de preservação e “coração” das células, antes mesmo que sua delicada estrutura interna pudesse despontar em sua total complexidade. Ainda hoje, a microscopia depende não somente do desempenho do microscópio, mas também das técnicas para preparo da amostra.

Pelo exposto, outra importante diferença em relação à microscopia óptica se refere à maneira como a amostra é “corada”. No caso da microscopia eletrônica, utiliza-se material *eletrodense*, por meio do qual os elétrons que atravessam a amostra são espalhados pelas estruturas, enquanto o restante é focado para a formação de uma imagem, processo similar ao da obtenção de imagens no microscópio óptico. A imagem aparece refletida em uma tela fosforescente e pode ser gravada com uma placa fotográfica ou por uma câmera digital de alta resolução. As áreas que aparecem escuras representam as regiões densas da amostra, cujos elétrons dispersos são desviados do feixe (ALBERTS, 2010).

No que se refere à composição, o microscópio eletrônico de transmissão (MET) possui um desenho global similar a um microscópio óptico, mesmo sendo muito maior e “invertido”. Um filamento ou cátodo é responsável pela emissão de elétrons a partir do topo de uma coluna cilíndrica de aproximadamente 2 metros de altura, na qual o ar é bombeado para fora gerando vácuo. Há também um ânodo próximo que impulsiona os elétrons, os quais cruzam

um pequeno orifício, formando um feixe de elétrons. É na trajetória deste feixe que se coloca a amostra, no interior de uma câmara de compressão (ALBERTS, 2010).

No sistema de iluminação se encontram as lentes condensadoras, as primeiras do Microscópio Eletrônico. Estas lentes são responsáveis por focar o feixe eletrônico que incide sobre o espécime. Os microscópios atuais possuem duas lentes condensadoras, chamadas C1 e C2, com a função de obter um controle maior sobre a iluminação da área de observação. São encontradas **aberturas** nas lentes condensadoras, sendo fixa em C1 e variável em C2. Ao utilizar aberturas de diâmetro variável, o operador tem a opção de diminuir ou aumentar a intensidade do feixe sobre o material analisado, sem alterar o seu diâmetro. Entretanto, há uma tendência em aumentar os efeitos das aberrações, por conta da utilização de aberturas menores (LEAL, 2000).

Assim como há aberrações nas lentes do microscópio óptico, também ocorrem aberrações ligadas às lentes dos microscópios eletrônicos, sendo o **astigmatismo** uma aberração comum, provocado quando o campo eletromagnético de uma lente não está homogêneo. Sujeira nas aberturas e lentes ou mesmo problemas na própria fabricação das mesmas podem originar o astigmatismo, cuja correção é obtida aplicando-se uma corrente em determinada posição, compensando a assimetria do campo eletromagnético (LEAL, 2000).

De acordo com Leal (2000), também podem acontecer **aberrações cromáticas** em Microscopia Eletrônica, resultantes da convergência de raios ou elétrons em planos focais distintos, ou seja, quando a distância focal da lente varia com o comprimento de onda da iluminação. Em se tratando de lentes eletromagnéticas, os elétrons de menor comprimento de onda e os mais energéticos apresentam tendência a focar com distâncias maiores que os elétrons, cujo comprimento de onda é maior, e os menos energéticos. A estabilização da aceleração de voltagem corrige esta aberração, a qual é responsável por diminuir a resolução. Outro fator que influencia na redução da perda de energia dos elétrons é a manutenção do vácuo em nível adequado (LEAL, 2000; GRIMSTONE, 1980).

Em microscopia eletrônica, também são observadas **aberrações esféricas**; conforme ocorrem na microscopia de luz, porquanto os raios transmitidos pela periferia das lentes possuem a tendência de focar em planos diferentes em relação àqueles que cruzam o centro das lentes. A utilização de aberturas pode corrigir o problema, bloqueando os raios mais periféricos; porém diminuindo a resolução do sistema (LEAL, 2000).

Conforme complementa Alberts (2010), na microscopia eletrônica, também é possível combinar vistas diferentes de um único objeto para a produção de reconstruções tridimensionais. Em geral, as imagens produzidas pelos detectores dos microscópios

eletrônicos são bidimensionais. Entretanto, todas as secções da amostra tridimensional estão em foco, em virtude da grande profundidade de campo do microscópio. É possível recuperar a informação perdida na terceira dimensão a partir de vistas em direções diferentes. Já em 1960 essa técnica foi empregada pela medicina, possibilitando a utilização em tomografia computadorizada.

Desse modo, a **tomografia por microscópio eletrônico** possibilita uma reconstrução tridimensional, por meio da combinação de um conjunto de vistas diferentes de um único objeto que se encontre no campo de visão do microscópio. A descrição anatômica detalhada de pequenas regiões da célula, tais como o aparelho de Golgi ou o cito-esqueleto pode ser realizada utilizando-se os chamados *tomogramas*, que são reconstruções tridimensionais de secções plásticas largas do material emblocado. “A microscopia eletrônica fornece uma ponte robusta entre a escala de uma simples molécula e aquela de uma célula inteira” (ALBERTS, 2010, p. 612).

#### **2.4 O aprendizado a partir do uso de imagens: aspectos cognitivos**

A escala microscópica das estruturas celulares é um dos problemas que pode ser elencado no ensino de Citologia. Perceber a real proporção dos objetos vistos em microscópio não é tarefa trivial, depende da aquisição de determinadas habilidades e competências. Porém, utilizar apenas representações comuns, encontradas nos livros didáticos convencionais, não figura como uma medida mais simples. Em vista disso, basta que alguns cuidados sejam tomados para evitar enganos e erros conceituais por parte do alunado.

Partindo do pressuposto que a própria internet disponibiliza muitos recursos visuais, o aproveitamento de imagens é fundamental para atingir objetivos educacionais no âmbito do ensino de Biologia. A favor dessa proposta, Mendes (2006) trata do privilégio dado à linguagem escrita para aquisição de conhecimento, ressaltando que a compreensão de determinados conceitos requer que haja alguma visualização correspondente. Esta autora ainda declara que a utilização das imagens é indispensável no processo de ensino e aprendizagem e a explicação de um determinado fenômeno dissociado de uma ilustração dificulta o trabalho do professor de Ciências Naturais.

Sob este aspecto, as imagens sempre fizeram parte da apresentação de conteúdos biológicos, exercendo papel fundamental no aprendizado satisfatório de determinados assuntos cuja consolidação depende, em grande parte, da visualização. Em razão disso, Mendes (2006) destaca o aspecto indispensável das ilustrações para o ensino de Biologia, as

quais são abundantes nos livros didáticos, em forma de representações icônicas tais como fotografias, desenhos e esquemas.

Tratando de ilustrações, Krasilchik (1986, p. 36) identifica que “ao usar ilustrações, os professores nem sempre consideram as dificuldades para a compreensão de representações simbólicas, o que requer dos alunos treino especial. Nas aulas de Biologia, alguns problemas específicos nesse campo foram identificados”. Os alunos apresentam dificuldades de imaginar uma estrutura tridimensional por meio de figuras planas, inclusive no que tange a reconstituição total de células a partir de esquemas ou microfotografias eletrônicas.

Ainda conforme Krasilchik (1986) há aspectos que dizem respeito à capacidade do alunado realizar determinadas tarefas, em virtude do tempo e treinamento necessários para relacionar a representação simbólica esquemática à realidade. Para esta autora, os resultados obtidos no início do curso são os mais distintos e inesperados, quando é solicitado aos alunos que desenhem uma célula do modo como a veem em uma lâmina, destoando muito da representação convencional. Destaca também que a familiarização durante as aulas viabiliza a utilização da mesma convenção apresentada nos livros e nas próprias aulas.

Por último, Krasilchik (1986) aponta que o fator escala influencia no aprendizado afeto ao ensino de Citologia, quando o estudante inicia o uso do microscópio é extremamente difícil relacionar a imagem ao tamanho real do objeto observado. Para dirimir esta dificuldade de interpretação da escala de representação, é necessário utilizar escalas ou objetos em tamanho real para fazer comparações que tornem viável ao observador a noção precisa do grau de aumento na representação.

Uma teoria vigente que procura interpretar as dificuldades encontradas pelos alunos é a transposição didática. O principal representante desta teoria é Yves Chevallard, o qual abordou esse termo no livro *La transposición didáctica: del saber sábio al saber enseñado* (A transposição didática: a partir do conhecimento acadêmico ao conhecimento ensinado). Em seus estudos, Chevallard defende que um determinado elemento do saber deve sofrer determinadas “deformações” para se tornar habilitado a ser ensinado (BRAGA, 2010).

De acordo com Braga (2010), o chamado saber sábio se refere aos conhecimentos adquiridos pelos cientistas, que segue em direção ao saber a ensinar, o qual diz respeito ao conhecimento contido nos livros e, por conseguinte, se desdobra no saber ensinado, que seria o conhecimento adquirido em sala de aula. Ou seja, a transposição didática direciona o processo de aprendizagem no sentido da apropriação dos saberes, mas nem todos estarão presentes na rotina escolar.

Assim, as dificuldades indicadas devem ser contornadas para que o ensino de Citologia se torne mais eficaz e produza os efeitos desejados. A transmissão vertical do conhecimento resulta no desinteresse por parte dos alunos. A utilização de meios alternativos deve servir para estimular a aquisição mais aprofundada de conhecimentos sobre o assunto em questão (BRAGA, 2010).

Há alguns recursos que podem contribuir para desmistificar o ensino de Biologia Celular, uma vez que o interesse dos alunos por meios tecnológicos pode repercutir no empenho a respeito do tema. Ao se depararem com um banco de informações, associadas a imagens microscópicas, animações, vídeos e modelos tridimensionais passíveis de serem reproduzidos, os estudantes podem superar suas próprias limitações e se apropriarem adequadamente do saber.

No intuito de auxiliar o processo de transposição didática, foi criado um blog educacional contendo 12 fotomicrografias detalhando estruturas celulares, tais como mitocôndrias, retículo endoplasmático, complexo de Golgi, entre outras. As imagens foram obtidas a partir de microscópio eletrônico de transmissão, o mais indicado para a visualização de estruturas celulares. Além das fotomicrografias, o blog conta com uma descrição da organização interna das células, incluindo um apanhado geral sobre cloroplastos, fotossíntese e as principais diferenças entre células animais e vegetais. Também há indicações para vídeos e animações disponíveis em outros endereços eletrônicos, tais como o [www.youtube.com](http://www.youtube.com).

### **3. DISCUSSÃO**

Na atual conjuntura, não há uma ferramenta que satisfaça totalmente a necessidade dos alunos quanto ao ensino de Biologia Celular. O ideal é utilizar o máximo de recursos disponíveis para a consecução dos objetivos educacionais. Podendo contar com diversos tipos de instrumentos de aprendizagem, o professor tem a oportunidade de explicar com maior clareza o universo microscópico das células. Conseqüentemente, o aprendizado se torna mais atrativo e permeado de significado, possibilitando resultados mais promissores. Os estímulos visuais são extremamente importantes no processo de ensino-aprendizagem, sobretudo no que se refere ao estudo da Citologia.

Entretanto, há quem discorde que o ensino de Citologia através de imagens microscópicas, vídeos e animações sejam suficientes para despertar o interesse dos estudantes, pois não exigem uma participação ativa na construção dos conhecimentos. Rossetto (2010)

preconiza que o ensino de Citologia deve ser mais dinâmico, por ser o conteúdo primordial abordado na disciplina de Biologia. De acordo com esta autora, as aulas são teóricas dialogadas, ilustradas por micrografias (fotografias feitas ao microscópio de luz) e ultramicrografias (fotografias feitas ao microscópio eletrônico), aliadas a filmes de animação. Apesar de se destinarem a uma melhor compreensão, não retiram da passividade, porquanto o aluno não interage com o conteúdo, somente o recebe de forma apática.

Tomando por base esta afirmativa, outras propostas devem ser analisadas e aplicadas conforme os objetivos a serem atingidos. Nesse intuito, Rossetto (2010, p. 118) propõe e descreve a seguinte atividade:

O jogo “Baralho das Organelas” foi elaborado para ser usado como instrumento auxiliar no ensino de citologia para alunos do ensino médio, mas também foi aplicado aos alunos do curso de formação de professores (licenciatura) de Química, na disciplina Biologia Celular e Molecular. Ele pode ser jogado em grupo ou individualmente (na versão “paciência”), permitindo um trabalho em sala ou revisão extra-classe, em grupo ou individual. Nele o objetivo é formar quintetos de cartas que versam sobre morfologia, funções e metabolismo das organelas celulares.

Nessa perspectiva, há grandes chances do trabalho desenvolvido alcançar resultados satisfatórios, desde que a proposta seja cumprida adequadamente. Não há dúvidas de que um jogo é mais lúdico para ensinar determinado conteúdo e despertar o interesse. Contudo, em alguns casos, os alunos tendem a valorizar mais o aspecto da diversão em detrimento do caráter educativo. As aulas com atividades lúdicas podem fugir ao controle do professor e dificultar o entendimento do conteúdo, bem como o alcance dos objetivos propostos.

Além disso, é preciso que o alunado disponha de tempo suficiente para entender as regras do jogo e participar das rodadas. Infelizmente, nem sempre o professor de Biologia conta com tempo suficiente para aplicar atividades lúdicas, ao menos de maneira satisfatória. Seria ideal que o tempo destinado às aulas de Biologia fosse readequado nas escolas. Todavia, os jogos como método de ensino não podem ser descartados, tendo em vista que representam uma inovação positiva na busca de materiais alternativos para o ensino de Citologia, podendo tornar mais atrativo o assunto tratado.

O educador também pode contar com outros métodos que auxiliem na instrução de maneira mais dinâmica, tais como a utilização de recursos audiovisuais. Sobre esta temática, Krasilchik (1986) assevera quanto à subutilização desses recursos, inclusive no próprio quadro-negro não são montados esquemas, desenhos ou demonstrações. Segundo esta autora, as aulas estão cada vez menos dinâmicas, mas os filmes e vídeos estão presentes no cotidiano do aluno e aumentam as barreiras entre a vida e a escola.

Ademais, Krasilchik (1986) ainda destaca outros aspectos que interferem no uso de ferramentas audiovisuais, porquanto a falta de estrutura nas escolas, sobretudo as públicas e gratuitas, é mais propícia ao abandono de recursos alternativos. Além disso, aponta a sobrecarga de trabalho dos professores, o que desestimula a produção de modelos, transparências, diapositivos, entre outros. Embora haja dificuldades, recomenda que as aulas sejam suplementadas, sempre que for viável, por recursos dessa natureza.

O recurso audiovisual mais comum, por uma questão de praticidade, é o retroprojeter. Este instrumento pode ser utilizado para apresentar tabelas e gráficos para discussão, além de sequenciar figuras superpostas no decorrer da aula ou expor o esquema de aula proposto (KRASILCHIK, 1986).

O ensino através de filmes, bem como a utilização de animações, pode ser igualmente proveitoso, inclusive no ensino de Citologia. Conforme indica Krasilchik (1986), tal recurso pode ser extremamente útil para a substituição de equipamento muito sofisticado, antecipação de resultados de processos muito lentos ou detalhamento de processos muito rápidos, por meio de repetidas visualizações. Porém, esta autora sugere que os alunos participem do processo de aprendizagem e não permaneçam passivos perante este recurso. O professor deve promover a discussão do filme que está sendo apresentado e, inclusive, interromper oportunamente a projeção para realizar debates. Os efeitos indesejáveis são a consequente queda de atenção e a associação natural entre cinema, vídeo e lazer por parte dos alunos. Informações em excesso também dificultam a assimilação, que pode ser ampliada por intermédio de discussões intercaladas com a apresentação do filme.

Outro recurso importante que é apresentado por Krasilchik (1986) são os modelos, os quais podem ser utilizados para representar estruturas visualizadas apenas no plano, como ocorre nos livros didáticos e lâminas microscópicas, embora ressalte que não são totalmente suficientes, porquanto necessitam certo grau de compreensão por parte dos alunos. Acerca dos modelos, esta autora argumenta que sempre foram muito utilizados por professores de biologia e há muitos materiais disponíveis para a modelagem, tais como massa de modelar, arames coloridos e contas de plástico, os quais podem ser utilizados para a confecção de diversos tipos de modelos tridimensionais. O maior cuidado se refere à utilização de modelos em lugar da observação da realidade, quando esta for mais plausível.

E ainda acrescenta Krasilchik (1986), o uso de modelos tridimensionais feitos de massa de modelar, ou de qualquer material substituto, facilita a compreensão. O exercício de reconstruir um modelo em três dimensões a partir da observação de uma lâmina pode repercutir de maneira ainda mais satisfatória.

## 4. CONCLUSÃO

A utilização de um recurso tecnológico como o blog educacional pode representar um facilitador do processo de ensino-aprendizagem no âmbito das Ciências Biológicas, tendo em vista que atualmente é bastante viável a utilização de um computador para a aquisição de conhecimentos acerca da Biologia Celular. Porém, o blog não deve substituir o desenvolvimento de aulas práticas com o microscópio óptico, entretanto complementa a instrução dada em sala de aula e possibilita o aprofundamento no assunto. Isto se deve ao fato da incapacidade de visualização de organelas celulares com o microscópio de luz. Diante da inviabilidade de se equipar escolas com microscópio eletrônico de transmissão, o uso do computador para esse fim se torna extremamente importante.

No sentido de auxiliar o processo de aprendizagem, sítios como o [www.youtube.com](http://www.youtube.com) também podem ser indicados no blog, a fim de facilitar o acesso e a divulgação de materiais didáticos já produzidos. Fazem parte de seu conteúdo muitos vídeos, animações e instruções sobre modelos tridimensionais, os quais, inclusive, podem ser desenvolvidos pelos próprios alunos. Ao fazer uso deste tipo de recurso, o aluno tem a oportunidade de pesquisar e produzir recursos instrucionais. Assim, cada discente dispõe de uma fonte de consulta acessível, na qual encontra informações pertinentes, sendo incentivado à proatividade e corresponsabilização no processo educativo.

É mister que as informações acessadas sejam confiáveis e que possam ser utilizadas sem restrições, em virtude de muitos conteúdos que circulam na internet não serem indicados como referência, por não corresponderem totalmente à realidade ou estarem equivocados. Essa utilização de imagens microscópicas deve ser ainda mais cuidadosa, uma vez que não representam simplesmente um dado, pois se tornam o próprio objeto da informação. Em suma, necessitam da identificação correta por parte dos usuários, os quais devem encontrar uma descrição precisa e detalhada das estruturas celulares no blog.

Nessa perspectiva, Camargo, Infante-Malachias e Amabis (2007) ressaltam a importância da aprendizagem ocorrer de maneira mais efetiva, sem que possíveis interferências provoquem erros conceituais. Para estes autores, em relação ao modo como a Biologia é ensinada nas escolas, muito é ensinado, mas pouco é aprendido. Em especial no ensino médio, por conta do exame vestibular, há muito conhecimento sendo difundido, mas se compreende muito pouco. A aprendizagem mecânica suprime a aprendizagem significativa,

devido o excesso de informações favorecer a simples memorização do conteúdo e inviabilizar o conhecimento organizado em redes, evitando sua perda pelo aprendiz.

Por sua vez, o conhecimento só pode ser organizado em redes quando os novos conceitos estão relacionados aos conhecimentos prévios. Não pode haver aprendizagem se esta condição não for satisfeita plenamente, pois “*aprender* significa expandir a rede de conhecimentos, portanto, aprendizagem só pode ocorrer a partir do que é previamente conhecido pelo aprendiz” (CAMARGO, INFANTE-MALACHIAS e AMABIS, 2007, p. A3).

Conforme evidencia Zawislak (1976, p. 4), “a Biologia, a Física e a Química são ciências eminentemente experimentais; deste modo, não há justificativa imediata para conduzir o seu ensino somente através de aulas expositivas, em que um professor fala e os alunos escutam e tomam notas”. Nesse contexto, o desenvolvimento tecnológico dos microscópios foi fundamental para o surgimento da Biologia Celular, em consonância com demonstrado pela história da Citologia e Teoria celular. Igualmente, espera-se que o blog educacional contendo imagens microscópicas se torne um mecanismo de produção de conhecimento científico, para que o ensino de Citologia ultrapasse as paredes das salas de aula, denotando uma referência para a aprendizagem significativa e eficaz.

A microscopia, por conseguinte, pode significar uma forma interessante de despertar o fascínio dos estudantes perante um tema de tamanha relevância. Diante do exposto, a visualização detalhada de estruturas celulares, associada à descrição simplificada desses componentes, torna acessíveis as informações sobre Citologia por intermédio de recursos visuais, os quais são extremamente importantes para a devida apreensão e compreensão no campo da Biologia Celular, bem como das Ciências Biológicas.

Finalmente, a reflexão crítica deve sempre nortear e incentivar a instrução desde o princípio, no intuito de promover ensino adequado e produtivo por parte dos alunos, em detrimento da aplicação passiva dos materiais didáticos alternativos, a saber, vídeos, animações, filmes, slides, jogos educativos e modelos tridimensionais. Adicionalmente, métodos diferenciados, tais como a proposição de discussões, trabalhos em grupo, desenvolvimento de projetos educacionais e pesquisas nas escolas podem representar o diferencial empreendedor importante entre projetos com êxito e propostas com resultados de sucesso na tarefa, orientação e condução do ensino em Citologia.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBERTS, B. **Biologia molecular da célula**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- ALMEIDA, F. J. de. **Educação e informática**: os computadores na escola. São Paulo: Cortez, 1987.
- BENCHIMOL, M. **Métodos de estudo da célula**. Rio de Janeiro: FENORTE, 1996.
- BRAGA, C. M. D. da S. **O uso de modelos no ensino da divisão celular na perspectiva da aprendizagem significativa**. 2010. 139 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências) - Instituto de Física, Instituto de Química, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília, Brasília, 2010.
- CAMARGO, S. S.; INFANTE-MALACHIAS, M. E.; AMABIS, J. M. O Ensino de Biologia Molecular em Faculdades e Escolas Médias de São Paulo. **Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular Biblioteca Digital de Ciências**, Artigo 1, Edição 01/2007, 05 maio 2007. Disponível em: <<http://www.ib.unicamp.br/lte/bdc/visualizarMaterial.php?idMaterial=342>>. Acesso em: 18 fev. 2011.
- DE ROBERTIS, E.D.P; DE ROBERTIS, M. F.; SAEZ, F. A. **Biologia celular**. 9. ed. Rio de Janeiro: Ateneo, c1977.
- FRANÇA, G. Os ambientes de aprendizagem na época da hipermissão e da Educação a Distância. **Perspect. ciênc. inf.**, Belo Horizonte, v. 14, n. 1, Abr. 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-99362009000100005&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-99362009000100005&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 16 fev. 2011.
- GRIMSTONE, A. V. **O microscópio eletrônico em biologia**. São Paulo: E.P.U. 1980. 70 p. (Temas de biologia; v. 11)
- HARASIM, L. M.. **Redes de aprendizagem**: um guia para ensino e aprendizagem on-line. São Paulo, SP: SENAC, 2005.
- KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. 2. ed. São Paulo: Harper & Row do Brasil, 1986.
- LEAL, L. H. M. **Fundamentos da microscopia**. Rio de Janeiro: Eduerj, 2000.
- MAILLET, M. **Biologia celular**. Rio de Janeiro: Masson, 1982.
- MANNHEIMER, W. A. **Microscopia dos Materiais**: uma introdução. Rio de Janeiro: E-papers Serviços Editoriais, 2002.
- MENDES, J. R. S. **O papel instrumental das imagens na formação de conceitos científicos**. 2006. 177 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação. Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

MENDES, M. A. de A. **Produção e utilização de animações e vídeos no ensino de biologia celular para a 1ª série do ensino médio**. 2010. 103 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Instituto de Ciências Biológicas, Instituto de Física, Instituto de Química, Faculdade UnB Planaltina. Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

PAAS, L. *Design educacional*. Florianópolis: UFSC/LIED, 2001. Disponível em: <<http://www.eps.ufsc.br/disc/tecmc/designedu.html>>. Acesso em: 17 fev. 2011.

PIAGET, J. **Para onde vai a Educação**. Rio de Janeiro: José Olympio/UNESCO, 1973.

ROSSETTO, E. S. Jogo das organelas: o lúdico na Biologia para o Ensino Médio e Superior. **Revista Iuminart do IFSP**, São Paulo, v. 1, n. 4, p. 118-123, abr. 2010. Disponível em: <[http://www.cefetsp.br/edu/sertaozinho/revista/volumes\\_anteriores/volume1numero4/ARTIGOS/12.pdf](http://www.cefetsp.br/edu/sertaozinho/revista/volumes_anteriores/volume1numero4/ARTIGOS/12.pdf)>. Acesso em: 06 fev. 2010.

SILVA, S. da. Blog como recurso educacional na web 2.0. **Revista Iuminart do IFSP**, São Paulo, v. 1, n. 3, p. 27-35, dez. 2009. Disponível em: <[http://www.cefetsp.br/edu/sertaozinho/revista/volumes\\_anteriores/volume1numero3/ARTIGOS/4.pdf](http://www.cefetsp.br/edu/sertaozinho/revista/volumes_anteriores/volume1numero3/ARTIGOS/4.pdf)>. Acesso em: 07 mar. 2011.

VIDAL, B. de C.; MELLO, M. L. S. **Biologia celular**. Rio de Janeiro: Atheneu, 1987.

ZAWISLAK, B. M. M. **Ensino Individualizado em Física e seus Efeitos na Aprendizagem**. 1976. 174 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1976. (mimeo.)

## ANEXOS (MATERIAL DO BLOG)



Figura 1: Tela mostrando parte do blog educacional biocelunb.blogspot.com

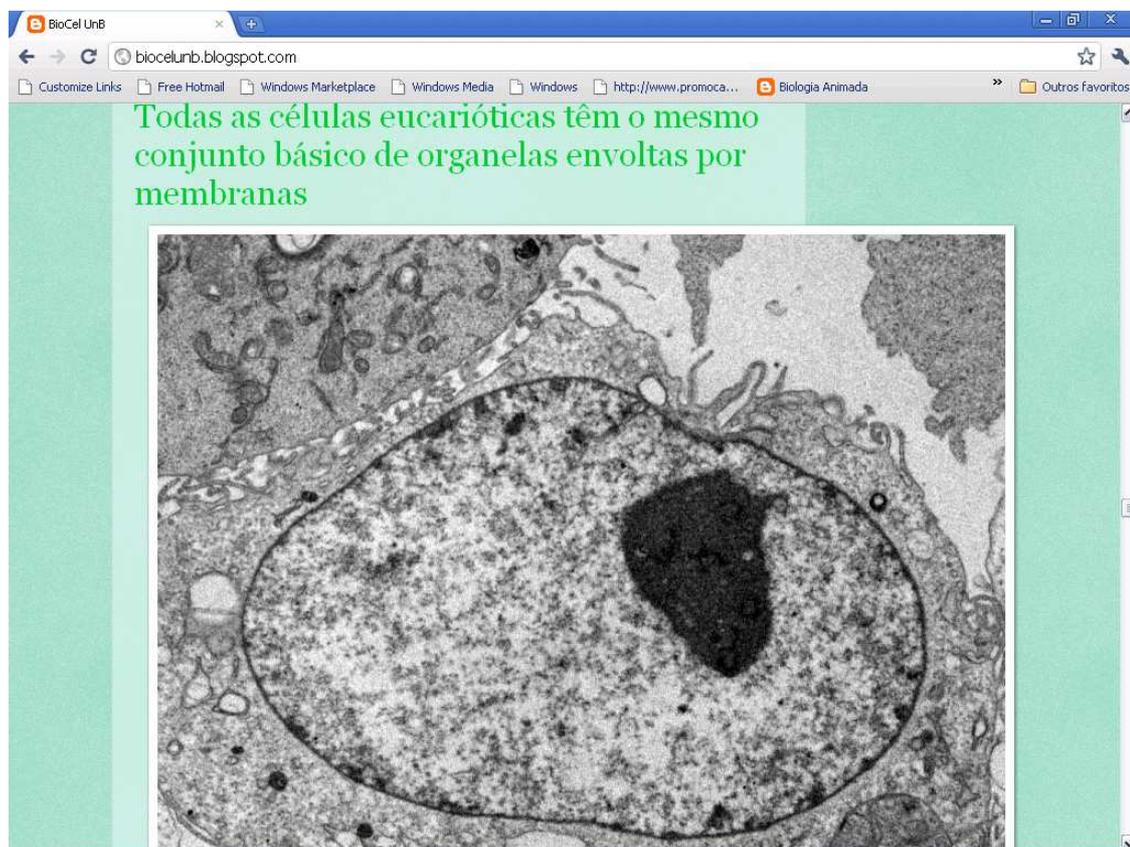


Figura 2: Tela mostrando parte do blog educacional biocelunb.blogspot.com



Figura 3: Tela mostrando parte do blog educacional biocelunb.blogspot.com



Figura 4: Tela mostrando parte do blog educacional biocelunb.blogspot.com



Figura 5: Tela mostrando parte do blog educacional biocelunb.blogspot.com

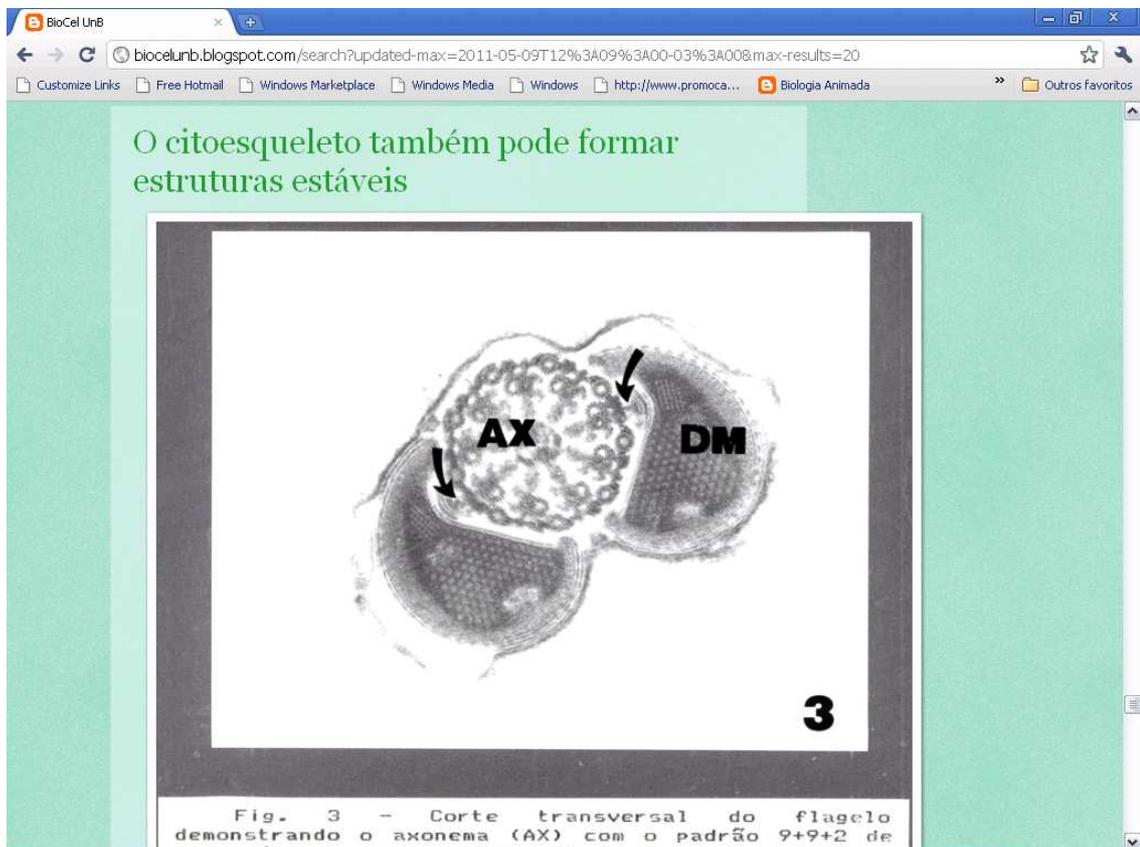


Figura 6: Tela mostrando parte do blog educacional biocelunb.blogspot.com



Figura 7: Tela mostrando parte do blog educacional biocelunb.blogspot.com



Figura 8: Tela mostrando parte do blog educacional biocelunb.blogspot.com



Figura 9: Tela mostrando parte do blog educacional biocelunb.blogspot.com



Figura 10: Tela mostrando parte do blog educacional biocelunb.blogspot.com