

O USO DE MODELOS EM UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DOS PROCESSOS DA DIVISÃO CELULAR

Cleonice Miguez Dias da Silva Braga (cleomiguez@yahoo.com.br)

Universidade de Brasília/Mestrado em Ensino de Ciências/ Núcleo de Educação Científica do Instituto de Ciências Biológicas/IB.

Louise Brandes Moura Ferreira (louise@unb.br)

Universidade de Brasília, Faculdade UnB Planaltina,
Licenciatura em Ciências Naturais.

Maria Luiza de Araújo Gastal (gastal@unb.br)

Universidade de Brasília/Núcleo de Educação Científica do Instituto de Ciências Biológicas/IB.

Resumo O presente artigo foi baseado nos resultados de uma pesquisa que envolveu a aplicação e a posterior avaliação de uma sequência didática baseada no uso de modelos para o ensino da divisão celular, e tem como objetivo, detalhar o modelo elaborado e as atividades realizadas nas aulas que compunham a sequência. Deste artigo consta também a análise de alguns dos dados obtidos na pesquisa que nos permitiu fazer algumas inferências a respeito do potencial que o uso da modelagem tem como metodologia de ensino, seus limites e dificuldades associadas.

Palavras-chave: modelos, sequência didática, ensino de ciências.

Introdução

São diversas as dificuldades que caracterizam os conteúdos da biologia que são ministrados ao longo dos três anos do ensino médio. Dificuldades particulares que variam com a profundidade e o nível de abstração exigido a cada tema, dificuldades relacionadas à forma questionável como tais conteúdos encontram-se distribuídos nos currículos das três séries e ainda dificuldades que abrangem a esfera motivacional: aquelas que se revelam quando os alunos nos perguntam sobre a importância de aprenderem tantos conteúdos que não lhes parecem ter a mínima importância. Como exemplo, diferentes conteúdos poderiam ser elencados, no entanto, a divisão celular, tanto pela sua importância como pré-requisito para o perfeito entendimento de diferentes temas da biologia, quanto pela dificuldade que caracteriza

os diversos conceitos necessários à sua compreensão, se tornou a motivação para o desenvolvimento do trabalho sobre o qual trata este artigo.

A compreensão dos processos da divisão celular exige não só o entendimento claro das estruturas que compõem o núcleo das células eucariontes como também o de muitos conceitos que, devido a seu caráter abstrato, são motivo de angústia para muitos alunos. A falta de um entendimento claro e diferenciado de conceitos como, DNA e gene, aliado a uma série de fenômenos e nomenclaturas pertinentes, se faz sentir não só na compreensão desses processos, mas também em outros conteúdos que lhes fazem referência como o ensino de genética. (BANET, AYUSO, 2000; KNIPPELS, et al, 2005; LEWIS, et al, 2000; PAULA, 2007).

Na literatura do ensino de ciências, a preocupação com tais dificuldades pode ser evidenciada em trabalhos que abordam o desenvolvimento e aplicação de metodologias e práticas didáticas especialmente pensadas para o ensino destes conteúdos (BANET, AYUSO, 2000; KNIPPELS, et al, 2005; PAULA, 2007). Em um levantamento da produção nacional de pesquisas sobre a temática apresentadas nos espaços de socialização da Área de Ensino de Ciências e Biologia (EPEB, EREBIO/ENEBIO e ENPEC), Goldbach, Goulart e Machado (2008) constataram que 43% dos trabalhos apresentados tinham como objetivo a proposição de atividades didáticas que buscam melhoras nas metodologias de ensino desta área. Sendo que mais da metade desses trabalhos tinham como proposta, para tanto, o uso de modelos.

Os Modelos e o Ensino de Ciências

Um modelo pode ser entendido como a representação de um fenômeno, entidade ou processo que se manifesta no mundo real.

Na construção do conhecimento científico os modelos são vistos como importantes ferramentas utilizadas pelos cientistas para a construção de conceitos e teorias contribuindo para fazer previsões, guiar a pesquisa, justificar resultados e facilitar a comunicação (Gilbert e Boulter 1998). A prática do pensamento dos cientistas envolve, portanto, entre outras atividades, a construção de representações mentais que são traduzidas em **modelos expressos** (maquetes, formulas e equações matemáticas ou ainda descrições textuais) que, uma vez aceitos pela comunidade científica, passam a ocupar o status **de modelos consensuais** ou **modelos científicos**.

Um exemplo de modelização, na área da biologia, pode ser encontrado no trabalho de James Watson e Francis Crick que, em 1953, sugeriram uma representação tridimensional

para explicar a estrutura da dupla hélice da molécula de DNA. Neste caso particular, a construção de um modelo físico foi de grande ajuda para o trabalho empenhado por Watson e Crick em aplicar e testar suas hipóteses e certamente contribuiu para a aceitação, pela comunidade científica da época, da teoria formulada pelos mesmos (JUSTINA e FERLA, 2006).

Na literatura sobre o ensino de ciências, muitos trabalhos sugerem a utilização e construção de modelos para promover o ensino de conceitos e teorias. Segundo Justi (2006), quando utilizamos um modelo, aprendemos sobre a situação representada por ele. Já quando o construímos, criamos um tipo de estrutura representativa e desenvolvemos uma forma científica de pensar semelhante àquela utilizada pelos cientistas na construção do conhecimento científico. O importante então, dentro desta perspectiva, não é levar os alunos a encontrar respostas corretas pela simples aplicação de fórmulas, mas dar-lhes a oportunidade de tornarem-se aprendizes ativos, engajando-os em atividades através das quais possam desenvolver seu próprio conhecimento dos fenômenos (SAMPAIO, 2000).

Considerando, portanto, o potencial dos modelos como estratégia de ensino relatada nos trabalhos lidos, e as dificuldades inerentes ao ensino e a aprendizagem dos processos da divisão celular, elaboramos uma sequência didática composta por uma série de atividades que permitiram aos estudantes a modelização de cromossomos em diferentes situações envolvidas nesses processos, utilizando, para tanto, canudos de refrigerante.

Um Modelo para os Cromossomos

Os cromossomos são estruturas celulares de grande importância no processo que envolve a passagem da informação genética e são, nesse sentido, os principais atores no processo da divisão celular. A compreensão da estrutura cromossômica, pré-requisito necessário para o perfeito entendimento dos processos que envolvem a divisão de uma célula, não é, no entanto, tarefa fácil e envolve não só a compreensão da sua composição - sua relação com a molécula de DNA e os genes - mas também de toda a nomenclatura associada.

Na figura 1 temos representado o modelo de um cromossomo que pode ser encontrado em livros didáticos. A correspondência real desse modelo são estruturas microscópicas bem mais complexas que a sua representação, visíveis apenas em células que estão se dividindo. As cromátides representam as moléculas de DNA que compõem os cromossomos nessa fase e as regiões marcadas pelas letras “b” e “A” genes nelas encontrados.

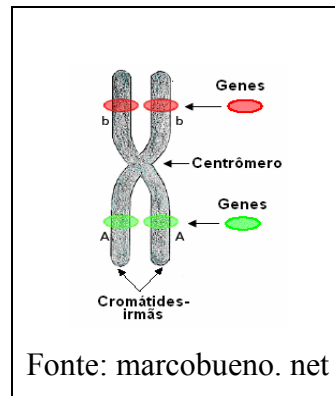


Figura 1: modelo de um cromossomo duplicado em livros didáticos

Para explicar de forma significativa os processos da divisão celular, utilizamos este mesmo modelo. No entanto, com o objetivo de proporcionar uma maior participação dos alunos no processo da modelização, modificamos a sua forma de representação: em vez de um desenho (modelo visual) os cromossomos foram modelados com o auxílio de canudos de refrigerantes sendo convertido, portanto em um modelo concreto como mostra a figura 2.

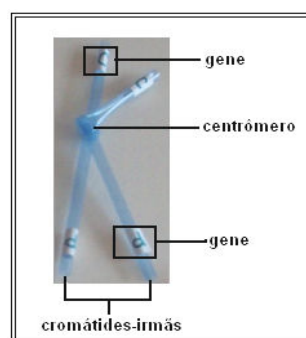


Figura 2: Modelo concreto de um cromossomo duplicado

Modelando Cromossomos Homólogos

Os cromossomos homólogos são estruturas que possuem o mesmo tamanho e formato, a mesma posição de centrômero e são portadoras das mesmas informações codificadas em genes que ocupam em ambos a mesma posição. Todas essas características podem ser representadas utilizando, para tanto, pares de canudos que, além do mesmo tamanho, possuam também a mesma posição de centrômero representada no modelo por um nozinho no centro (cromossomos metacêntrico) ou mais na extremidade do mesmo. Para identificar a origem diferente destes cromossomos utilizamos para cada par duas cores distintas: azul para representar o homólogo paterno e o vermelho para o materno.

As características físicas deste material, tamanho e flexibilidade, permitiram aos alunos simular o comportamento e o movimento dos cromossomos homólogos durante as diferentes fases da mitose e da meiose, modelar e comparar cromossomos simples e cromossomos duplicados e, por fim, com o auxílio de etiquetas, representar por meio de letras nelas impressas a posição dos genes alelos em diferentes situações de modelagem como mostra a figura 3

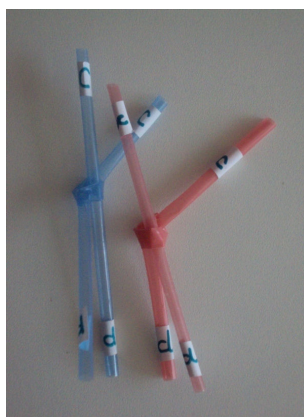


Figura 3: modelo de um par de cromossomos homólogos duplicado.

A sequência didática elaborada com uso desses modelos foi composta por uma sequência de 4 aulas e foi desenvolvida em uma turma de 1ª série do ensino médio no período de três semanas, em duas aulas semanais de 50 minutos cada. A dinâmica de sala incluiu o trabalho com os modelos de cromossomos em atividades diferentes elaboradas conforme os objetivos específicos de cada aula.

1ª Aula: Definindo genoma, células haplóides e células diplóides, cromossomos homólogos e genes alelos

Objetivos	Material																
1. Promover a compreensão e a consolidação do conceito de genoma.	<ul style="list-style-type: none"> • Canudos de duas cores diferentes. 8 canudos por aluno (4azuis e 4 vermelhos) • Giz e quadro-negro. • Etiquetas com letras maiúsculas e minúsculas impressas. 																
2. Permitir ao aluno compreender, reconhecer e diferenciar células de diferentes ploidias.																	
3. Identificar os gametas como células haplóides.																	
4. Relacionar o fenômeno da fecundação com a ploidia da célula resultante.																	
5. Compreender o conceito de cromossomos homólogos e de genes alelos		<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Combinações</th> <th colspan="4">Genes</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>A</td> <td>A</td> <td>B</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>A</td> <td>a</td> <td>B</td> <td>b</td> </tr> </tbody> </table>	Combinações	Genes				1	A	A	B	B	2	A	a	B	b
Combinações		Genes															
1	A	A	B	B													
2	A	a	B	b													
6. Compreender a relação estrutural que existe entre cromossomo, DNA e genes.																	

Nesta aula os canudos foram utilizados pelos alunos para a modelagem dos diferentes tipos de cromossomos (metacêntricos, submetacêntricos, acrocêntricos e telocêntricos) que, como mostra a figura 4, foram usados para representar núcleos haplóides e diplóides permitindo a discussão dos conceitos de genoma, gametas, fecundação e cromossomos homólogos.

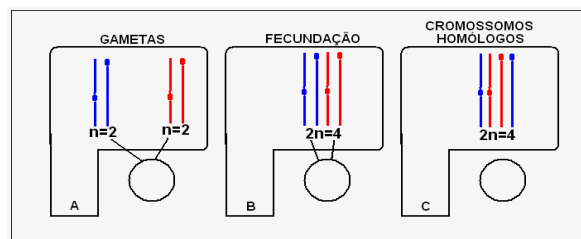


Figura 4 – A – núcleo de células haplóides (gametas), B – núcleo da célula diplóide resultante da fecundação, C – modelagem dos cromossomos homólogos presentes na célula diplóide considerada.

Utilizando etiquetas com letras impressas simbolizando diferentes tipos de genes os alunos puderam simular a posição de diferentes genes nos cromossomos modelados

permitindo a discussão sobre a posição de genes alelos em cromossomos homólogos e a possibilidade da homozigose ou da heterozigose.

2ª Aula – Cromossomos simples X Cromossomos duplicados.

Objetivos	Material																				
Identificar e compreender a formação das cromátides-irmãs relacionando-as ao processo da duplicação do DNA.	<ul style="list-style-type: none"> • Canudos azuis e vermelhos. • Giz e quadro-negro. • Etiquetas com letras maiúsculas e minúsculas impressas. <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Cominações</th> <th colspan="4">Genes</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>A</td> <td>A</td> <td>B</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>A</td> <td>a</td> <td>B</td> <td>b</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>a</td> <td>a</td> <td>b</td> <td>b</td> </tr> </tbody> </table>	Cominações	Genes				1	A	A	B	B	2	A	a	B	b	3	a	a	b	b
Cominações		Genes																			
1		A	A	B	B																
2	A	a	B	b																	
3	a	a	b	b																	
Compreender que a duplicação do DNA não leva à duplicação do número de cromossomos de uma célula e, portanto, não altera a sua ploidia.																					
Diferenciar cromossomo simples de cromossomo duplicado.																					

Nesta atividade os canudos foram utilizados para a modelagem de cromossomos simples e cromossomos duplicados (figura 5), permitindo a discussão da importância da duplicação da molécula de DNA para a ocorrência da divisão celular e sua consequência na estrutura dos cromossomos. A atividade com as etiquetas permitiu discutir e comparar o conteúdo genético das cromátides-irmãs e das cromátides-homólogas em diferentes situações como a representada, por exemplo, na figura 6

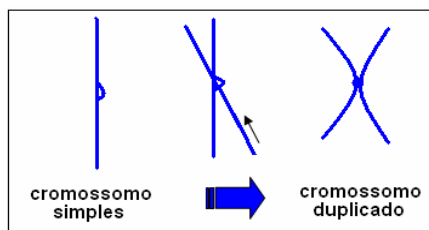


Figura 5 – modelagem de um cromossomo duplicado.

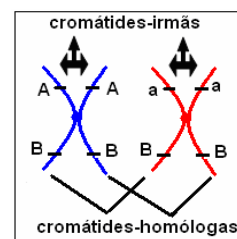
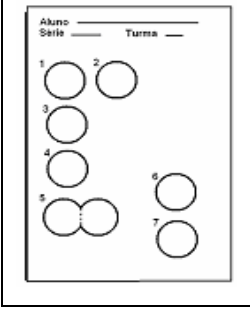


Figura 6 – identificando os genes componentes das cromátides-

irmãs

e das cromátides-homólogas.

3ª Aula – A Divisão Celular: Mitose

Objetivos	Material
1. Compreender a dinâmica que envolve o processo da mitose caracterizando cada uma de suas fases.	<ul style="list-style-type: none"> • 8 Canudos: 4 azuis e 4 vermelhos. • Giz e quadro-negro • Folha branca, ou preparada segundo o modelo ao lado: 
2. Evidenciar que as células-filhas originadas por esse tipo de divisão são geneticamente idênticas.	

Trabalhando em duplas e, considerando a superfície de suas carteiras unidas como o citoplasma da célula ($2n=4$) que iria se dividir, os alunos, utilizando os modelos de cromossomos construídos com os canudos, puderam, juntamente com o seu professor, representar (figura 7) e, em seguida registrar por meio de desenhos, todas as fases da mitose simulando as diferentes posições e movimentos dos cromossomos que caracterizam cada uma delas. Esta atividade promoveu uma série de discussões e questionamentos sobre o comportamento e as posições dos cromossomos evidenciando um comportamento mais participativo que aquele que costumamos constatar quando trabalhamos este assunto utilizando representações prontas como as figuras que, em geral, são usadas pelos livros didáticos.

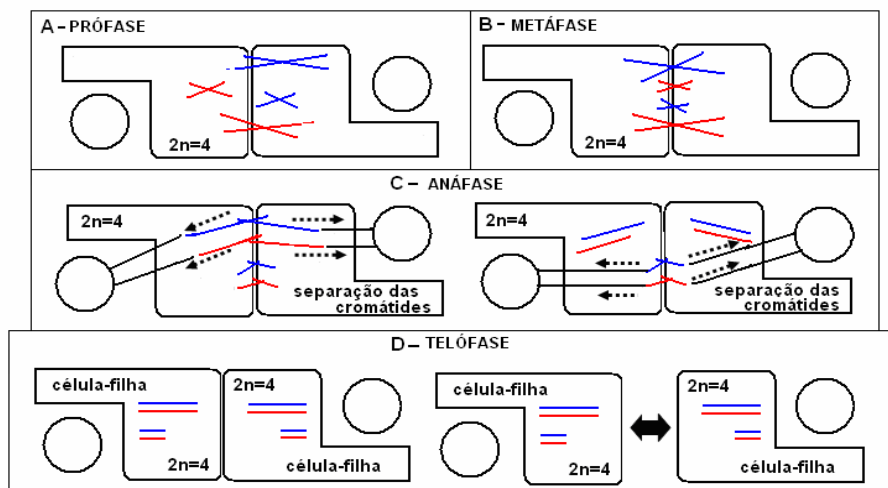


Figura 7 – A - modelagem da prófase, B – modelagem da metáfase, C – modelagem da anáfase, D – modelagem da telófase e da citocinese

4ª Aula – A Divisão Celular: Meiose

Objetivos	Material
1. Identificar a redução do genoma como a principal característica da meiose.	<ul style="list-style-type: none"> • 8 canudos por grupo (4 azuis e 4 vermelhos). • 1 folha em branco com informações gerais sobre a divisão celular • Canetas ou lápis de cores azuis e vermelhas.
2. Relacionar os fenômenos responsáveis pelo caráter reducional desse tipo de divisão.	
3. Comparar as fases da meiose I com as da meiose II.	

Esta atividade de modelagem realizada para o ensino da meiose levou os alunos a lançar e testar hipóteses acerca de como, neste tipo de divisão, uma célula diplóide pode originar células filhas com apenas um genoma.

O trabalho foi realizado em grupos de 4 alunos e a superfície de suas carteiras unidas foi considerada como o citoplasma de uma célula diplóide ($2n=4$) cuja divisão se pretendia simular. Cada grupo foi orientado a proceder à divisão da célula em questão, de maneira que as células-filhas formadas fossem haplóides ($n=2$). Não lhes foi informado, no entanto, que para tanto seriam necessárias duas divisões nem tampouco que como resultado final se formariam 4 células-filhas.

Considerando a modelagem da mitose e de todos os eventos associados como pré-requisitos adquiridos nas aulas anteriores, os alunos foram orientados a discutir como se processa a meiose. Para guiar-lhes o raciocínio, os mesmos foram orientados a respeitar os eventos biológicos descritos abaixo:

- I. Uma célula ao se dividir origina **apenas 2 células-filhas**.
- II. A duplicação do DNA só ocorre **uma única vez, antes de iniciarmos a divisão**
- III. **Uma célula só pode se dividir se os seus cromossomos estiverem duplicados.**
- IV. As células-filhas formadas ao final do processo **devem ser haplóides e seus cromossomos devem ser simples.**

Todos os eventos relacionados foram listados em uma folha que foi entregue a cada aluno, junto com o material necessário para a modelagem, e cada uma das hipóteses lançadas

pelos grupos durante a modelagem foi registrada pelos os alunos em uma folha e apresentadas para a avaliação do professor.

As figuras 8 e 9 representam o trabalho realizado pelos alunos durante a atividade proposta.

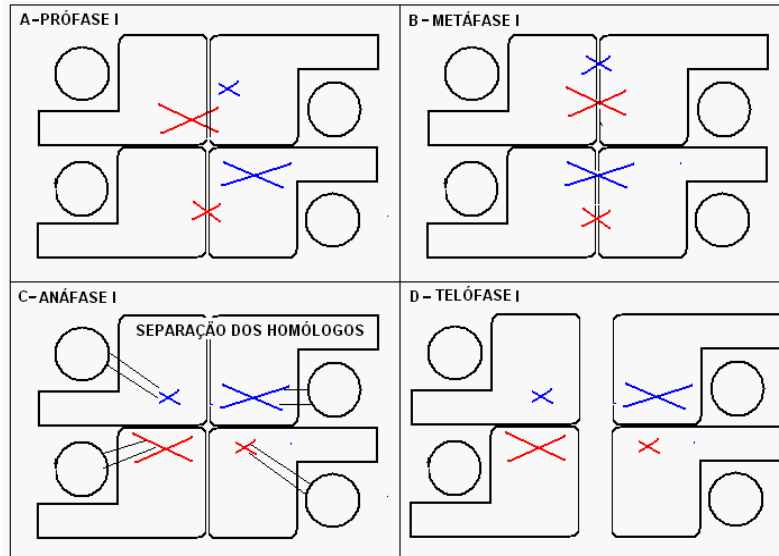


Figura 8 – A - modelagem da prófase I, B – modelagem da metáfase I, C – modelagem da anáfase I, D – modelagem da telófase I e da citocinese

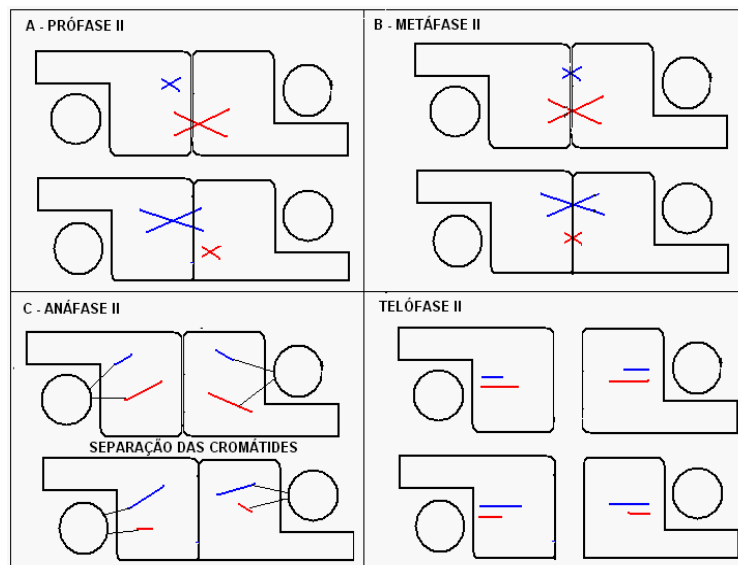


Figura 9 – A - modelagem da prófase II, B – modelagem da metáfase II, C – modelagem da anáfase II, D – modelagem da telófase II e da citocinese

Ganhos e Dificuldades Observadas

A análise dos dados obtidos pela vídeo-gravação das aulas e pelas observações feitas pela professora pesquisadora permitiu evidenciar diferentes situações que nos levaram a fazer uma série de inferências sobre o uso de modelos como metodologia de ensino. No entanto, é importante considerar que a ocorrência dos eventos que foram relatados como resultados dessa pesquisa devem ser entendidos apenas como possibilidades, uma vez que o desempenho dos alunos e do professor quando do uso de qualquer metodologia de ensino, pode vir a variar grandemente em função das características de cada grupo de alunos e das crenças pessoais do professor em relação à forma como se dá o processo de ensino aprendizagem.

1. O uso de modelos promove um maior envolvimento dos alunos com o conteúdo

Tabela 1 – quantificação da participação dos alunos durante as aulas que foram ministradas na sequência aplicada

Aula ministrada	Alunos presentes	Tempo da aula	Participações individuais	Participações do grupo	Total
1ª Aula - Definindo genoma, células haplóides e células diplóides, cromossomos homólogos e genes alelos	23	50'	95 12 alunos	22	117
2ª Aula - Cromossomos simples X Cromossomos duplicados.	17	50'	74 11 alunos	25	99
3ª Aula - A Divisão Celular: Mitose	21	50'	36 07 alunos	14	50
4ª Aula - A Divisão Celular: Meiose	16	50'	30 06 alunos	20	70

A análise dos dados obtidos por meio da observação e da filmagem das aulas ministradas permitiu constatar o potencial que o uso da modelagem, como metodologia de ensino possui em promover o envolvimento dos alunos com o conteúdo que está sendo trabalhado. Os efeitos de tal envolvimento aparecem refletidos, como mostra a tabela 1, no elevado número de participações individuais e do grupo de alunos como um todo que foram registradas durante as atividades propostas.

2. O uso de modelos promove o diálogo e a troca de significados entre o professor e o aluno durante o processo de ensino-aprendizagem

Em termos qualitativos os registros revelaram uma melhora considerável na qualidade das perguntas feitas pelos alunos e na interação destes com os demais colegas e com o professor, proporcionando discussões de ideias que, em função da sua complexidade, dificilmente seriam desenvolvidas em aulas formais.

3. O uso de modelos permite uma melhor compreensão de conceitos e processos abstratos.

A atividade de modelagem permitiu que, em alguns momentos, alguns alunos antecipassem conclusões e conceitos que, em geral, muitas vezes em função da sua aparente simplicidade ou em função do seu alto grau de abstração, são comunicados e explicados pelos professores sem o desenvolvimento de discussões prévias. Inferências feitas pelos alunos puderam ser evidenciadas em conclusões simples como a que diz respeito à igualdade do conjunto de cromossomos presentes nos gametas feminino e masculino de indivíduos da mesma espécie, até conclusões mais abstratas como a igualdade da posição dos alelos em cromossomos homólogos nos diferentes indivíduos de uma mesma espécie.

4. O uso de modelos facilita a exposição do assunto pelo professor

Em diferentes situações o uso dos modelos não só facilitou a introdução contextualizada de novos conceitos, como também permitiu à professora identificar a que conhecimento prévio alguns deles estavam sendo assimilados.

Considerando a dinâmica que envolve a exposição dos conteúdos durante uma aula, pudemos observar também, que o uso dos modelos, em vários momentos, facilitou a retomada de conceitos e proposições trabalhados na sequência, aumentando a coesão entre os assuntos tratados nas aulas ministradas.

5. O uso de modelos propicia o estabelecimento de situações que promovem o desenvolvimento de importantes habilidades como a de formular e testar hipóteses.

A modelagem da meiose, da forma como foi sugerida nesta atividade, envolveu os alunos no levantamento e teste de hipóteses e na socialização dos resultados corroborando com a literatura da área que preconiza entre as vantagens do uso da modelagem no ensino de ciências, a possibilidade de aproximar a forma de pensar dos alunos daquela utilizada na construção do conhecimento científico.

Dificuldades Observadas

Algumas das dificuldades esperadas para o desenvolvimento dessa metodologia e das técnicas que lhes dão suporte são inerentes à turma e as suas características como: tamanho, interesse, frequência e maturidade cognitiva. Outras são inerentes ao professor e ao material proposto.

No primeiro caso, destacamos as dificuldades de organização da sala e de distribuição do material, pois estas ações preliminares podem se mostrar problemáticas em turmas mais agitadas. No caso da nossa pesquisa, o péssimo estado do mobiliário da sala de aula, em particular das carteiras ocupadas pelos alunos, nos trouxe problemas específicos para as atividades que envolviam a modelagem da mitose e da meiose, já que nas mesmas, a superfície formada pela união das carteiras dos componentes de cada grupo representava o citoplasma da célula cuja divisão se pretendia simular. O problema foi contornado com o uso de cartolinas e folhas de papel ofício sobre as quais as atividades foram desenvolvidas.

Dificuldades relacionadas à realização de trabalhos em grupo tais como: alunos que não cooperam com o andamento do trabalho, grupos que se esforçam mais em saber a resposta dos que já terminaram do que encontrar a sua própria solução, entre outros, também foram relatados, mas estes não foram os comportamentos dominantes da turma observada.

O segundo caso, aquele que se refere ao professor e ao material utilizado, diz respeito, em especial, aos limites da analogia sugerida pelo modelo de cromossomo construído com os canudos. Considerando a tendência que os alunos possuem em encarar os modelos como uma cópia fiel da realidade, amplamente relatada na literatura sobre o assunto, aconselhamos que, durante a atividade, o professor busque identificar e ressaltar os pontos em que o modelo utilizado falha na sua representação do real.

Referências

- BANET, E.; AYUSO, G.E.(2000). Teaching genetics at secondary school: A strategy for teaching about de location of inheritance information. *Science Education*, 84(3): 313-351.
- GILBERT, J.K. e BOULTER, C.J. Learning Science Through Models and Modelling. In B. Frazer and K. Tobin (eds), *The International Handbook of Science Education* p.53-66. Dordrecht: Kluwer,1998
- GOLDBACH, T.; GOULART, A. M.; MACHADO, L.F. Produção científica e saberes escolares na área de ensino de genética: olhares e tendências. In: VII Jornada Latino-americana de estudos sociais das ciências e das tecnologias, 2008, Rio de Janeiro. *Anais das VII Jornadas Latino-Americanas de Estudos Sociais das Ciências e das Tecnologias*, 2008.

Disponível em <<http://www.necso.ufrj.br/esocite2008/trabalhos/36294.doc>> acesso em: 15 de maio 2009.

JUSTI, R. La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las Ciências*, v.24 n.2, p.173-184, 2006

JUSTINA, L.A.D., FERLA, M.R. A utilização de modelos didáticos no ensino de Genética - exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto. *Arquivos da APADEC*, Maringá - Paraná, v. 10, n. 2, p. 35-40, 2006

KNIPPELS, M. C. P. J.; WAARLO, A. J.; BOERSMA K. T. (2005). Design criteria for learning and teaching genetics. *Journal of Biological Education*, 39(3): 108-112.

LEWIS, J., WOOD-ROBISON, C. (2000). Genes, Chromosomes, cell division and inheritance-do students see any relationship? *International Journal of Science Education*, 22(2): 177-195.

PAULA, S.R. *Ensino e aprendizagem dos processos de divisão celular no ensino fundamental*. 2007. 113f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Genética e Biologia Evolutiva. São Paulo. 2007.

PAZ, A. M.; ALVES, Filho J. P.; OLIVEIRA, V. L. B.; ABEGG, I. Modelos e Modelizações no Ensino: Um Estudo da Cadeia Alimentar. Ensaio. *Pesquisa em Educação em Ciências*, 2006.

SAMPAIO, F. F. Modelagem Dinâmica Computacional e o Processo de Ensino Aprendizagem: algumas questões para reflexão. *Rev. eletrônica Mestr. Educ. Ambient.*, Rio Grande, Volume Especial - Versão Eletrônica dos Anais do III Seminário sobre Representações e Modelagem no Processo de Ensino-Aprendizagem, 2000. Disponível em <http://www.c5.cl/tise98/html/trabajos/modelag/index.htm>> acesso em 13 de maio 2009.