

Modelos cromossômicos auxiliam o estudo da mitose e da meiose

Chromosome models aid in mitosis and meiosis study

Maria Aparecida Elias de Souza^{1,2}; Igor Leal-Brito^{1,2}, Silvia Cordeiro das Neves^{1,2}, Rodrigo Juliano Oliveira^{1,3,4}

¹Centro de Estudos em Células Tronco, Terapia Celular e Genética Toxicológica, Hospital Universitário Maria Aparecida Pedrossian, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

²Instituto de Biociências, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

³Programa de Pós-graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

⁴Programa de Pós-graduação em Genética e Biologia Molecular, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, Brasil.

Resumo

Conceitos biológicos, dentre eles o de mitose e meiose, são abstratos e por isso dificilmente compreendido pela maioria dos alunos. Diante do exposto a presente pesquisa teve por objetivo avaliar o uso de modelos cromossômicos no processo de ensino e aprendizagem dos temas mitose e meiose. Ações foram desenvolvidas na Escola Estadual Marechal Castelo Branco, Água Clara – MS com o primeiro 1º do Ensino Médio. Os resultados demonstraram que o uso de modelos didáticos e de uma sequência pedagógica adequadas podem fortalecer o interesse dos alunos por um tema. Além disso, o trabalho em grupo demonstrou-se eficaz para motivar os alunos. A aula teórico-prática foi eficiente em auxiliar o processo de ensino-aprendizagem e como forma de mensurar essa questão observou-se aumentou de 1,81x na média geral da classe. Frente ao exposto considera-se que a sequência didática utilizada auxiliou na aquisição de conhecimentos biológicos relativos aos processos de mitose e meiose. Pode-se ainda averiguar maior interação e interesse dos alunos com o tema e esses fatos podem ser considerados os desencadeadores do processo de melhorias da aprendizagem.

Abstract

Biological concepts, including mitosis and meiosis, are abstract and therefore difficult to understand by most students., the present study aimed to evaluate the use of chromosome models in the teaching and learning process of mitosis and meiosis. The experiments were developed at the Marechal Castelo Branco State School, Água Clara - MS with the students from fist yar of High School. The results demonstrated that the use of didactic models and an adequate pedagogical sequence can strengthen students' interest in a theme. In addition, “group working” has been shown to be effective in motivating students. The theoretical-practical class was efficient in helping the teaching-learning process and as a way of measuring this question was observed increased by 1.81x in the general average of the class. In view of the above, it is considered that the didactic sequence used helped in the construction of biological concepts knowledge related to mitosis and meiosis processes. It was also possible to find out more interaction and interest of the students with the subject and these facts can be considered the triggers of the learning improvements process.



<http://www.seer.ufms.br/index.php/pecibes/index>

*Autor correspondente:

Rodrigo Juliano Oliveira,
Universidade Federal de Mato
Grosso do Sul - UFMS.

E-mail: rodrigo.oliveira@ufms.br

Palavras-chave: ensino-
aprendizagem, ensino de
biologia, ensino de ciências,
aulas práticas, divisão celular.

Key-words: teaching-learning,
biology teaching, science
teaching, practical classes, cell
division.

1. Introdução

O estudo da Biologia muitas vezes pauta-se em aulas tradicionais repletas de conteúdos extensos e complexos e, portanto, de difícil compreensão (Oliveira, 2005). Logo, conceitos biológicos durante as aulas passam a ser vistos como simples atos de memorização (Santos, 2006) e o educando pode torna-se um mero espectador que ouve as explanações dadas pelo professor não demonstrando interesse em compreender o conteúdo (Krasilchik, 2008.) e também não sendo agente ativo na produção do seu conhecimento (Lord, 2004). No entanto, muitas vezes os conteúdos biológicos são necessários para que o indivíduo possa exercer sua cidadania (Carvalho e Clément, 2007).

Uma forma de tornar os conteúdos biológicos mais interessantes e relevantes aos alunos é a utilização de aulas práticas. Segundo Mizukami (1986), a atividade prática, em geral, motiva o professor a buscar e desenvolver novas metodologias, e essas despertam o interesse do aluno (Lord, 1997). Esses fatos podem culminar no caminhar conjunto da teoria e da prática que levariam ao aprimoramento do conhecimento do professor bem como poderia ser um facilitador do processo de ensino e aprendizagem (Korthagen et al., 2008).

Estudos da área do Ensino de Ciências e de Biologia demonstram sobremaneira que o desenvolvimento de aulas práticas bem como o uso de modelos são eficientes e contribuem para o processo de ensino e aprendizagem para diferentes temas tais como Entomologia (Matos et al., 2009) Botânica (Amaral, 2011), Embriologia (Freitas et al., 2008) e Zoologia (Dos Santos et al., 2010), dentre outros. Experiência de sucesso também são notórias na área de genética (Justina e Ferla, 2006) biologia celular (Orlando et al., 2009) e em especial nos temas de mitose e meiose (Braga, 2010) que são os objetos de estudo desse trabalho.

De acordo com Magosso et al. (2011) e Ortega et al. (2017) o uso de modelos cromossômicos permitem com que os alunos traduzam conceitos biológicos abstratos em realidades palpáveis e ainda simulem movimentos e eventos que acontecem dentro das células. Essas vivências tem demonstrado a transposição de obstáculos no processo de ensino e aprendizagem de conceitos considerados de alta complexidade e são apontados como soluções para uma melhor aprendizagem significativa bem como a capacidade de transposição desses conceitos para o dia a dia do aluno.

Diante do exposto a presente pesquisa teve por objetivo avaliar o uso de modelos cromossômicos no processo de ensino e aprendizagem dos temas mitose e meiose.

2. Casuística e Métodos

O trabalho foi realizado na Escola Estadual Marechal Castelo Branco situada no Município de Água Clara – MS em uma sala do 1º ano do Ensino Médio do período matutino já que é nesse ano que os conteúdos de Genética estão inseridos de acordo com o Referencial Curricular da Rede Estadual do Ensino Médio do Mato Grosso do Sul (2012). O universo amostral dessa pesquisa foi composto de 26 alunos de ambos os sexos.

Primeiramente realizou-se uma reunião com a professora regente da turma para apresentar a proposta do projeto e como seria a execução. Logo após deu-se início

ao desenvolvimento do projeto dividido em duas etapas sendo cada etapa composta por duas aulas de 50 minutos cada. Na primeira etapa ministrou-se aula expositiva acerca dos temas mitose e meiose e como recurso didático utilizou-se somente o livro didático de biologia adotado pela escola (Catani et al., 2014). Após o término da segunda aula foi aplicada uma avaliação composta por 17 questões já utilizada por Ortega et al. (2017). Essa avaliação foi utilizada para mensurar os conhecimentos dos alunos sobre os temas mitose e meiose após participarem de uma aula tradicional.

Para o desenvolvimento da segunda etapa, aula teórico-prática, os alunos foram orientados a confeccionar um modelo didático de cromossomos como sugerido por Ortega et al. (2017), com modificações. A construção do modelo foi orientado pela pesquisadora (aluna do Estágio Obrigatório do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas) e, para tanto, foi utilizado papel manilha; espuma vinílica acetinada ou folha de etileno acetato de vinila (EVA), nas cores (preto e amarelo); velcro; tesoura; cola isopor; caneta Piloto® Lumi-color e barbante vermelho. Ainda de acordo com Ortega et al. (2017), o modelo foi utilizado para exemplificar as fases da mitose e da meiose com a formação das células diplóides e haplóides, respectivamente. A sequência didática demonstrou aos alunos os processos de mitose e meiose no que se refere à formação de estruturas, migração dos cromossomos, separação das cromátides-irmãs e/ou dos cromossomos homólogos. Para tanto o velcro permitiu representar a separação das cromátides-irmãs e o barbante vermelho a formação das fibras do fuso bem como a ligação do mesmo aos cromossomos com posterior tracionamento desses para a placa equatorial e, posteriormente, para os polos das células. Ao final da sequência didática os alunos foram submetidos à mesma avaliação anteriormente aplicada.

Após correção das avaliações os dados foram compilados em planilhas Excel® e, em seguida, analisados pelo *software* InStat GraphPad Prism versão 5 (GraphPad Software Inc., San Diego, CA, USA) sendo o nível de significância adotado $p < 0,05$.

3. Resultados

3.1 Resultados qualitativos que demonstram a motivação pelo trabalho em grupo e prático

Durante a aula tradicional os alunos mostraram-se pouco interessados pelo conteúdo ministrado, mitose e meiose.

Ao retomar o conteúdo, inicialmente, os alunos foram resistentes a (re)trabalhar os temas mitose e meiose. Porém, quando perceberam o lúdico envolvido na proposta foram aos poucos interagindo com o regente da ação.

Uma adequada relação professor-aluno (pesquisadora-aluno), o interesse pelo lúdico e pela montagem dos modelos de mitose e meiose foram pontos altos que facilitaram a consolidação da sequência didática que culminou em: (I) motivação para o desenvolvimento do modelo; (II) motivação para o trabalho em grupo; (III) maior interesse pelo tema; e (III) os alunos seguiram os comandos dados pela pesquisadora com facilidade o que culminou na correta construção dos modelos (Figura 1A) e execução da sequência didática que se constitui da simulação dos processos de condensação dos cromossomos, formação das

fibras do fuso, colocação dos cromossomos nas diferentes fases da mitose (Figura 1B) ou da meiose (Figura 1C,

exemplo da meiose I), movimento/migração dos cromossomos e descondensação dos cromossomos.

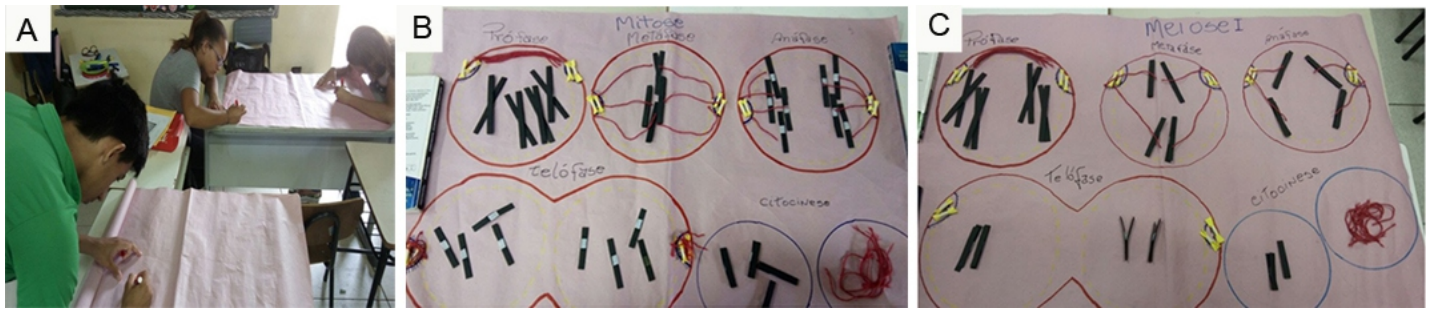


Figura 1 – Ações da sequência didática e exemplos dos modelos didáticos construídos pelos alunos do 1º ano do Ensino Médio na aula de Biologia que abordou os temas mitose e meiose. A) – alunos trabalhando em grupo na produção do modelo. B) – exemplo da sequência didática da mitose demonstrando a prófase com a formação das fibras do fuso e migração dos centríolos para polos oposto concomitantemente à condensação dos cromossomos; metáfase com os cromossomos no mais alto grau de compactação (por isso sai do formato de X e as duas cromátides ficam sobrepostas) no centro da célula (na placa equatorial); anáfase com a separação das cromátides-irmãs (marcada pela presença do velcro que serve para unir as cromátides-irmãs e, portanto, representa o centrômero) e migração para polos opostos (representação da divisão equacional); telófase ocorre a formação de dois núcleos agora compostos somente pelas cromátide-irmãs; e citocinese quando ocorre a formação de duas células e o processo de descondensação dos cromossomos. C) – exemplo da sequência didática da meiose I demonstrando prófase I com a formação das fibras do fuso e migração dos centríolos para polos oposto concomitantemente à condensação dos cromossomos; metáfase com os cromossomos no mais alto grau de compactação (por isso sai do formato de X e as duas cromátides ficam sobrepostas) no centro da célula (na placa equatorial); anáfase com a separação dos cromossomos homólogos e migração para polos opostos (representação da divisão reducional); telófase ocorre a formação de dois núcleos agora somente com metade dos cromossomos que ainda continuam duplicados, ou seja, com duas cromátides-irmãs (veja a ligação delas pelo velcro que representa o centrômero); e citocinese quando ocorre a formação de duas células e o processo de descondensação dos cromossomos.

3.2 Resultados quantitativos que auxiliam na compreensão da importância da aula teórico-prática no ensino de Biologia

A Figura 2 apresenta as notas individuais dos alunos do 1º ano do Ensino Médio e as notas médias da turma. Os resultados demonstraram que, sem exceção, os 21 alunos avaliados após as duas aulas (tradicional e teórico-prática) atingiram notas mais altas nas avaliações. Isso refletiu diretamente na média geral da turma (Figura 2A). Além disso, também foi possível verificar que os cinco alunos que estavam ausentes (alunos 22 a 26) na primeira avaliação e, portanto, não participaram da aula tradicional; e que participaram somente da aula teórico-prática, tiveram médias individuais que variam de 8,85 a 10,0 (últimas cinco barras do histograma) (Figura 2A). Em relação às médias gerais da turma verificou-se que a aula teórico-prática determinou um maior aproveitamento que foi correspondente à 1,81x (Figura 2B).

Em relação aos acertos absolutos para cada uma das questões pode-se observar aumento ($p < 0,05$) de compreensão das questões, excetuando as questões de número 1, 3 e 6. A questão de menor compreensão, tanto após a aula tradicional e a aula teórico-prática, foi a de número 3. Para as demais questões, observou-se melhora significativa na compreensão e na capacidade de respondê-las.

4. Discussão

O ensino de Ciências e Biologia está repleto de temas abstratos e que são de difícil compreensão para os alunos. Nesse contexto as aulas-práticas e as práticas como componentes curriculares parecem ser boas estratégias para promover melhorias no processo de ensino-aprendizagem bem como aprendizagem significativa (Machado et al., 2010; Lima e Garcia, 2011; Magosso et al., 2011; Torres et al., 2011; Ortega et al., 2017). Essas ações demonstram a necessidade

de que as aulas tradicionais, que dificultam a compreensão em sala de aula (Oliveira, 2005; Pereira et al., 2009; Lorbieski et al., 2010), sejam repensadas. Somente esse processo de (re)pensar e (re)construir será possível (res)significar os conhecimentos adquiridos em sala de aula que são necessários para a vida cotidiana e para o exercício da cidadania.

Corroboram essas assertivas também o nosso estudo que demonstrou que o uso de modelos didáticos, associados com uma sequência didática adequada, favorece o processo de ensino-aprendizagem e nesse caso foi capaz de melhorar a média da turma em 1,81x. Essa melhoria é por nós considerada importante. Mas, Ortega et al. (2017), que serviu de base para esse estudo, demonstrou uma melhoria ainda maior que foi de 3,3x. Independentemente dos valores numéricos, ambos os estudos demonstraram a eficiência dos modelos didáticos na promoção da compreensão e utilização dos conceitos de mitose e meiose.

Acredita-se que esse tipo de resposta seja correlata à aprendizagem significativa. De acordo com Ausubel et al. (1980) o processo de ensino e aprendizagem baseia-se na capacidade de incorporar novas informações de modo não literal e não arbitrário às experiências prévias. Somente assim o conhecimento será construído e de forma contextualizada (Magosso et al., 2011) e assim favorecer o desenvolvimento de competências que permitam os alunos trabalharem informações biológicas, compreendê-las, elaborá-las, refutá-las e dessa forma vivenciar o mundo com autonomia (Brasil, 2000).

Ainda segundo Ortega et al. (2017) as questões mais difíceis de serem respondidas foram as de número 2 e 11, que tratavam especificamente sobre o número de cromossomos existentes nos gametas humanos e o que se originaria de uma célula com 8 cromossomos que sofresse meiose, respectivamente. Essas mesmas questões não foram as que representaram as maiores dificuldades nesse estudo. No presente, a questão que teve maior número de erros, nos

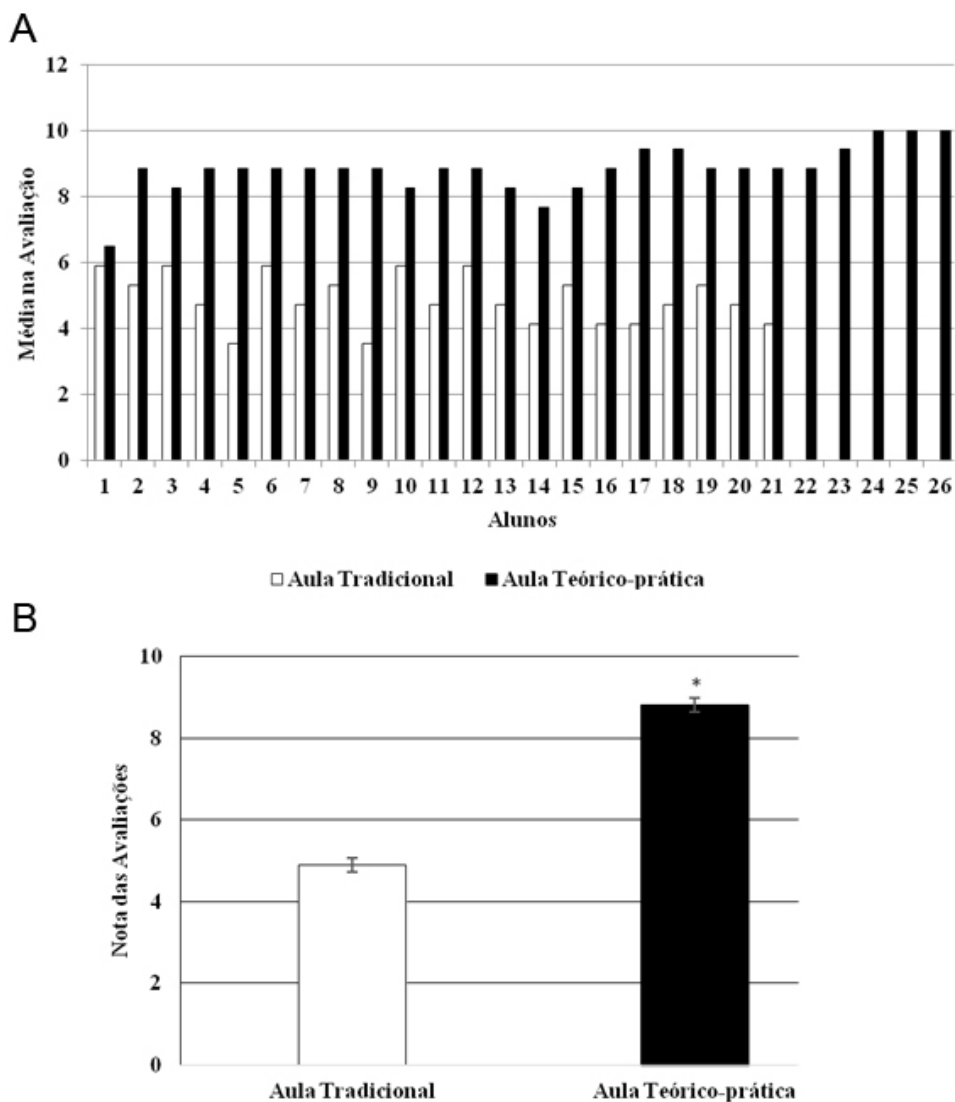


Figura 2 – Nota individual (A) e nota média (B) dos alunos submetidos às avaliações sobre mitose e meiose após a aula tradicional e após a aula teórico-prática. *Indica diferença estatisticamente significativa entre as médias obtidas pelos alunos após a aula tradicional e a aula teórico-prática (Análise Estatística: Mann-Whitney; $p < 0,05$).

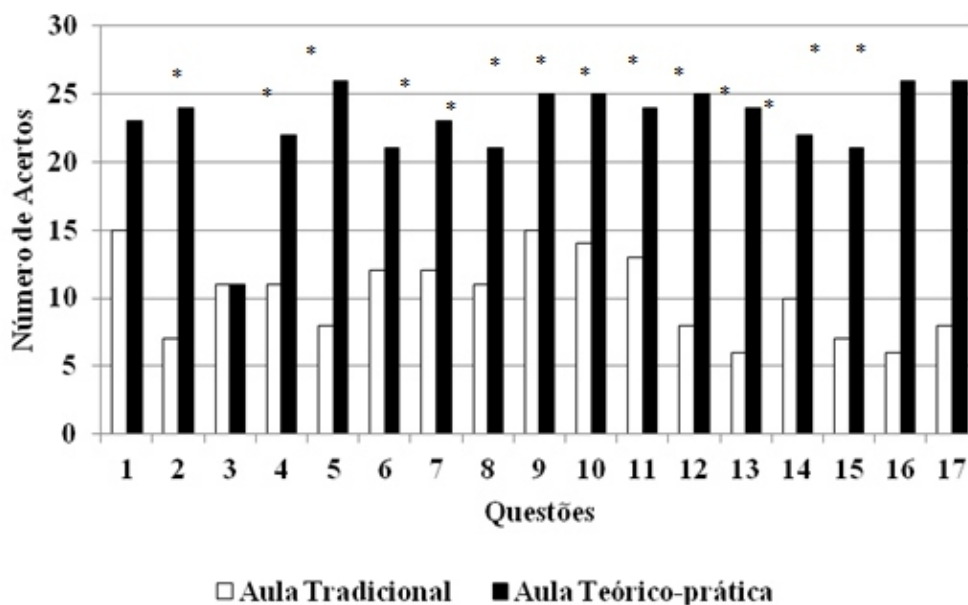


Figura 3 – Número absoluto de acerto para cada uma das questões referentes ao processo de mitose e meiose. *Indica diferença estatisticamente significativa entre o número de acerto após a aula tradicional e a aula teórico-prática (Análise Estatística: Qui-quadrado; $p < 0,05$).

dois momentos analisados, foi a de número 2 que tratava a respeito do conceito de genes alelos.

Já em se tratando das questões com maiores acertos (as consideradas mais fáceis), Ortega et al. (2017) registrou-se nas questões de número 5 e 10. Já no presente estudo, as questões de mais acertos foram as 5, 16 e 17.

Esses relatos distintos entre os dois estudos demonstram que ações semelhantes, usando modelos e sequências didáticas semelhantes, permitem resultados distintos. Esse fato, certamente, se deve às diferenças individuais dos alunos e pesquisadores bem como aos conhecimentos prévios de cada um deles.

Frente ao exposto considera-se que a sequência didática utilizada auxiliou na aquisição de conhecimentos biológicos relativos aos processos de mitose e meiose. Pode-se ainda averiguar maior interação e interesse dos alunos com o tema e esses fatos podem ser considerados os desencadeadores do processo de aprendizagem.

Agradecimentos

Agradecemos à Escola Estadual Marechal Castelo Branco, Água Clara, Mato Grosso do Sul, Brasil e à Professora Renata Santana Buzzo pela disponibilidade em receber o grupo de pesquisa e permitir a execução das atividades práticas.

Declaração: Os autores declaram estar cientes e terem atendido integralmente às normas preconizadas para as pesquisas em seres humanos, conforme resolução 466/2012. Os autores declaram ainda ausência de conflito de interesse.

5. Referências

- Amaral RFA. Modelos didáticos na museologia e ensino da botânica na universidade de Coimbra, 2011 [Dissertação de Mestrado]. Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra. Coimbra.
- Ausubel DP, Novak JD, Hanesian H. *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro, Brasil: Interamericana, 1980.
- Braga CMDS. O Uso de modelos de divisão celular na perspectiva da aprendizagem significativa, 2010 [Dissertação de Mestrado]. Universidade de Brasília – UNB. Brasília/DF.
- Brasil. Secretaria de Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, 2000. Disponível em <portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>. Acessado em: 31 de outubro de 2016.
- Carvalho GS, Clément P. Projecto “Educação em biologia, educação para a saúde e educação ambiental para uma melhor cidadania”: análise de manuais escolares e concepções de professores de 19 países (europeus, africanos e do próximo oriente). *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 7, 2007.
- Catani A, Carvalho EG, Santos FS, Aguilar JBV, Campos SHMA. Ser Protagonista: Biologia - 1º ano ensino médio. São Paulo, Brasil: Edições SM - Didáticos, 2014.
- dos Santos AB, Guimaraes CRP. A utilização de jogos como recurso didático no ensino de zoologia. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, 5, 52-57, 2010.
- Freitas LAM, Barroso HFD, Rodrigues HG, Aversi-Ferreira TA. Construction of embryonic models with recycled material for didactic using. *Bioscience Journal*, 24, 91-97, 2008.
- Justina LAD, Ferla MR. A utilização de modelos didáticos no ensino de Genética - exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto. *Arquivos do Museu Dinâmico Interdisciplinar*, 10, 35-40, 2013.
- Korthagen FAJ, Kessels J, Koster B, Lagerwerf B, Wubbels T. Linking practice and theory: The pedagogy of realistic teacher education. *Routledge*, 2008.
- Krasilchik M. Prática de ensino de Biologia. São Paulo, Brasil: Edusp, 2008.
- Lima DB, Garcia RN. Uma investigação sobre a importância das aulas práticas de Biologia no Ensino Médio. *Cadernos do Aplicação*, 24, 201-224, 2011.
- Lorbieski R, Rodrigues LS, D'Arce LPG. O jogo da meiose e das segregações cromossômicas e alélicas. *Genética na escola*, 5, 25-33, 2010.
- Lord TR. A comparison between traditional and constructivist teaching in college biology. *Innovative Higher Education*, 21, 197-216, 1997.
- Lord TR. Using constructivism to enhance student learning in college biology. *Journal of College Science Teaching*, 23, 346-348, 1994.
- Machado ES, Machado EM, Nascimento EG, Oliveira RJ. Sequência didática para abordagem do DNA no oitavo ano do Ensino Fundamental. *Genética na Escola*, 5, 14-16, 2010.
- Magosso MF, Zanon AM, Oliveira RJ. Representação dos fenômenos cromossômicos durante as divisões celulares e a fecundação por meio de blocos de montagem no ensino de biologia. *Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología*, 1392-1398, 2011.
- Matos CHC, Oliveira CRF, Santos MPF, Ferraz CS. Use of didactic models in entomology teaching. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 9, 19-23, 2009.
- Mizukami MGN. Ensino: as abordagens do processo. São Paulo, Brasil: Editora Pedagógica e Universitária, 1986.
- Oliveira SS. Alternative conceptions and biology teaching: how to use differentiated strategies in the initial formation of graduated. *Educar em Revista*, 26, 01-18, 2005.
- Orlando TC, Lima AR, da Silva AM, Fuzissaki CN, Ramos CL, Machado D, Fernandes FF, Lorenzi JCC, Lima MA, Gardim S, Barbosa VC, Tréz TA. Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de biologia celular e molecular no ensino médio por graduandos de ciências biológicas. *Revista de Ensino de Bioquímica*, 7, 1-17, 2009.
- Ortega N, Oliveira AS, Correa WA, Neves SC, Oliveira RJ. Práticas com cromossomos auxiliam na compreensão dos processos de mitose e meiose. *Perspectivas Experimentais e Clínicas, Inovações Biomédicas e Educação em Saúde*, 1, 24-29, 2017.
- Pereira RF, Fusinato PA, Neves MCD. Desenvolvendo um jogo de tabuleiro para o ensino de Física. *VII Encontro de Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 2009.

- Santos FS. A Botânica no Ensino Médio: Será que é preciso apenas memorizar nomes de plantas. Em: Silva CC, eds. *Estudos de história e filosofia das ciências: Subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo, Brasil: Editora Livraria da Física, 223-243, 2006.
- SED - Secretaria de Estado de Educação - MS. Referencial curricular da rede estadual de ensino de Mato Grosso do Sul: Ensino Médio, 2012. Disponível em: <www.gper.com.br/biblioteca_download.php?arquivoId=1036>. Acessado em 31 de outubro de 2016
- Torres RC, Zanon AM, Oliveira RJ. Influência do uso de modelos didáticos no desempenho de alunos da educação de jovens e adultos e na aquisição de conceitos sobre os tipos celulares e suas organelas. I Congresso Internacional de Enseñanza de las Ciencias y la Matemática, 2011. Anais do I CIECyM.

Editor Associado: João Renato Pesarini

EPIDEMIOLOGICO N° 52 – DENGUE – SEMANAS 1 a 52. Mato Grosso do Sul/2011, 2011. Disponível em: <<http://tinyurl.com/lh71bz9>>. Acessado em: 10/08/2013.

Terrazan EA, Dutra EF, Winch PG, Silva AA Configurações curriculares em cursos de licenciatura e formação identitária de professores. Revista Diálogo Educacional, 8, 2008.

Torres RC, Zanon AM, Oliveira RJ. Influência do uso de modelos didáticos no desempenho de alunos da educação de jovens e adultos e na aquisição de conceitos sobre os tipos celulares e suas organelas. I Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias y la Matemática, 2011. Anais do I CIECyM.

Editor associado: Lucas Roberto Pessatto