

O USO DE MODELAGENS REPRESENTATIVAS COMO ESTRATÉGIA DIDÁTICA NO ENSINO DA GENÉTICA: UM ESTUDO DE CASO

The use of representative modeling as a strategy teaching of genetics: a case study

Renata Ferreira Rodrigues [renata526@hotmail.com]

Colégio Instituto Francisco de Assis

Rua Padre Florentino, 208.

Itumbiara-GO CEP: 75503-165

Resumo

Apresentamos no trabalho uma experiência didática com uso de modelagens no ensino da Genética, desenvolvido entre agosto e novembro de 2010 com alunos do 3º ano do Ensino Médio do Colégio Instituto Francisco de Assis em Itumbiara-GO. As atividades foram propostas a fim de verificarmos a existência da promoção de uma aprendizagem mais significativa a partir da construção de modelos didáticos representativos. A discussão da prática e relato da experiência pode orientar professores e alunos quanto ao desenvolvimento da temática. Os resultados mostraram que essas atividades despertaram um maior envolvimento dos alunos na aula favorecendo o entendimento do conteúdo proposto em uma reafirmação do valor de atividades diferenciadas nas aulas de Biologia.

Palavras-Chave: Genética, aprendizagem e modelagens representativas.

Abstract

The present work is a teaching experience with the use of simulation or modeling in the teaching of genetics developed between August and November 2010 with students from 3rd year high school of the Instituto Francisco de Assis in Itumbiara-GO. The activities were proposed in order to verify the existence of a greater student learning through the construction of recreational educational models promoting a more meaningful learning. The discussion of the practice and report of experience can guide teachers and students about the development of the theme and the results showed that these activities aroused greater involvement of students in the classroom facilitating the understanding of the proposed content and enabling higher fixation, a reaffirmation of the value and weight of different activities in biology classes.

Keywords: Genetic, learning and representative modeling.

Introdução

Atualmente o processo de ensino-aprendizagem vem passando por um período de mudanças. Muitos estudos são realizados na busca de uma aprendizagem mais significativa que vise um maior estímulo quanto à compreensão de conteúdos pelos alunos. Dentre o desenvolvimento de pesquisas relacionadas ao ensino de Biologia, a compreensão da Genética vem sendo bastante investigada (Pavan, 1998; Lewis, Leach & Wood-Robinson, 2000 a, b; Lewis & Wood-Robinson, 2000; Salim *et al.*, 2007).

Dentre as ferramentas didáticas utilizadas hoje, as simulações ou modelagens podem auxiliar na compreensão de processos biológicos, possibilitando a visualização dos conceitos abstratos e ampliando as possibilidades de assimilação e materialização das ideias com relação aos conceitos já existentes ou adquiridos tornando a aprendizagem mais efetiva e contribuindo para uma melhor interação e envolvimento dos alunos nas atividades (Eichler & Del Pino, 2000; Barab *et al.*, 2000; Medeiros & Medeiros, 2002; Sobrinho & Borges, 2010).

Um modelo pode ser compreendido como a representação de uma ideia, objeto, evento, processo ou fenômeno elaborado como um objetivo específico (Gilbert, Boulter & Elmer, 2000). Para que se possam criar modelos, não existem regras ou um único caminho a ser seguido, porém um dos fatores mais importantes é ter em mente qual é a finalidade de sua construção em um determinado contexto (Souza & Justi, 2010). Conforme Paz *et al.* (2006), os modelos são a essência das teorias e os classificamos em: modelo representacional, conhecido como maquete, uma representação física tridimensional (terrário, aquário, estufa, etc.); modelo imaginário, um conjunto de pressupostos usados para descrever como um objeto ou sistema seria (DNA, ligações químicas, etc.) e o modelo teórico, um conjunto de pressupostos explicitados de um objeto ou sistema (sistema solar, ciclo da chuva, ciclo do carbono, etc.).

É importante ser destacado que o ensino baseado apenas em aulas teóricas faz com que os alunos vivenciem de forma passiva o processo de ensino-aprendizagem sem estímulo ao desenvolvimento de técnicas e habilidades de observação (Buttow & Cancino, 2008). Assim, o envolvimento dos alunos em atividades de modelagem emerge como parte essencial de uma abordagem de ensino mais dinâmica, que compactua com as diretrizes atuais para o ensino de Ciências, podendo ser considerados elementos-chave da aprendizagem (Coll, France & Taylor, 2005; Souza & Justi, 2010).

Desta forma numa tentativa de contextualizar e dinamizar aulas de Biologia no Ensino Médio foi proposto a verificação da ocorrência de uma aprendizagem mais significativa em Genética após o uso de modelagens representacionais.

Teoria da Aprendizagem Significativa

A Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta nos anos 60, estabelece uma relação entre o conhecimento já adquirido pelo aluno a um novo conhecimento que deve ser interiorizado em sua estrutura cognitiva (Ausubel, Novak & Hanesian, 1980). Ela distingue dois eixos e classes diferentes de aprendizagem: a *memorística e a significativa*. A *aprendizagem memorística* refere-se ao tipo de processo que intervém na aprendizagem do aluno a delimitando de forma mecânica e repetitiva. Quanto menos se estabelece relação entre conteúdos novos e antigos mais próximos se está dessa aprendizagem. Já a *aprendizagem significativa* organiza a aprendizagem de maneira com que o aluno receba novos conteúdos os relacionando com seu conhecimento prévio ou adquirido em experiências anteriores (Pellizzari *et al.*, 2002).

Para que o ocorra uma aprendizagem *significativa* é preciso entender o processo de modificação do conhecimento em uma reflexão específica de situações de aprendizagem. Os indivíduos apresentam uma organização cognitiva interna baseada em conhecimentos de caráter conceitual, sendo que sua complexidade depende muito mais das relações que esses conceitos estabelecem entre si do que do número deles. Deste modo, essas relações apresentam-se de maneira hierárquica como uma rede de conceitos organizados de acordo com o grau de abstração e generalização, resultando não só na conexão de novos conceitos, mas na dos já aprendidos que eram vistos isolados (Bartels, 1995; Moreira, 1997; Coll, 2002).

Ausubel (1982) aponta a ocorrência de dois aspectos relevantes na aprendizagem significativa: a *diferenciação progressiva e a reconciliação integradora*. Na *diferenciação progressiva*, o novo conhecimento é absorvido, modificando o conceito prévio e o tornando mais abrangente fazendo com que o aluno adquira novos significados. Já na *reconciliação integradora*, as ideias já presentes na estrutura cognitiva do aluno e que não estabeleciam relação passam a ser percebidas e relacionadas assumindo uma nova organização com novos significados para os conceitos já existentes. Para Barrody & Bartels (2000) o entendimento dos alunos depende do número, precisão e força das conexões estabelecidas entre os conceitos estudados sendo analisado o conjunto de relações não conceituais quando o aluno constrói suas respostas.

Metodologia

É importante destacar que na presente pesquisa foram consideradas as impressões, percepções e observações do pesquisador no conjunto de estudo e decorrer da análise (Bogdan & Biklen, 1994).

Foram selecionados quatro temáticas gerais para a produção dos modelos (Síntese de proteínas, Duplicação do DNA, Divisão celular e Núcleo celular) como revisão de conteúdos ligados aos conceitos básicos em Genética em alunos do 3º ano do Ensino Médio do Colégio Instituto Francisco de Assis em Itumbiara-GO. A escolha das temáticas deveu-se ao fato de que em outras experiências, os alunos apresentavam muitas dificuldades na compreensão dos aspectos gerais da Genética, alegando desconhecerem ou não recordarem sobre os conceitos vistos em anos anteriores.

O trabalho propôs aos alunos a criação de modelagens (Justi & Gilbert, 2002) utilizando materiais alternativos como: garrafa PET, papelão, alumínio, vidro, massa de modelar, cartolina, isopor, madeira, etc. Para explicar os trabalhos de forma significativa foram sugeridos que os alunos buscassem uma aplicabilidade prática para o modelo criado. Para isso, foram usadas cerca de 9 horas/aula com fins de planejamento, orientação de ideias junto ao professor, confecção e montagem dos modelos. Após a etapa de produção/obtenção desse modelo adequado a temática, os estudantes deveriam apresentá-los aos colegas de sala.

Dois instrumentos de coleta de dados foram empregados na pesquisa: a aplicação de um pré/pós-teste (linguagem escrita) e vídeo-gravação das aulas (linguagem verbal). Formado por um questionário aberto, os testes propuseram a análise dos conhecimentos prévios e posteriores dos alunos participantes da pesquisa (80 alunos) no primeiro e último dia das atividades, composto por três questões: O que você compreende sobre genética? O que você recorda sobre as temáticas: Núcleo celular, Duplicação do DNA, Síntese de proteínas, Meiose e mitose? Você consegue associar o uso das temáticas acima a algum acontecimento de seu cotidiano? Onde você consegue observá-las?

As respostas dos testes foram categorizadas (tabela 1) de acordo com a detecção de algumas palavras-chave (por exemplo: hereditariedade, DNA/RNA, produção de proteínas, divisão celular, doenças genéticas, etc.). Para análise da linguagem escrita, a presença de dois elementos sinalizadores observáveis foi detectada: o estabelecimento de relações entre conceitos, funções e estruturas e sinais de diferenciação progressiva e/ou reconciliação integradora propostas por Ausubel (1982). Esses elementos puderam nos fornecer subsídios da ocorrência ou não de uma aprendizagem mais significativa nas modelagens, ou apenas indicar avanços na direção da aprendizagem memorística para a significativa.

A vídeo-gravação das aulas buscou verificar evidências de aprendizagem a partir das atividades (linguagem verbal) e coletar também dados relativos ao processo de elaboração e socialização dos modelos, assim como captar os aspectos atitudinais dos alunos em relação às atividades propostas. Para facilitar o processo de análise, as falas foram transcritas e cada aluno analisado identificado pela letra A mais número (por exemplo: A1, A2, etc.).

Estudo de caso: Análise da criação, aplicação e apresentação de modelos didáticos representativos (Proposta para Síntese protéica e Divisão celular).

Demonstraremos aqui, o estudo de caso de dois modelos didáticos (figura 1 e 2) produzidos por dois grupos de alunos e escolhidos para discussão por terem sido representativos na forma como foram conduzidos nas aulas de apresentação relatando, portanto, o uso dessa experiência e sua relevância para o grupo analisado. Esse estudo de caso busca evidenciar como esse processo contribuiu para a aprendizagem dos alunos permitindo responder a questão de pesquisa apresentada anteriormente. Além do que, o uso do modelo didático pode ser um instrumento facilitador da análise da realidade escolar com vistas a sua transformação, permitindo

abordar sua complexidade e ao mesmo tempo propor procedimentos de intervenção (Pérez, 2000). As atuais propostas do ensino da Genética instigam a inclusão de tópicos que proporcionem uma contextualização e levem a uma melhor compreensão dos conceitos, sobretudo quando há uma abordagem de tópicos específicos (Camargo & Infante-Malachias, 2007).

Ao todo cinco turmas participaram das atividades produzindo 20 modelos didáticos representativos, os quais foram compartilhados entre grupos de diferentes temáticas. Nesse momento de produção dos modelos, muitos alunos relataram dificuldades na montagem dos materiais, não conseguindo abstrair a prática a partir da teoria, recorrendo à orientação do professor. Nem todos os trabalhos alcançaram a proposta da criação de um modelo que pudesse associar uma aplicabilidade. Provavelmente isso se deve ao fato da compartimentação e fragmentação do ensino atual que impossibilita ao estudante uma associação dos aspectos teóricos do conteúdo a sua vida cotidiana.

Com o uso da didática tradicional essa dificuldade de aprender/ensinar se torna um problema quando o conteúdo que envolve as bases da genética é ministrado de forma compartimentalizada e fragmentada, não levando em consideração as concepções prévias dos alunos. Atualmente, a divisão celular (mitose e meiose) é apresentada no primeiro ano do ensino médio, corpo humano e reprodução no segundo ano e genética no terceiro ano, entendendo-se assim que a maioria dos estudantes não consiga fazer a correlação direta entre divisão celular, perpetuação da vida e transmissão de características (Giacóia, 2006). Por outro lado, é importante salientar que isso não se torna um problema ao se trabalhar com modelos didáticos já que não se leva em conta nem o conhecimento dos alunos como ponto de partida nem como obstáculo para a construção de novos conhecimentos, destacando-se a necessidade do uso de diferentes ferramentas didáticas inseridas na rotina do educando (Pérez, 2000).

De acordo com a verificação de Reznik (1995), a presença de tópicos isolados divididos em capítulos tais como: núcleo e material genético (DNA: estrutura e funcionamento), divisão celular (mitose e meiose) e genética mendeliana, demonstram claramente a falta de integração ou fragmentação entre temas na maioria dos livros didáticos e pouquíssimos, ainda, são os materiais que mencionam e trabalham determinados avanços do conhecimento em biologia molecular, como, por exemplo, os estudos de diferenciação e controle da vida celular e manipulação gênica.

Os modelos didáticos são um dos recursos mais utilizados em aulas de biologia, para visualizar objetos de três dimensões, contudo, pode ter limitações diversas, a exemplos dos estudantes compreendê-los como simplificações do objeto real (Krasilchik, 2004). Assim, existe a necessidade de envolver os alunos em sua produção para que ocorra a aprendizagem mais significativa, permitindo que experimentação conduza os estudantes a relacionar teoria e prática, propiciando condições para a compreensão dos conceitos, do desenvolvimento de habilidades, competências e atitudes, contribuindo, também, para reflexões sobre o mundo em que vivem (Cavalcante & Silva, 2008).

Foi possível observar um maior desempenho dos alunos quanto à criação e aplicação dos modelos representativos, quando comparado a outras atividades de genética nas mesmas turmas. Esse desinteresse pode ter surgido em virtude do caráter abstrato e da forma com que o conteúdo foi aplicado. Com a mudança no foco e desenvolvimento das atividades, os alunos se preocuparam bastante com a qualidade do material, apresentando bom desempenho durante as apresentações, principalmente devido ao fato de itens como originalidade, criatividade e domínio do assunto terem sido avaliados pelo pesquisador, o que não ocorreu em outras atividades posteriores. A observação das características físicas dos materiais, tamanho, cores e diferentes formas de manejá-los pelos alunos deixaram evidentes que a maior parte dos trabalhos foram relevantes para aprendizagem. Knippels, Waarlo & Boersma (2005) referem que um dos principais problemas do ensino e aprendizagem de genética está relacionado com a sua natureza abstrata e alienação dos fenômenos.



Figura 1: Modelagem da síntese protéica elaborada por alunos do grupo 1 - ribossomo representado pela estrutura amarela (cartolina) deslizando sobre a fita de RNA mensageiro (isopor recortado e cartolina colorida para formação das trincas), aminoácidos (representados por copos descartáveis coloridos) no momento da síntese.

Durante as apresentações grande parte dos estudantes se sentiu inseguro quanto à teoria, pois levavam consigo papéis com enormes lembretes teóricos, anotações ou cópias de páginas da internet. Muitas vezes, a inversão de papéis entre professor e aluno causa medo e angústias podendo mudar a postura do estudante diante da situação na qual ele passa a vivenciar com mais atividade. Isso pode ser evidenciado nas discussões dos alunos durante o momento da socialização dos modelos com o grupo (A1: “*Professora não é fácil falar para todo mundo*”; A2: “*Não é bom estar aqui na frente*”...; A3: “*... deu branco, o que eu faço professora?*” A4: “*... esqueci tudo que tinha lido... como é difícil estar aqui na frente...*” A5: “*Professora não consigo lembrar nada do que estudei... estou muito nervoso...*”). Essas falas também deixam claro que provavelmente existe um condicionamento do próprio aluno em memorizar os conceitos ou até mesmo supervalorizá-los diante das propostas de ensino das quais ele está adaptado, ou seja, o uso de uma aprendizagem memorística abrangente. Eles demonstraram que sua maior preocupação era saber conceituar, não associando na maior parte do tempo as estruturas as suas devidas funções de forma mais prática, levando, portanto, a esquecerem os conceitos associados mais rapidamente.

Esses alunos, apesar de usarem com frequência a terminologia científica, tiveram dificuldade em expressá-la, através da linguagem verbal. Foram observados, através da apresentação oral, muitos erros conceituais como, por exemplo: A6: “*a síntese de proteínas produz o DNA*”, A7: “*... o DNA é formado pelas pontes nitrogenadas e RNA.*”; A8: “*... o RNA tem fita dupla e o DNA fita simples...*”, A9: “*a genética é quem comanda nosso corpo professora, então temos um fenótipo...*” A10: “*a síntese de proteínas é responsável pela produção de energia em nosso corpo*”. Isto parece indicar que ano após ano os estudantes ganham novas informações e os conhecimentos se tornam cada vez mais complicados fazendo com que eles desenvolvam concepções alternativas sobre os temas pesquisados e esqueçam os conceitos que foram adquiridos de forma superficial. Para Paiva & Martins (2005) os professores de Biologia devem desenvolver estratégias de ensino que identifiquem opções alternativas aos estudantes sobre estes conceitos, para que possam reformulá-los impedindo que eles persistam. Assim, muitos questionamentos e dúvidas partiram dos alunos nas apresentações que puderam com a construção e aplicação dos modelos estimularem a formulação e reestruturação de informações.

Paiva & Martins (2005) também encontraram em seu trabalho, ao analisarem as ideias e conceitos prévios de estudantes do Ensino Médio, a partir de respostas verbais, que embora a maioria dos alunos já apresentasse um conhecimento sistematizado sobre os temas pesquisados, alguns apresentavam várias concepções errôneas do ponto de vista científico. Os alunos apresentaram dificuldades no entendimento de vários aspectos a respeito de genética e hereditariedade, e, muitas vezes, mostraram-se confusos diante da quantidade de informações a

respeito do tema. Como resultado da aplicação e criação dos modelos, podemos afirmar de forma geral, uma melhoria na qualidade da participação e motivação dos alunos ouvintes e apresentadores durante as aulas.



Figura 2: Modelagem da divisão celular elaborada por alunos do grupo 2 – Fases da divisão celular sendo demonstradas por alunos em célula (Isopor e papel colorido) e aluna observando as fases das divisões em um microscópio (isopor, lupa, lâmpada, pilhas e figuras com diversas fases de meiose e mitose).

Análise dos testes e categorias

Ao analisarmos os testes (linguagem escrita), mesmo após da aplicação das modelagens, a maioria dos alunos não conseguiram relacionar genética ao estudo de estruturas como DNA, RNA e genes (tabela 1) havendo dentro das categorias a prevalência de uma conceituação geral, sem muito detalhamento nem associações práticas. A compreensão clara do que vem a ser cromossomo, DNA e gene, bem como de uma série de fenômenos e nomenclaturas pertinentes, são exemplos de conhecimentos cuja ausência dificulta a compreensão e que, conseqüentemente, se fazem presentes entre as dificuldades relacionadas ao ensino de genética (Lewis & Wood-Robison, 2000; Knippels, Waarlo & Boersma, 2005; Banet & Ayuso, 2002).

Apesar da maioria dos estudantes não relacionarem casos de associação prática na questão 1, as respostas do aluno A11 (figura 3) evidenciaram a inserção de um novo conceito com estabelecimento de relações entre função e estruturas. Observa-se na resposta do pós-teste a presença das palavras “genes hereditários”, revelando a presença dos elementos sinalizadores de aprendizagem significativa.

Eu sei que genética é o que (características)
que herdamos de nossos pais ou mães.

Genética é o estudo dos genes hereditários que são passados de pais para filho.

Figura 3: Respostas descritas pelo aluno A11 nos pré e pós-teste respectivamente, referente à questão: “O que você compreende sobre genética”?

Lewis (2000) constatou em seu trabalho, que embora a maioria dos estudantes conseguisse identificar um gene como fonte de informação genética ou parte do estudo da área, poucos deles tinham um claro entendimento de gene como uma entidade física, um local específico no cromossoma. Na verdade, se esses conceitos não forem explicados de uma forma organizada, os estudantes talvez não sejam capazes de estabelecer uma relação entre genética e o estudo dessas estruturas. Na maior parte das vezes esses assuntos são apresentados de forma compartimentada devido à grande quantidade de conteúdos e a falta de tempo, não havendo oportunidade para o professor levar os alunos a estabelecer uma relação lógica entre conceitos.

Com relação à questão 2 (O que você lembra sobre as temáticas: Núcleo celular, Duplicação do DNA, Síntese de proteínas, Meiose e mitose?) prevaleceu a idéia de que o núcleo é o local onde se armazena o DNA e a síntese está ligada apenas a produção de proteínas, em um reafirmamento do conceito geral e não associação da estrutura à função. Vê-se nas categorias que muitos alunos não responderam as questões, deixando evidente que não conseguiram associar a estrutura a suas funções. Em sala de aula, durante as apresentações foram citados vários exemplos práticos a respeito das temáticas, porém eles não conseguiram retratar isso nos resultados. Provavelmente isso pode ter ocorrido devido ao condicionamento do aluno em responder a conceituação o que pode estar ligado ao ensino tipo “decoreba” e a uma ideia já pré-formada de caráter memorístico.

Na linguagem escrita do aluno A12 (figura 4), fica claro uma acentuada aplicabilidade prática após as atividades em sala, além da reestruturação do conceito de caráter errôneo apresentado no teste anterior. Ao associar o processo da duplicação e divisão celular pode-se detectar o elemento sinalizador de *reconciliação integradora*, pois o aluno passa a relacionar os conceitos prévios com novos conhecimentos, além de uma melhor clareza de ideias. Nas respostas gerais dos alunos (tabela 1) pode ser observado esse mesmo erro conceitual reestruturado após as modelagens, ressaltando uma melhor compreensão sobre o tema. Pedracini *et al.* (2007) encontraram que a maioria dos alunos de 3º ano não possuíam a correta noção científica sobre temas genéticos, propondo que, para que o professor consiga desmistificar os conceitos do senso comum não há nada melhor que o uso de novas experimentações.

O uso de modelos didáticos alternativos propõe aos alunos o enriquecimento de seu conhecimento em uma direção que o conduza a uma visão mais completa e crítica de sua realidade, servindo como fundamentação a uma participação mais responsável no processo da construção do conhecimento (Pérez, 2000). Assim, ao surgimento de uma maior integração com a prática ele adotará significados mais complexos, desde que esteja próximo de sua realidade, tendo um papel ativo como construtor e reconstrutor de seu conhecimento.

É a produção de energia para a reprodução.

É a fabricação de proteínas, que são necessárias para o desenvolvimento de nossas células etc.

Figura 4: Respostas descritas pelo aluno A11 no pré e pós-teste respectivamente, referente à questão: “O que você lembra sobre a temática: Síntese de proteínas”?

É importante ressaltar o aparecimento mais frequentemente nas respostas dos alunos, da relação entre DNA, gene e cromossoma com a determinação das características genéticas, revelando a concepção antropocêntrica da vida. Para Barrabín & Sanchez (1996) muitas

representações proporcionadas por diversos meios de comunicação oferecem uma ideia antropocêntrica da vida, resultando em um obstáculo na aquisição de alguns conhecimentos de biologia.

Um resultado diferenciado pôde ser observado quanto à duplicação do DNA após a aplicação das atividades. Mais da metade dos alunos conseguiram descrever de que se tratava de um processo associado à divisão celular e formação de uma nova molécula de DNA o que pode ser visto também quanto às divisões celulares, onde conseguiram uma melhor associação entre conceito e funções, demonstrando nestas questões um resultado positivo, havendo um maior enriquecimento dos conhecimentos dos alunos indicado pelos elementos sinalizadores.

Vários trabalhos relatam que uma das principais dificuldades no aprendizado de genética é a divisão celular, em particular a meiose, onde os estudantes conseguem fazer pequenas distinções entre etapas sem detalhamentos. Os estudantes parecem também fazer confusão com os termos utilizados para descrever os processos de divisão celular. Uma compreensão pobre a respeito da mitose e suas implicações podem estar na origem da concepção prévia que vários alunos manifestam a respeito da informação genética das células de um mesmo organismo, mesmo depois de já terem estudado genética. A falsa crença de que a informação varia em diferentes tipos celulares em função do trabalho por eles desempenhado revela, mais uma vez, a forma desconexa como esses alunos são apresentados a estes conteúdos (Kindfield, 1994; Bahar, Johnstone & Hansel, 1999; Lewis, 2004; Banet & Ayuso, 2002).

Na questão 3 (Você consegue associar o uso das temáticas acima com algum acontecimento de seu cotidiano? Onde você consegue observá-las?) a maioria dos alunos associou a observação de características anatômicas ou semelhanças entre parentes à genética, retratando também a manifestação de doenças hereditárias e crescimento de partes de seu corpo. Porém, o número de alunos que não responderam a questão também permaneceu de certa forma constante confirmando que já eram ideias pré-formadas antes das atividades em sala. Vários alunos ainda não conseguiram associar nenhum dos temas a algo importante em seu cotidiano. Ao observarmos a resposta do aluno A13 (figura 5) percebe-se uma descrição da questão que associa o gene com a transmissão de doenças genéticas, o que não foi constatado na primeira resposta. Além disso, ele conseguiu associar a questão ao uso do teste de paternidade reestruturando e agregando fatos cotidianos ao resultado. É reconhecido que as pessoas possuem concepções alternativas acerca dos conceitos científicos, e que apesar do desenvolvimento da genética, os fenômenos hereditários ainda são explicados com base no cotidiano e em ideias de senso comum (Santos, 2005).

Sim. Nos estudos para não ocorrer a transmissão de doenças ligadas aos genes. Resultados de paternidade. Assim como para a manutenção da vida

Todas estão relacionadas com o dia-a-dia. Alulas são os organismos que formam nossos órgãos e nosso corpo. O DNA é o responsável por passar as características para os filhos.

Figura 5: Respostas descritas por aluno A13 no pré e pós-teste respectivamente, referente à questão: “Você consegue associar o uso das temáticas acima com algum acontecimento de seu cotidiano? Onde você consegue observá-las”?

A aprendizagem de conceitos científicos e representações simbólicas não é um processo que pode ser separado, pois não é possível cognitivamente dissociar a forma de representar os conceitos do que eles significam e conseqüentemente, ensinar ciência ultrapassa a esfera de preocupação eminentemente conceitual e acaba por envolver simultaneamente a compreensão dos desafios representacionais, pelos quais passam os estudantes, de mais variadas ordens, tais como o computacional, semiótico e mental. Assim, quanto mais próximos da vida cotidiana sejam as situações apresentadas ao estudante mais difícil é conseguir que eles venham a formar um conceito científico (Greca & Moreira, 2002; Duval, 2004, 2006; Tytler, Prain & Peterson, 2007).

Os resultados demonstraram a prevalência de uma aprendizagem memorística inserida na vivência escolar dos estudantes analisados. A simples aplicação de uma atividade diferenciada pode melhorar e enriquecer as informações a respeito do conteúdo já estudado o tornando mais significativo pelo estabelecimento de relações que passaram a ser percebidas. Porém, existe a necessidade de uma continuidade desse tipo de proposta para que seja possível uma obtenção de resultados mais concretos. É preciso lembrar que a aprendizagem significativa apresenta vantagens no enriquecimento da estrutura cognitiva e facilidade de memorização, fatores estes, que a delimitam como sendo uma aprendizagem mais adequada a ser promovida entre alunos. Dar a possibilidade ao aluno de rever seus próprios conceitos o torna agente de sua aprendizagem, passando a compreendê-la como algo mais dinâmico, em constante modificação e transformação, onde a necessidade de “decorar” conteúdos é substituída pela necessidade de compreender conceitos (Tauceda & Del Pino, 2010).

Tabela 1: Resultados obtidos no pré e pós-teste realizado em 80 alunos que participaram das atividades de modelagens representativas.

Questões	Categorias	Resultados	
		Pré-teste	Pós-teste
<i>O que você compreende sobre genética?</i>	<i>1. Área da Biologia que estuda as informações</i>	51	53

	<i>genéticas passadas de pais para filhos (hereditariedade).</i>		
	<i>2. Estudo de estruturas como DNA, RNA e genes.</i>	21	18
	<i>3. Estudo do genótipo e do fenótipo.</i>	5	4
	<i>4. Não responderam.</i>	3	5
<i>O que você recorda sobre as temáticas: Núcleo celular (a), Duplicação do DNA (b), Síntese de proteínas (c), Meiose e mitose (d)?</i>	a. Núcleo celular	37	47
	<i>1. Local onde se armazena o DNA.</i>		
	<i>2. Responsável pelo comando celular.</i>	2	3
	<i>3. Não responderam.</i>	41	30
	b. Duplicação do DNA	16	41
	<i>1. Células se dividem formando um novo DNA.</i>		
	<i>2. Enzimas quebram a molécula de DNA formando uma nova.</i>	11	9
	<i>3. Não responderam.</i>	53	30
	c. Síntese de proteínas	8	4
	<i>1. Produção de energia.</i>		
	<i>2. Produção de proteínas.</i>	20	35
	<i>3. Ligações peptídicas.</i>	1	1
	<i>4. Não responderam.</i>	54	40
	d. Meiose e mitose	40	47
<i>Você consegue associar o uso das temáticas acima a algum acontecimento de seu cotidiano? Onde você consegue observá-las?</i>	<i>1. Reprodução.</i>	4	4
	<i>2. Observação de características corporais ou semelhanças entre parentes (fenótipo e genótipo).</i>	36	34
	<i>3. Crescimento de cabelos e unhas ou partes do corpo humano.</i>	5	9
	<i>4. Doenças hereditárias</i>	5	9
	<i>5. Exame de DNA, herança sanguínea e Fator Rh.</i>	4	0
	<i>6. Não responderam.</i>	26	24

Considerações finais

No contexto desse estudo, verificou-se que muitos estudantes ainda apresentaram dificuldades no entendimento de vários aspectos a respeito de genética e hereditariedade, e muitas vezes, mostraram-se confusos diante da quantidade de informações e conceitos ligados ao tema.

Dadas as dificuldades descobertas nos testes, produção dos modelos e ao potencial que possuem em facilitar a aprendizagem desses conteúdos, encontramos, entre os alunos que utilizaram o material, evidências de que a aprendizagem do conteúdo trabalhado se deu de forma mais significativa. A observação dos elementos sinalizadores na linguagem escrita nos leva a concluir que durante as atividades os alunos avançaram de uma aprendizagem memorística para uma mais significativa, construindo relações e melhorando conceitos, podendo ser usado como uma importante ferramenta na compreensão de conteúdos. Esperávamos que a utilização de modelos representativos proporcionasse um aumento na quantidade e na qualidade da participação dos alunos representados através da linguagem verbal, o que ocorreu. É preciso ser priorizada a obtenção de resultados mais concretos e efetivos através de outras atividades que apresentem o mesmo foco e objetivo, não apenas na busca da transição entre a aprendizagem memorística e significativa. Muitas discussões e análises ainda devem ser realizadas na busca de um melhor entendimento a respeito desse tipo de aprendizagem no ensino da Biologia.

Referências

- Ausubel, D.P. (1982). *A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Moraes.
- Ausubel, D.P.; Novak, J.D. & Hanesian, H. (1980). *Psicologia cognitiva*. Tradução de: Eva Nick, 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora Interamericana.
- Bahar, M.; Johnstone, A.H. & Hansell, M.H. (1999). Revisiting learning difficulties in biology. *J. Biological Educ.*, 33 (2), 84-86.
- Banet, E. & Ayuso, G.E. (2002). Alternativas a la enseñanza de la genética en educación secundaria. *Investigación Didáctica*, 20 (1), 133-157.
- Barab, S. A.; Hay, K. E.; Barnett, M. & Keating, T. (2000). Virtual Solar System Project: Building Understanding through Model Building. *Journal of Research in Science Teaching*, 37 (7), 719-756.
- Barrabín, J. De M. & Sánchez, R. G. (1996). Concepciones y dificultades comunes en la construcción del pensamiento biológico. *Didáctica de las Ciencias Experimentales* 7, 53-63.
- Barrody, A.J. & Bartels, B.H. (2000). Using concept maps to link mathematics ideas. *Mathematics teaching in the middle school*, 5(9), 604-609.
- Bartels, B.J. (1995). *Examining and promoting mathematical connections with concept mapping*. Doctoral these. University of Illinois at Urban-Champaign, Illinois.
- Bogdan, R.C. & Biklen, A.K. (1994). *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Portugal: Porto Editora.
- Buttow, N. C. & Cancino, M. E. C. (2008). Técnica histológica para a visualização do tecido conjuntivo voltado para os ensinos fundamental e médio. *Arq. Mudi*, 11 (2), 36-40.
- Camargo, S. S. & Infante-Malachias, M. E. (2007). A genética humana no Ensino Médio: algumas propostas. *Genética na Escola*, 2 (1), 14-16.
- Cavalcante, D. D. & Silva, A. de F. A. de. (2008). Modelos didáticos e professores: concepções de ensino-aprendizagem e experimentações. In: XIV Encontro Nacional de Ensino de Química,

Curitiba, UFPR. Acesso em abril, 2011, <http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0519-1.pdf>.

Coll, C. (2002). *Aprendizagem escolar e construção de conhecimentos*. Porto Alegre: Artmed.

Coll, R.K.; France, B. & Taylor, I. (2005). The role of models and analogies in science education: implications from research. *International Journal of Science Education*, 27, 183-198.

Duval, R. (2004). *Semiosis y pensamiento humano: registros semióticos y aprendizajes intelectuales*: Santiago de Cali, Colombia: Universidad del Vale, Instituto de Educación y Pedagogía.

Duval, R. (2006). A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics* 61, 103-131.

Eichler, M. & Del Pino, J. C. (2000). *Computadores em Educação Química: estrutura atômica e tabela periódica.*, São Paulo: Química Nova.

Giacóia, L.R.D. (2006). *Conhecimento básico de genética: concluintes do ensino médio e graduandos de ciências biológicas*. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências. Bauru/ SP.

Gilbert, J.K.; Boulter, C.J. & Elmer, R. (2000). Positioning Models in Science Education and in Design and Technology Education. In: GILBERT, J.K.; BOULTER, C.J.(Eds.), *Developing Models in Science Education*. 1ª ed. Dordrecht: Kluwer, 3-17.

Greca, I.M. & Moreira, M.A. (2002). Além da detecção de modelos mentais dos estudantes: uma proposta representacional integradora. *Investigações em Ensino de Ciências*, 7 (1), 31-57. Acesso em julho, 2011, http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID81/v7_n1_a2002.pdf

Justi, R. & Gilbert, J.K. (2002). Modelling, teachers views on the nature of modelling, implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24 (4): 369-387.

Kindfield, A. C. H. (1994). Understanding a basic biological process: expert and novice models of meiosis. *Science Education*, 78 (3), 255-283.

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.

Krasilchik, M. (2004). *Práticas do ensino de biologia*. São Paulo: EDUSP.

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.

Lewis, J. (2000). Genes, chromossomes, cell division and inheritance – do students see any relationship? *International Journal of Science Education*, 22 (2), 177-195.

Lewis, J. (2004). Traits, genes, particles and information: re-visiting students' understanding of genetics. *International Journal of Science Education*, 26 (2), 195-206.

- Lewis, J.; Leach J. & Wood-Robinson, C. (2000 a). All in the genes? – young people’s understanding of the nature of genes. *Journal of Biological Education*, 34 (3), 74-79.
- Lewis, J.; Leach J. & Wood-Robinson, C. (2000b). What’s in a cell? - young people’s understanding of the genetic relationship between cells, within an individual. *Journal of Biological Education*, 34 (3), 129-132.
- Moreira, M. A. (1997). Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. In: *Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa*, Burgos, Espanha. Actas. Burgos: ENAS.
- Medeiros, A. & Medeiros, C.F. (2002). Possibilidades e limitações das simulações computacionais em Física. *Revista Brasileira do Ensino de Física*, 24 (2), 77-83.
- Paiva, A.L.B. & Martins, C.M.C. (2005). Concepções prévias de alunos de terceiro ano do ensino médio a respeito de temas na área de Genética. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências* (7).
- Pavan, O.H.O.; Sumaio, D.S.; Candido, F.F.B.S. & Oliveira, R.M. (1998). *Evoluindo genética: um jogo educativo*. 1 ed. Campinas: Ed.Unicamp.
- Paz, A. M. Da, Abegg, I.; Filho, J.P.A. & Oliveira, V.L.B. de. (2006). Modelos e modelizações no ensino: um estudo da cadeia alimentar. *Revista Ensaio*, 8 (2), 133-146.
- Pedracini, V.D.; Corazza-Nunes, M.J.; Galuch, M.T.B.; Moreira, A.L.O.R. & Ribeiro, A.C. (2007). Ensino e aprendizagem de biologia no Ensino Médio e a apropriação do saber científico e tecnológico. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 6 (2), 299-309.
- Pelizzari, A.; Kriegl, M. L.; Baron, M. P.; Finck, N. T. L. & Dorocinski, S. I. (2002) Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. *Revista PEC*, 2(1), 37-42.
- Pérez, F.F.G. (2000). Los modelos didácticos como instrumento de análisis y de intervención em la realidad educativa. *Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, 207.
- Reznik, T. (1995). O desenvolvimento do conceito e sua apropriação nos livros didáticos de biologia. Niterói: UFF, Dissertação de Mestrado.
- Salim, D.C.; Akimoto, A.K.; Ribeiro, G. B. L.; Pedrosa, M. A. F.; Klautau- Guimarães, M. N. & Oliveira, S. F. (2007). O baralho como ferramenta no ensino de genética. *Genética na Escola*, 1: 6-9.
- Santos, S. (2005). *Para geneticistas e educadores: o conhecimento cotidiano sobre herança biológica*. Ed. Anablume, Fapesp e Sociedade Brasileira de Genética.
- Sobrinho, M. M. S. & Borges, A. T. (2000). Aprendizagem sobre epidemias com simulações computacionais. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia*, 3(1), 41-61.
- Souza, V.C.A. & Justi, R. (2010). Estudo da utilização de modelagem como estratégia para fundamentar uma proposta de ensino relacionada à energia envolvida nas transformações químicas. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 10 (2). Acesso em maio de 2010. <http://www.fae.ufmg.br/abrapec/revistas/V10N2/v10n2a2.pdf>.

Tauceda, K.C. & Del Pino, J.C. (2010). Modelos e outras representações mentais no estudo do DNA em alunos do Ensino médio. *Investigação no Ensino de Ciências*, 15 (2), 337-354.

Tytler, R.; Prain, V. & Peterson, S. (2007). Representational issues in students learning about evaporation. *Research Science Teaching* 37, 313-331.