

O Teste *Allium cepa* no ensino de Biologia Celular: um estudo de caso com alunos da graduação

Sirley Pereira Carneiro
Juliana da Silva

RESUMO

Tem-se observado atualmente que a Genética, devido às suas constantes descobertas, tem sido foco de discussões e, por isso, assunto recorrente em sala de aula. Um dos principais problemas observados no processo de ensino-aprendizagem em Genética é a compreensão científica dos fatos e o conhecimento que o aluno tem sobre muitos processos. O aluno é extremamente resistente a mudanças conceituais e isso tem sido um obstáculo epistemológico à incorporação de conceitos científicos que se pretende ensinar. Essa pesquisa propôs avaliar alunos dos cursos de Graduação de Biologia (n=31) e Fisioterapia (n=20) quanto aos seus conhecimentos prévios na área de Biologia Celular. Com base nestes dados, foi proposta uma atividade prática com alunos voluntários (n=5), para observação da estrutura das células e das fases de divisão celular, para a qual foi utilizado o Teste *Allium cepa*. A atividade foi proposta de forma que os alunos obtivessem uma base de conhecimento, tanto crítica como realista, construída a partir de observações e de forma interativa, que os auxiliasse a compreender melhor o estudo de Biologia Celular. Estes alunos foram submetidos a pós-testes e entrevistas semi-estruturadas. Observou-se que os conhecimentos decorrentes do Ensino Médio são bastante falhos e que as aulas teóricas da graduação não foram suficientes para permitir uma aprendizagem conceitual sobre Biologia Celular. Entretanto, na análise após atividade laboratorial, observou-se melhor compreensão dos conceitos relacionados ao conteúdo trabalhado. Assim, ressalta-se a importância de se trabalhar com atividades práticas, bem estruturadas, e avaliar a eficiência destas no processo de aprendizagem, tanto no Ensino Médio quanto no Ensino Superior.

Palavras-chaves: Atividade prática. *Allium cepa*. Divisão celular. Ensino de Ciências.

The Test *Allium cepa* in teaching of Cellular Biology: A case study with the graduate students

ABSTRACT

It has been observed that currently Genetics, because of their constant discoveries, has been focus of discussions and therefore subject applicant in the classroom. One of the main problems observed in the process of teaching-learning in genetics is the scientific understanding of the facts and knowledge that the student has on many cases. The student is highly resistant

Sirley Pereira Carneiro e Juliana da Silva – Laboratório de Genética Toxicológica, PPGEICIM & PPGGTA, Universidade Luterana do Brasil (ULBRA). Av. Farroupilha 8001, Prédio 14, Sala 230, Bairro São José, CEP 92420-280, Canoas-RS, Brasil. E-mails: silacarneiro@bol.com.br; juliana.silva@ulbra.br

to conceptual changes and this has been an obstacle epistemological the incorporation of scientific concepts to be taught. This survey suggested assess students' courses of Biology Graduate (n = 31) and Physiotherapy (n = 20) in their previous knowledge in the area of Cellular Biology. Based on these data, an activity was proposed practice with students, volunteers (n = 5), for observation of the structure of cells and of the stages of cell division, for which the test was used *Allium cepa*. The activity was proposed so that students obtain a knowledge base, both critical and realistic, built from observations and interactive format, that help to better understand the study of Cell Biology. These students have been subjected to post-tests and semi-structured interviews. It was observed that the knowledge arising from the high school present problems and that the lectures of graduation were not sufficient to allow a conceptual learning about Cell Biology. However, the analysis after laboratory activity showed a better understood of the concepts related to the content worked. Thus emerges is the importance of working with practical activities and structured, and evaluate the efficiency of the process of learning, both in high school and in higher education.

Keywords: Practical activities. *Allium cepa*. Cell Division. Education of Sciences.

1 INTRODUÇÃO

O ensino tradicional de Ciências, desde a escola fundamental até os cursos de graduação, tem se mostrado pouco eficaz. A escola tem sido criticada pela baixa qualidade do ensino, por sua incapacidade em preparar os estudantes para ingressar no mercado de trabalho ou na Universidade, e é freqüentemente mencionado o não cumprimento adequado do seu papel na formação de crianças e adolescentes. Além disso, o conhecimento que os estudantes exibem ao deixar a escola é fragmentado e, conseqüentemente, de limitada aplicação futura. A escola, por sua vez, tão-pouco consegue fazer do aluno uma pessoa acostumada a tomar decisões, a avaliar crítica e independentemente alternativas de ação e a trabalhar em cooperação. Várias são as causas apontadas para explicar a ineficiência do sistema escolar e algumas soluções têm sido propostas, como, por exemplo, o aumento da carga horária obrigatória, a introdução de novas disciplinas e mudanças na forma de organização da escola. Ao lado das dificuldades gerais existentes, as várias disciplinas que compõem o currículo apresentam problemas específicos de aprendizagem (BORGES et al., 2001).

Um dos principais problemas observados no processo ensino-aprendizagem é a compreensão dos conceitos científicos. O conhecimento inadequado que o aluno apresenta é, muitas vezes, difícil de ser modificado, devido à resistência natural do aluno a uma re-aprendizagem (POZO; GÓMEZ, 1998), atuando como obstáculo epistemológico na assimilação do conjunto de informações que se pretende que o aluno possa alcançar. São freqüentes estudos demonstradores de que, mesmo com todos os esforços realizados pelo docente para alcançar um nível de aprendizagem desejada, os alunos continuam a apresentar algumas deficiências em relação ao conhecimento científico quando respondem a algumas questões de modo inadequado (OSBORNE; FREYBERG, 1991, apud PALMERO; MOREIRA, 2002).

Atualmente, as pesquisas em Genética têm avançado rapidamente e há um grande acúmulo de novas informações, com amplas aplicações em diferentes áreas. Assim, os

conceitos fundamentais de Genética Celular e Molecular necessitam ser atualizados e ministrados de forma adequada (DYER; LEBLANC, 2002). Neste sentido, o estudo da célula como conteúdo básico e fundamental tem de ser destacado e revisto.

O que se tem observado no cotidiano das salas de aula é que a falta de compreensão sobre a estrutura e o funcionamento celular tem dificultado, tanto no Ensino Médio quanto nos cursos de graduação, o entendimento dos princípios e do conteúdo básico da Genética (FOUREZ, 1994, apud PALMERO; MOREIRA, 2002). Segundo Palmeiro e Moreira (2002), o conceito sobre a estrutura e fisiologia celular é, sem dúvida, a abordagem inicial e básica para o ensino em Biologia. Trata-se de um conceito escolar sobre o qual o aluno manifesta certo conhecimento, mas que em geral é uma noção errônea, por se tratar de um significado de difícil compreensão por parte dos estudantes. Por outro lado, nota-se que há uma grande dificuldade, por parte do professor, em selecionar métodos e estratégias adequadas de ensino, para que o aluno possa aprender adequadamente os conceitos principais sobre a estrutura e as funções da célula (PALMERO, 2003). Essa dificuldade resulta da falta de material didático que proporcione ao aluno uma visualização prática do conteúdo. Pode-se contornar essa dificuldade com atividades práticas em laboratório. A prática de atividades em laboratório, segundo Moreira e Levandowski (1983), deve ser mais eficientemente utilizada, pois a forma mais comum praticada é aquela que fornece ao aluno um roteiro com algumas instruções para que ele chegue a um resultado pré-determinado.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o conhecimento prévio de alunos de graduação quanto a aspectos básicos sobre a estrutura e as funções celulares, bem como verificar se a atividade prática em laboratório, com a utilização de um sistema vegetal (*Allium cepa*), pode ser de fato esclarecedora no sentido de auxiliar os alunos no processo de aprendizagem do conhecimento científico de Genética, não somente de forma passiva baseada em observações, mas de forma interativa e crítica.

2 METODOLOGIA

2.1 Grupos estudados e atividades desenvolvidas

Inicialmente, foram realizadas avaliações sobre o conhecimento prévio dos alunos sobre a estrutura das células e divisão celular. A pesquisa foi realizada com três turmas dos cursos de graduação da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA): uma turma do curso de Fisioterapia, disciplina de Introdução às Ciências (curso regular de 68 h/a) constituída por 20 alunos do primeiro semestre, possuindo idade média de 26 ± 7 anos, sendo 15 do sexo feminino e 5 do sexo masculino; duas turmas do curso de Biologia, disciplina de Genética Geral “Turma A” (curso regular de 68 hora/aula) constituída por 31 alunos do segundo semestre, sendo que estes alunos apresentaram idade média de 24 ± 5 anos, sendo 26 do sexo feminino e 5 do sexo masculino e “Turma B” (curso intensivo de 68 h/a) formada por 26 alunos do segundo semestre, sendo 19 do sexo feminino e 7 do sexo masculino, com idade média de 32 ± 10 anos. As avaliações prévias foram realizadas durante as primeiras aulas das disciplinas, seguindo roteiro específico de perguntas.

Após a aplicação do pré-teste e o desenvolvimento de aulas teóricas na “Turma B”, cinco alunos propuseram-se a realizar as atividades de laboratório. Antes da atividade em laboratório, foi realizada entrevista semi-estruturada com os alunos, buscando-se os conhecimentos a respeito do processo de divisão celular. A atividade prática realizada foi o Teste *Allium cepa* (cebola), a qual foi acompanhada de roteiro específico para observação e discussão das etapas da divisão celular.

Os alunos iniciaram o procedimento prático seguindo o protocolo descrito por Babich (1997), com algumas modificações. As cebolas utilizadas no teste foram de tamanho pequeno, uniforme, de mesma origem, não germinadas e saudáveis. O teste foi desenvolvido utilizando-se garrafas plásticas. Nas garrafas foram colocadas diferentes substâncias escolhidas pelos alunos para a exposição das cebolas. As substâncias selecionadas por eles foram: café, vinagre, água destilada, água do lago do Campus da ULBRA.

Os bulbos foram colocados para germinar nos recipientes, com a parte inferior mergulhada na solução. Em cada solução foram colocados dois bulbos. As raízes foram coletadas para análise de anomalias em mitose e micronúcleos quando atingiam o tamanho de 0,5 a 2,0 cm, em número de 2 a 4 por bulbo, e fixadas imediatamente em 3 partes de metanol e uma parte de ácido acético. As raízes permaneceram no fixador durante uma semana. Após a fixação, foram realizados os preparados histológicos segundo as seguintes etapas: (a) lavagem das raízes em água destilada; (b) hidrólise com HCl 1N, por 10 minutos, em banho-maria a 60°C; (c) resfriamento do tubo em água corrente; (d) nova lavagem das raízes hidrolisadas em água destilada; (e) coloração das raízes em corante Feulgen (corante específico para DNA) num intervalo de tempo entre 10 e 20 min; (f) “squash”, esmagamento entre lâmina e lamínula da ponta da raiz em uma gota de ácido acético 45%; (g) separação da lâmina e da lamínula em uma câmara com gelo seco; (h) passagem da lâmina contendo o material por uma bateria de desidratação alcoólica (solução de 1:1, 3:1 e 9:1 de álcool absoluto para ácido acético glacial) e coloração (1% de Fast-Green em álcool absoluto); (i) montagem da lâmina definitiva com bálsamo do Canadá ou Entelan (Merck).

Após a preparação das lâminas de ponta de raiz de cebola, os alunos iniciaram análise microscópica. Os diferentes estágios de divisão celular foram identificados e esquematizados. Cada identificação era sempre discutida. Ao término da atividade laboratorial, foi realizada uma discussão final.

Durante toda a atividade prática com *A. cepa*, os comentários dos alunos e discussões foram registrados em um *diário de bordo*. Após a aula prática foi realizado um pós-teste para avaliar o aproveitamento dos alunos com relação à atividade desenvolvida. Estes foram submetidos ao mesmo questionário utilizado no pré-teste, além de uma nova entrevista semi-estruturada. Todas as atividades foram realizadas em um total de quatro encontros, sendo cada encontro de 3h30min.

2.2 Avaliação dos questionários

A comparação dos questionários foi realizada a partir da proposição de categorias de análise, baseadas nos trabalhos de Falcão e Barros (1999), Griffin et al. (2003) e Silva e Neto (2004). Para que fosse possível avaliar a compreensão dos alunos a respeito do assunto. As respostas foram analisadas qualitativamente, procurando-se pontos em comum que possibilitassem o seguinte agrupamento:

Classe 0 = Sem resposta – Respostas do tipo *não sei*, errada ou em branco;

Classe 1 = Resposta Pobre / Sem informação – Respostas que não indicam compreensão do aluno sobre o tema;

Classe 2 = Resposta Fraca / Racionalidade Científica Não Compatível com Modelo Científico – Respostas que manifestam certa compreensão dos conceitos, mas sem fundamentação teórica;

Classe 3 = Resposta Satisfatória / Racionalidade Científica com Certa Compatibilidade com o Científico – Respostas que demonstram compreensão dos elementos científicos mais importantes;

Classe 4 = Resposta Excelente / Expressa Racionalidade Científica com ou sem Refinamento de Modelo Compatível – Percebe-se compreensão total sobre a resposta, podendo apresentar refinamento nas respostas (discussões além do questionado).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observamos na Tabela 1, referente à compreensão dos alunos sobre a célula e divisão celular, que a “Turma A” de Genética (curso regular) apresentou, em seu teste de conhecimento prévio, um maior número de respostas entre *satisfatório* e *excelente* (58%) em relação aos demais grupos. Este melhor desempenho pode estar relacionado ao fato da “Turma A” de Genética Geral estar no segundo semestre do curso de graduação, e ter cursado disciplinas introdutórias, demonstrando que o conteúdo em questão provavelmente já tivesse sido abordado. A turma de Introdução às Ciências, 35% de respostas entre *satisfatório* e *excelente*, só estava utilizando para suas respostas os conhecimentos adquiridos no Ensino Médio. Apesar de ter cursado a disciplina Introdução às Ciências, na “Turma B”, 19% de respostas entre *satisfatório* e *excelente*, do intensivo, obteve classes de respostas inferiores em relação às outras duas turmas. Deve-se levar em consideração que estes alunos optaram pelo curso intensivo por trabalharem e estudarem, além de estarem em uma faixa etária média de 32 anos (idade significativamente maior que as outras turmas). Além disso, as disciplinas são ministradas às sextas-feiras à noite e durante todo o sábado, diferentemente do ensino regular para o qual os alunos têm mais tempo disponível para estudar.

TABELA 1 – Categorização das respostas dos indivíduos quanto à compreensão sobre os temas (pré-teste).

QUESTÕES	NÚMERO TOTAL DE ALUNOS / CLASSE DE RESPOSTAS				
	Turma de Introdução às Ciências (Curso regular) (n=20)	Excelente (Classe 4)	Satisfatória (Classe 3)	Fraca (Classe 2)	Pobre (Classe 1)
A. Estrutura Celular (Esquema)	2 (10%)	9 (45%)	1 (5%)	5 (25%)	3 (15%)
B. Características de Mitose (14 Questões)	2 (10%)	3 (15%)	7 (35%)	7 (35%)	1 (5%)
C. Identificações das fases do ciclo celular (4 Questões)	5 (25%)	0 (0%)	5 (25%)	8 (40%)	2 (10%)
Freqüência Geral (A+B+C)		35%		65%	
“Turma A” de Genética Geral (Curso regular) (n=31)	Excelente (Classe 4)	Satisfatória (Classe 3)	Fraca (Classe 2)	Pobre (Classe 1)	Sem resposta (Classe 0)
A. Estrutura Celular (Esquema)	9 (29%)	10 (32%)	2 (7%)	9 (29%)	1 (3%)
B. Características de Mitose (14 Questões)	9 (29%)	12 (39%)	8 (26%)	1 (3%)	1 (3%)
C. Identificações das fases do ciclo celular (4 Questões)	13 (42%)	1 (3%)	5 (16%)	7 (23%)	5 (16%)
Freqüência Geral (A+B+C)		58%		42%	
“TurmaB” de Genética Geral (Curso Intensivo) (n=26)	Excelente (Classe 4)	Satisfatória (Classe 3)	Fraca (Classe 2)	Pobre (Classe 1)	Sem resposta (Classe 0)
A. Estrutura Celular (Esquema)	2 (8%)	2 (8%)	2 (8%)	13 (50%)	7 (26%)
B. Características de Mitose (14 Questões)	1 (4%)	4 (15%)	17 (65%)	3 (12%)	1 (4%)
C. Identificações das fases do ciclo celular (4 Questões)	6 (24%)	0 (0%)	6 (24%)	7 (26%)	7 (26%)
Freqüência Geral (A+B+C)		19%		81%	

Observando de uma forma geral, sem levar em consideração as diferenças entre turmas, o que se verifica é a falta de conhecimento dos alunos em relação a alguns tópicos básicos de Biologia Celular. Nossos resultados somente confirmaram o que Palmero e Moreira (2002) já haviam observado: que o conceito de “célula” é um dos conceitos científicos mais difíceis de serem compreendidos. Mesmo apresentando certo conhecimento, os alunos geralmente mostraram uma noção errônea deste conceito devido à grande dificuldade encontrada por professores em selecionar estratégias adequadas de ensino para trabalhar o assunto durante as aulas (PALMERO, 2003). O que reforça a necessidade de se buscar e utilizar diferentes estratégias na sala de aula, como atividades práticas, buscando uma aprendizagem significativa. Estratégias estas que tornem este conteúdo mais atrativo, envolvente e concreto.

Conforme descrito anteriormente, cinco alunos voluntários de Genética Geral “Turma B” participaram da aula prática em laboratório, onde se utilizou o Teste *Allium cepa* (cebola) como objeto de estudo prático sobre o processo de divisão celular. A diferença dos resultados obtidos nos pré e pós-testes podem ser observados na Tabela 2.

TABELA 2 – Categorização das respostas dos indivíduos da Turma B de Genética Geral (Curso intensivo; n= 5) quanto a sua compreensão sobre os temas (pré-teste e pós- teste).

QUESTÕES	NÚMERO TOTAL DE ALUNOS / CLASSE DE RESPOSTAS					
	Pré-Teste	Excelente (Classe 4)	Satisfatória (Classe 3)	Fraca (Classe 2)	Pobre (Classe 1)	Sem resposta (Classe 0)
A. Estrutura Celular (Esquema)		1	0	1	0	3
B. Características de Mitose (14 Questões)		0	1	2	1	1
C. Identificações das fases do ciclo celular (4 Questões)		1	0	1	0	3
Freqüência Geral (A+B+C)		20%		80%		
Pré-Teste	Excelente (Classe 4)	Satisfatória (Classe 3)	Fraca (Classe 2)	Pobre (Classe 1)	Sem resposta (Classe 0)	
A. Estrutura Celular (Esquema)	1	0	0	4	0	
B. Características de Mitose (14 Questões)	3	1	1	0	0	
C. Identificações das fases do ciclo celular (4 Questões)	2	0	3	0	0	
Freqüência Geral (A+B+C)	47%		53%			

As respostas dos alunos para o pré-teste, aplicado antes da aula teórica, encontram-se em sua maioria (80%) entre as categorias: *sem resposta*, *resposta fraca* e *pobre*. As respostas do pós-teste, aplicado após as aulas teóricas e prática, apresentam um aumento de 20% (pré-teste) para 47% (pós-teste) de respostas da categoria *satisfatória* e *excelente* (Tabela 2).

Para a questão sobre a estrutura celular (grupo A) observou-se pouca mudança nas respostas do pré em relação ao pós-teste, o que poderia ser justificado pelo fato das estruturas da célula não terem sido ressaltadas pela pesquisadora, tanto nas aulas teóricas quanto práticas. Observa-se que os alunos que antes não haviam respondido a esta questão, após motivação, arriscaram a desenhar ao menos uma célula com as estruturas básicas (membrana, citoplasma e núcleo).

Nas questões referentes às características das divisões celulares e identificação das fases do ciclo celular (grupos B e C), temas trabalhados na aula prática, observou-se aumento na freqüência de respostas do tipo *satisfatório* e *excelente* no pós-teste. A prática laboratorial parece ter motivado e, ao mesmo tempo, ter proporcionado uma aprendizagem significativa através de resoluções de problemas, permitindo uma (re) estruturação de idéias. Galiazzi et al. (2001) mostram que atividades práticas bem estruturadas devem fazer parte do ensino de Ciências, pois além de motivadoras, também são elementos importantes na aprendizagem.

Em relação à entrevista realizada com os alunos antes do desenvolvimento da aula prática, observamos que, quanto ao conhecimento sobre o processo de mitose, somente dois alunos apresentaram certo conhecimento, demonstrando saber que,

durante a mitose, há a divisão das células somáticas dando origem a duas células, diferente da meiose, onde há a divisão das células germinativas dando origem a quatro células. Quanto à questão relativa à caracterização da metáfase da mitose, nenhum aluno respondeu. Quando se buscou resposta sobre alguma característica da anáfase, só um aluno arriscou responder que os cromossomos migram para os pólos.

Após as atividades práticas e de discussão, uma nova entrevista foi realizada, quando então os mesmos alunos conseguiram explicar diferentes aspectos da divisão celular. Todos fizeram comentários sobre a importância da divisão celular, descrevendo conceitos, inclusive relacionando-os com as diferentes etapas da atividade laboratorial. Quando questionados sobre o que acharam da atividade laboratorial, todos apresentaram aspectos positivos. Um aluno ainda comentou: “Na prática tem-se uma visão mais real do processo de mitose o que auxilia no entendimento da teoria, e o aluno tem uma melhor aprendizagem, deveriam ter sempre as práticas”.

Durante a discussão do conteúdo na aula prática, todos os alunos relataram que, no Ensino Médio, não tiveram aula prática de Biologia em laboratório. Na entrevista inicial, observou-se que, mesmo os alunos tendo assistido às aulas teóricas, não haviam aprendido realmente. Na segunda entrevista, após as atividades de laboratório e discussões, verificou-se que os alunos estavam motivados e interessados, sendo que os mesmos, que já trabalham em sala de aula com Ensino Fundamental e Médio, pediram o roteiro para repetir em aula para seus alunos. Tais resultados observados nas entrevistas corroboram a diferença observada entre pré e pós-teste na Tabela 2.

Antes do procedimento prático, os alunos observaram lâminas já prontas de *Allium cepa* para identificação das fases da mitose. Analisando as respostas dos alunos foi observado que 60% deles identificaram a prófase e a anáfase, e todos conseguiram identificar a metáfase. Quando foi proposta a mesma atividade, após o desenvolvimento da prática, 100% dos alunos acertaram todas as fases do ciclo celular observadas.

Esta metodologia simples, que usa o Teste *Allium cepa* em laboratório para o estudo do processo de divisão celular (mitose), foi utilizada como estratégia, permitindo que o aluno obtivesse melhor aprendizagem a respeito do assunto, o que levou a um resultado satisfatório. Observou-se, em uma análise qualitativa das respostas fundamentadas, que o laboratório teve um efeito positivo no aprendizado e, pela análise do comportamento dos estudantes durante a aula prática, percebeu-se que os cinco alunos desenvolviam a prática no laboratório com bastante interesse. Para Borges et al. (2001), essa atividade em laboratório é necessária para maior embasamento teórico, o que está em acordo com os comentários realizados por Moreira e Levandowski (1983). Borges et al. (2001) ainda comentam que, em sala de aula, os professores podem utilizar materiais convencionais para criar uma situação de aprendizado baseado em investigação. Para isso é necessário que eles ajam de acordo com uma postura mais construtivista, sendo um motivador, guia e inovador-investigador, não podendo, assim, antecipar percepções e resultados.

Nesta pesquisa, o uso do laboratório trouxe pontos bastante positivos, pois a metodologia utilizada com o manuseio do material, oportunizando discussão do

conteúdo trabalhado (o processo de divisão celular, Mitose), ofereceu condições para que os alunos aprendessem de forma mais concreta.

Com este trabalho, tentou-se explorar caminhos para se obter uma melhor compreensão sobre o que acontece e o que pode resultar da organização das atividades abertas no laboratório escolar de Ciências. A razão para a sugestão do uso de atividade com *Allium cepa* (cebola) na aula prática sobre o processo de divisão celular é devido a fácil obtenção e manipulação, e também por ser uma metodologia simples de preparação de lâminas. Os diversos trabalhos comentados por Borges et al. (2001) sugerem alternativas semelhantes, propondo estruturar atividades de laboratório como investigações ou problemas práticos com variados níveis de abertura. Segundo estes trabalhos, os laboratórios investigativos, que podem ser utilizados em quaisquer níveis de ensino, têm o potencial de envolver mais os estudantes.

REFERÊNCIAS

- BABICH, H.; SEGALL, M. A; FOX, K.D. *The Allium Test – A Simple, Eukaryote Genotoxicity Assay*. New York: The American Biology Teacher, 1997, 59 (9), p.580-83.
- BORGES, A. T. et al. *A resolução de problemas práticos no laboratório escolar*. III ENPEC. Atibaia, SP: 2001. 8p.
- DYER, B. D.; LEBLANC, M. D. Meeting report: Incorporating genomics research into undergraduate curriculum. *Cell Biology Education*. 2002, 1 (4), 101-104.
- FALCÃO, D.; DE BARROS, H. L. *Estudo de impacto de uma visita a uma exposição de um museu de ciências*. II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação e Ciências, 1999. 11p.
- GALIAZZI, M. et al. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. *Ciência & Educação*, 2001, 7 (2), p.249-263.
- GRIFFIN, V. et al. Identifying novel helix-loop-helix genes in *Caenorhabditis elegans* through a classroom demonstration of functional genomics. *Cell Biology Education*, 2003, 2 (1), 51-62.
- MOREIRA, M. A; LEVANDOWSKI, C. E. *Diferentes abordagens ao ensino de laboratório*. Porto Alegre: Ed. da Universidade, 1983. 117p.
- PALMERO, M. L. R. La célula vista por El Alumnado. *Ciências e Educação*, 2003, 9 (2). 18p.
- PALMERO, M. L. R; MOREIRA, M. A. *Modelos mentales vs Esquemas de Célula*. Porto Alegre: UFRGS, *Investigação em Ensino de Ciências – ISSN 15188795*, 2002, 7 (1). 30p.
- POZO, J. I; GÓMEZ, R. *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata, 1998.
- SILVA, J; NETO, A. A. *DNA & Ambiente: uso de Ensaio Cometa como Ferramenta para Discussão Interdisciplinar de Lesão e Reparo do DNA na Pós Graduação em Ensino de Ciências*. IV ENPEC. Bauru, SP: 2004. 13p.

Recebido em: ago. 2007 **Aceito em:** dez. 2007