

Estudos preliminares sobre a utilização de recursos multimodais no Ensino de Biologia Molecular no Ensino Médio

Preliminary studies about the use of multimodal resources in the Teaching of Molecular Biology in high school

¹*Fernanda de Jesus Costa*, ²*Nayara da Silva Santos*, ³*Andréa Carla Leite Chaves*

¹Fundação Helena Antipoff / *fernandinhajc@yahoo.com.br*

²Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais /
nayara.santos.nutricao@gmail.com

³Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais /
andreacarlachaves@gmail.com

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo principal avaliar o efeito de uma sequência didática com uso de recursos multimodais na aprendizagem dos temas relacionados ao conteúdo de biologia molecular (clonagem, transgênicos e biotecnologia) no Ensino Médio. Inicialmente, investigamos e analisamos as concepções e o interesse dos estudantes participantes da pesquisa sobre a temática. Nossos resultados evidenciaram que os alunos têm interesse, mas, possuem concepções cientificamente incorretas sobre os temas em questão. A pesquisa mostrou ainda que a aplicação de uma sequência didática com recursos multimodais contribuiu efetivamente para o processo ensino-aprendizagem e ampliou os conhecimentos prévios dos alunos proporcionando um letramento científico sobre os temas trabalhados, especialmente com relação aos transgênicos.

Palavras-chave: Recursos Multimodais, Letramento científico, Ensino de biologia molecular, Ensino Médio.

Abstract

This study aimed to evaluate the effect of classes with the use instructional sequence in learning molecular biology (cloning, transgenics and biotechnology) in high school. Initially, we investigated and analyzed the views and interests of students participating in the research on the topic. Our results showed that students have an interest, but they have conceptions inconsistent with the scientific concepts or incomplete views on the issues in question. The survey also showed that the application of an instructional sequence with resources multimodal effectively contributed to the teaching-learning process and increased the students' knowledge providing a scientific literacy on the topics addressed, especially with regard to transgenics.

Keywords: Multimodal Resources, Scientific literacy, Teaching Molecular Biology, High School.

Introdução

O trabalho em questão apresenta uma proposta de intervenção planejada (sequência didática) desenvolvida e avaliada a luz da Aprendizagem Multimídia sobre o ensino de alguns aspectos da biologia molecular, em especial sobre os temas: biotecnologia, clonagem e transgênicos. Trata-se de uma pesquisa realizada em uma escola pública de Belo Horizonte, Minas Gerais, com alunos do 3º ano do Ensino Médio.

Nosso problema de investigação partiu da dificuldade que os alunos apresentam em relação a determinados temas da biologia, em especial, os relacionados à biologia molecular. Temas muitas vezes deixados de lado pelos professores e que não são abordados explicitamente nos livros didáticos de Ciências/Biologia que apresentam grande relevância dentro da sociedade atual.

Neste sentido é importante afirmar que, o século XXI caracteriza-se pela extensa quantidade de conhecimento científico que é construído, em especial aqueles relacionados à genética contemporânea e as tecnologias dela decorrentes (ARAÚJO e SCHEID, 2007). Dentro deste contexto, os referidos afirmam que desde o advento da tecnologia do DNA recombinante e, atualmente pelas possibilidades criadas pela engenharia genética, reforçou-se o interesse pela Genética. Em especial no ambiente escolar, já que as modificações provocadas por esta área têm gerando diversos impactos.

Apesar de ser considerada recente, a Biologia Molecular é, entre as diversas áreas da Biologia, a que mais se desenvolveu nos últimos anos, principalmente se levarmos em consideração os avanços da genômica e da genética clínica (CAMARGO *et al.*, 2007). Considerando a biotecnologia, o cultivo e o consumo de plantas transgênicas é importante destacar que estes podem ser considerados recentes, e que possui interesses, impactos e conflitos, sendo considerados temas no qual predominam debates científicos, éticos, econômicos e políticos, conforme afirmam Nodari e Guerra (2003) citados por Souza e Farias (2011).

Segundo Camargo e colaboradores (2007) a biologia molecular merece destaque devido a seu avanço significativo e principalmente, por sua proximidade com assuntos do cotidiano do cidadão comum (teste de paternidade, células-tronco, transgênicos, entre outros). Assim estes temas encontram-se cada vez mais presente no ambiente escolar, tanto em livros didáticos do Ensino Médio, quanto em algumas atividades didáticas dedicadas ao Ensino Fundamental.

Dentro deste contexto, Souza e Farias (2011) colocam que temas como clonagem de órgãos, emprego de células-tronco, produção e utilização de organismos transgênicos exigem uma compreensão eficaz do conhecimento científico, sendo necessária e fundamental a atuação do processo escolar, em especial do Ensino de Biologia. Os autores pontuam ainda que a introdução de temas relacionados à biologia molecular, em especial os transgênicos, durante as aulas de Biologia, justifica-se, pois segundo as Orientações Curriculares para o Ensino Médio cabe ao professor estimular ao aluno a perceber as vantagens e desvantagens dos avanços de clonagem e manipulação do DNA, considerando os valores éticos, morais, religiosos, ecológicos e econômicos.

Neste sentido Pavan *et al.*, (1998) citado por Melo e Carmo (2009) afirmam que é importante utilizar ferramentas para tornar o processo de aprendizagem de conceitos relacionados com a genética mais efetiva e dinâmica, pois a dinamização dos meios de ensino-aprendizagem podem contribuir para o melhor aprendizado dos estudantes, destaca ainda a importância do envolvimento dos alunos. Neste sentido, uma boa maneira de se trabalhar o conteúdo de genética, que inclui conceitos de biologia molecular, em sala de aula é através do uso de recursos que buscam uma aprendizagem multimídia.

Na perspectiva desta pesquisa é importante compreendermos o conceito de Aprendizagem Multimídia. Durante muito tempo, as palavras foram a principal maneira de instrução no ambiente escolar. Elas eram o principal veículo de informação nas escolas e os alunos totalmente passivos em relação à informação recebida (MAYER, 2003). Existem evidências de que somente o verbal não garante uma aprendizagem eficiente, pesquisas (MAYER, 2001) demonstraram que quando os estudantes apenas ouvem (ou leem) apresentam dificuldades em lembrar as principais ideias e ainda podem ter dificuldade em resolver problemas (MAYER, 2003). Outras pesquisas (MAYER, 2001) demonstram que a utilização de palavras e imagens favorece a aprendizagem (MAYER, 2003). Neste contexto, surge, a aprendizagem multimídia, ou seja, a aprendizagem através de palavras e imagens. Assim, a mensagem instrucional deve ser apresentada em dois formatos: palavras (faladas ou escritas) e imagens (animações ou ilustrações). Entretanto, é importante salientar que a adição de figuras a palavras não garante a aprendizagem, existem condições de adição de imagens que devem ser utilizadas para garantir a aprendizagem (MAYER, 2003).

Para Yanger (1991) apud Coscarelli (1998) as apresentações multissensoriais aceleram e aumentam a compreensão, e ainda prendem por mais tempo a atenção dos ouvintes. Segundo o referido autor, isso acontece porque os recursos utilizados pela multimídia (imagens, som e movimento) apresentam como objetivo chamar a atenção da platéia ou do usuário. Existe um consenso, mesmo que intuitivo, no que diz respeito à afirmativa de que a multimídia produz bons resultados na aquisição de nova informação (COSCARRELLI, 1998). Para a referida autora existem algumas contribuições possíveis dos recursos multimídia para a aprendizagem, entre as quais, se destacam: estimulam os estudantes a desenvolverem habilidades intelectuais e buscarem mais informações sobre os assuntos ensinados, aumentam o interesse em aprender e melhoram a concentração.

Uma possibilidade para buscar a aprendizagem multimídia no ensino de biologia é através do desenvolvimento de sequências didáticas com recursos multimodais. As sequências podem ser entendidas como ferramentas importantes no processo de ensino-aprendizagem e que vem trazendo resultados positivos (NASCIMENTO, GUIMARÃES e EL-HANI, 2009). Para Abreu-Tardelli (2007) as sequências didáticas são um conjunto de atividades planejadas para uma classe específica de alunos, com o objetivo de ensinar um determinado conteúdo.

Diante do exposto, a presente pesquisa, se propõe a investigar as concepções e interesse dos alunos sobre os temas: biotecnologia, clonagem e transgênicos, e, a partir dos dados levantados, desenvolver e avaliar uma sequência didática com recursos multimodais no processo de ensino-aprendizagem destes temas no Ensino Médio.

Metodologia

Para a realização das atividades investigativas, utilizou-se como técnica de coleta de dados, a aplicação de questionários. Em um primeiro dia, um questionário, pré-teste, cujas questões resultaram de uma reflexão sobre aspectos pertinentes ao tema. O referido foi aplicado a 45 alunos do terceiro ano do Ensino Médio, durante uma aula de 50 minutos. A análise dos questionários pré-teste direcionou a elaboração de uma sequência didática, utilizando ferramentas multimídias, adequada aos conhecimentos prévios que os alunos possuíam sobre o tema. Para subsidiar a criação da atividade foram utilizados os seguintes aspectos: conhecimentos dos estudantes quanto às definições de clonagem, transgênicos e biotecnologia, aplicação destes conceitos, capacidade de exemplificá-los e enquadrá-los no cotidiano, pelos adolescentes. Aspectos que os estudantes se interessavam e gostariam de aprender sobre os temas e recursos que consideraram mais apropriados e interessantes para

discussão da temática. A sequência didática foi aplicada, em um segundo dia, em sala de aula de 50 minutos com a participação de 52 alunos.

Após o desenvolvimento desta, em um terceiro dia, foi aplicado um questionário, pós-teste, na tentativa de verificar as mudanças conceituais ocorridas e o efeito do uso dos recursos multimodais no processo de ensino-aprendizagem. A realização do pré-teste, aplicação e pós-teste ocorreu em duas semanas. Em anexo, os questionários pré-teste (anexo A) e pós-teste (anexo B).

As respostas dos questionários foram categorizadas de acordo com as respostas mais frequentes, seguindo as recomendações de categorização de Bardin (1997). Ressalta-se que foram consideradas concepções corretas as respostas com embasamento científico e definições claras que demonstraram que o aluno apresentava domínio e fluência frente ao tema relacionado. Apresentamos na tabela 1 os conceitos cientificamente corretos segundo Costa e Borém (2003).

Tabela 1: Conceitos cientificamente corretos de Biotecnologia, Clonagem e Transgênicos

Tema	Conceito
Biotecnologia	<i>“Processo tecnológico que permite o emprego de material biológico para fins científicos, tecnológicos e industriais.”</i>
Clonagem	<i>“Processo natural ou artificial, no qual se produz cópias geneticamente idênticas de um indivíduo.”</i>
Transgênicos	<i>“Bactérias, animais ou plantas que recebem um gene de outro organismo.”</i>

Para elaboração da sequência utilizamos informações baseadas na literatura científica, que foram passadas aos alunos com linguagem adequada para a faixa etária e sem o uso de terminologias complexas, a fim de facilitar a compreensão dos estudantes. No primeiro momento, realizou-se uma apresentação de slides confeccionados no PowerPoint utilizando recursos multimodais (textos, imagens estáticas e animadas, esquemas, sons, etc) acompanhada de explicação oral, evidenciando os aspectos básicos sobre biotecnologia, clonagem e transgênicos como: definição, relação com o ser humano, vantagens e desvantagens, problemas éticos e ambientais, como identificar.

Dando continuidade, foram exibidos vídeos de acesso livre na internet sobre a temática. Inicialmente foi exibido o vídeo “Transgênicos – Alimentos diferenciados”, que resumia as finalidades da biotecnologia na produção de alimentos e a resistência da população frente ao seu emprego. Posteriormente, foi exibido outro vídeo “A polêmica dos transgênicos”, que apresentava a definição de transgênicos, demonstrava exemplos do emprego desta tecnologia e exibia as controvérsias dos benefícios da produção de alimentos transgênicos. Após a exibição destes, foi aberto um momento para perguntas e então o assunto foi concluído.

Resultados e Discussão

Os alunos participantes da pesquisa cursam o terceiro ano do Ensino Médio, em uma Escola Pública de Belo Horizonte, Minas Gerais. O total de entrevistados foi de 52 alunos, sendo o mesmo número de alunos do sexo feminino e masculino com média de idade de 17,9 anos.

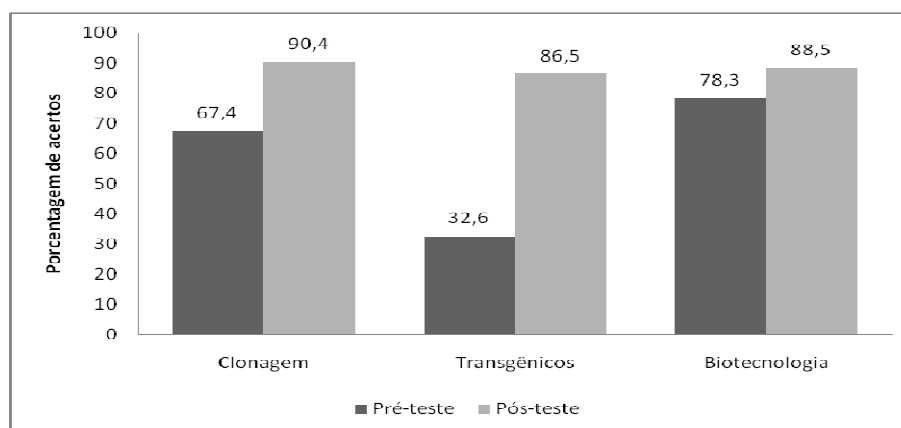
No pré-teste foi questionado aos alunos o que eles gostariam de saber/aprender sobre os temas. As respostas dos participantes da pesquisa mostraram que eles têm interesse, dúvidas e curiosidades sobre os temas. Apenas 19,6% dos alunos demonstravam desinteresse ou não

responderam. A análise das respostas mostrou que alguns alunos (37,5%) responderam de forma generalizada (“*tudo, porque eu não sei nada*”, “*o suficiente para ajudar na minha vida e meus conhecimentos*”, “*tudo um pouco, porque é importante ficar informada*”); alguns (37,2%) expressaram interesse específico no processo e benefícios da clonagem (“*os diferentes métodos de clonagem e seus benefícios*”, “*como alterar o DNA para fazer um clone*”) e outros (13,7%) em relação a produção e exemplos de transgênicos (“*como são produzidos*” e “*onde são feitos e exemplos dos processos de criação*”). Estes dados foram importantes para direcionar a elaboração da sequência didática utilizada neste trabalho.

Questões fechadas presentes no pré e do pós-teste buscavam identificar se os alunos sabiam a definição de clonagem, transgênicos e biotecnologia. Nossos resultados do pré-teste mostraram que os alunos têm problemas para definir estes temas dentro da definição científica formal, dados corroborados por outros autores (SOUZA e FARIAS, 2011; MELO e CARMO, 2009 e PEDRANCINI, *et al.*, 2007). Baseando-se nos dados do gráfico 1 é possível verificar que em relação a clonagem, houve uma melhoria na aprendizagem do conceito, pois, verificou-se um aumento de 67,4% no pré-teste para 90,4% no pós-teste de resposta correta. Em relação à definição de transgênicos verificou-se um aumento de 32,6% para 86,5% no número de respostas corretas. Isso demonstra que em relação a estes temas a sequência didática teve um impacto positivo.

Considerando, a questão da biotecnologia verificou-se um aumento menor nas respostas corretas, um aumento de 78,3% para 88,5% e ainda um percentual alto de alunos que não responderam mesmo após o desenvolvimento da sequência. Neste caso, pode-se inferir que a aplicação da sequência não produziu mudanças significativas na alfabetização científica dos alunos, isto pode ser explicado pelo tema ser muito amplo ou ainda por ter sido o primeiro a ser explicado durante a execução da aula, ou ainda pela ineficiência dos recursos utilizados no ensino deste tema. Salientamos que a explicação dos outros temas incluía vídeos e sons, enquanto que no caso da biotecnologia utilizaram-se apenas imagens estáticas nas apresentações PowerPoint e explicação oral. Estes resultados parecem retificar que o uso recursos multimodais diversificados favorecem a aprendizagem (MAYER, 2003).

Gráfico 1 – Definição correta dos termos clonagem, transgênicos e biotecnologia



Foi solicitado também que os alunos citassem exemplos de alimentos transgênicos consumidos pelo ser humano, nesta questão verificou-se que alguns exemplos apareceram somente nas respostas do questionário pós-teste e que as respostas corresponderam aos transgênicos apresentados por meio de imagens na sala de aula: chicletes, massa de bolo e temperos. Antes da aplicação da sequência, 29,5% dos alunos não respondeu ou afirmaram não saber citar exemplos de transgênicos, este percentual caiu para 0,67% após a sequência, mostrando que a mesma favoreceu a identificação de transgênicos pelos alunos. Mais uma vez

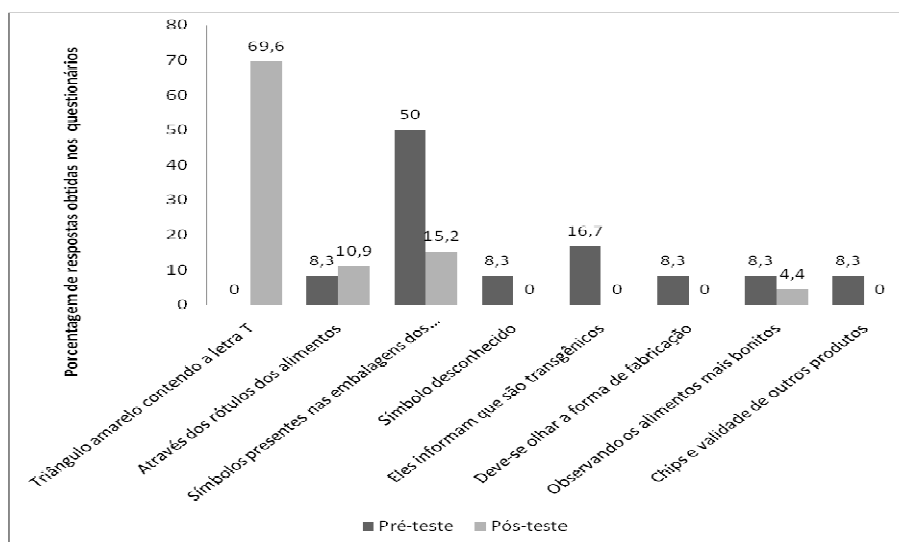
observa-se que a utilização de imagens em um ambiente multimodal de aprendizagem pode gerar bons resultados.

O conhecimento sobre alimentos transgênicos é relevante no cotidiano do aluno uma vez que os possíveis benefícios e malefícios gerados pelo emprego desta tecnologia são controversos e geram polêmicas. Neste sentido é importante defender o livre arbítrio, onde as pessoas devem agir com seus próprios julgamentos e convicções, é fundamental fornecer informações e apresentação de opções para uma escolha clara e consciente (COSTA e BORÉM, 2003). Costa e Borém (2003) afirmam que o direito dos indivíduos à informação deve ser assegurado:

(...) o rótulo do alimento deve apresentar sua condição de geneticamente modificado para que cada pessoa livremente escolha se consome ou não aquele produto. Tal decisão compete só ao consumidor, evidente e devidamente informado. (COSTA e BORÉM, 2003, p.175)

Nessa perspectiva, foi questionado se os alunos eram capazes de identificar produtos transgênicos no supermercado. No questionário pré-teste 73,3% não sabiam reconhecer e, após a sequência apenas 11,5% afirmaram não saber reconhecer. Ainda em relação a esta questão, os alunos que afirmaram reconhecer os produtos transgênicos, deveriam explicar como isto pode ser feito. Como mostra o gráfico 2, no pré-teste 50,0% dos alunos afirmaram reconhecer através de um símbolo na embalagem e 8,3% afirmaram ser através de um símbolo desconhecido, ou seja, os alunos sabiam da existência de um símbolo para identificar os alimentos transgênicos mas, não conheciam este símbolo. Verifica-se que após a sequência, a maioria dos alunos (69,6%) afirmou reconhecer os produtos transgênicos através do símbolo amarelo com a letra T (modo correto). Verifica-se ainda que a porcentagem de respostas incorretas (beleza e prazo de validade dos alimentos) reduz significativamente no pós-teste.

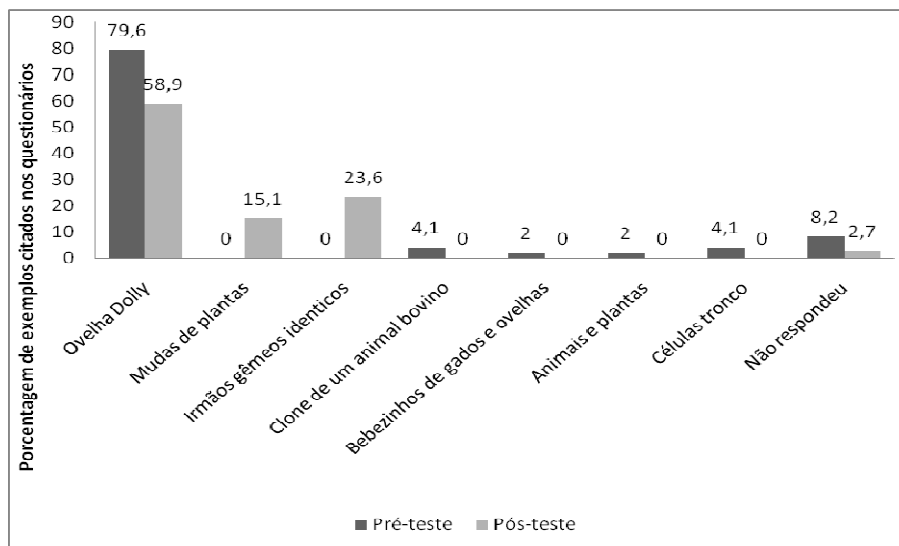
Gráfico 2 – Identificação de produtos transgênicos



Foi solicitado aos alunos que exemplificassem clones, como se pode ver no gráfico 3 verificou-se uma diminuição da citação da *ovelha Dolly* no questionário pós-teste (79,658,9%) em relação ao pré-teste (58,979,6%). Isso pode ser explicado pelo surgimento de outros exemplos, que foram trabalhados na sequência como os gêmeos idênticos e as mudas de plantas, exemplos abordados pelo uso da imagem e de som durante o desenvolvimento da sequência. A alta ocorrência da *ovelha Dolly* nas respostas do pré-teste provavelmente foi devido à ampla divulgação deste exemplo na mídia. Merece destaque a redução da

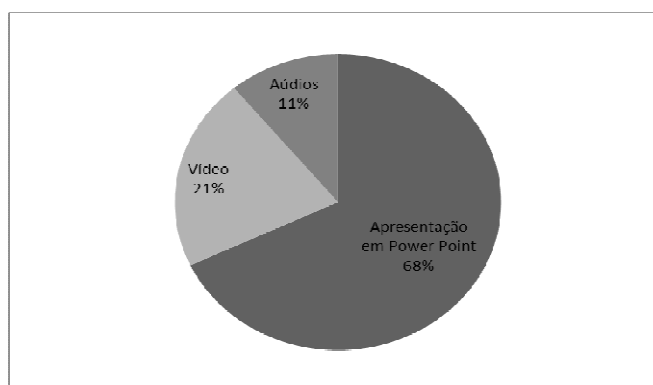
porcentagem de alunos que não responderam a esta questão (8,2% para 2,7%) demonstrando que a sequência contribuiu neste aspecto.

Gráfico 3 – Exemplos de clones



No pós-teste foi solicitado aos alunos que indicassem com qual recurso utilizado na sequência eles aprenderam mais. Verifica-se que a maioria dos alunos optou pela utilização da apresentação em PowerPoint (68%), conforme pode ser verificado no gráfico 4. Conforme destacado anteriormente, a utilização de apresentação em PowerPoint favorece a aprendizagem por combinar palavras e imagens, estando de acordo com o que foi proposto por Mayer (2001 e 2003). Importante salientar que a elaboração das apresentações utilizadas na sequência preocupou-se com a arquitetura cognitiva humana, procurando evitar sobrecarga cognitiva (SWELLER 2003), ou seja, buscou-se respeitar os limites da memória operacional. Portanto, se utilizada com critério, esta ferramenta multimodal pode e deve ser utilizada pelos professores buscando uma melhoria no processo de ensino-aprendizagem.

Gráfico 4 – Metodologias utilizadas na sequência que favoreceram a aprendizagem



Verifica-se no gráfico 4 que uma porcentagem alta de alunos (21,0%) destacou o vídeo como a melhor ferramenta utilizada. É importante destacar que os vídeos utilizados na sequência são de acesso fácil e livre o que facilita a utilização dos mesmos pelos professores. Os aúdios, foram apontados como o recurso menos eficiente pelos alunos pesquisados. Estes dados reforçam a importância dos recursos visuais no processo de ensino-aprendizagem.

Com intuito de avaliar a aplicação da sequência didática foi solicitado aos alunos no pós-teste que classificassem a aula em ruim, média, boa ou ótima e também o que acharam mais

interessante e o que eles não gostaram. Nenhum dos alunos achou a aula ruim, apenas um aluno (1,9%) classificou a aula como tendo qualidade média, 40,4% classificou a aula como boa e 57,7% como ótima.

As respostas a respeito do que acharam mais interessante na aula, apresentadas na tabela 2, mostram que os alunos destacam os recursos multimídia utilizados (apresentação Powerpoint, vídeos, audios e imagens), o processo de clonagem e, de forma especial, informações sobre os transgênicos. Estes dados mostram que os recursos didáticos utilizados foram importantes no contexto do ensino de biologia molecular, especialmente nos temas clonagem e transgênicos. Alguns alunos (11,7%) não responderam a esta pergunta

Tabela 2: O que os alunos participantes da pesquisa acharam mais interessante na sequência

Respostas	n*	%*
<i>As informações sobre os alimentos transgênicos</i>	11	24,4
<i>O processo de clonagem</i>	9	20,0
<i>A clareza da professora</i>	7	15,5
<i>Tudo</i>	4	8,9
<i>Os vídeos</i>	4	8,9
<i>A apresentação data-show</i>	3	6,7
<i>As imagens</i>	2	4,4
<i>A rotulagem dos alimentos transgênicos e como identificá-los</i>	2	4,4
<i>Os exemplos dados na aula</i>	2	4,4
<i>Os temas apresentados nas aulas</i>	1	2,2
<i>Informações sobre biotecnologia</i>	1	2,2
<i>As comparações entre alimentos transgênicos e não transgênicos</i>	1	2,2
<i>Informações sobre o material genético</i>	1	2,2
<i>Os áudios</i>	1	2,2
<i>A maneira como a aula foi dada</i>	1	2,2
<i>O fato de a aula ser expositiva</i>	1	2,2
<i>A objetividade</i>	1	2,2

* Existência de mais de uma resposta por entrevistado

No que diz respeito ao que os alunos não gostaram na aula, a maioria dos alunos (51,9%) disse nada e 30,8% não respondeu, o que indica que os alunos aprovaram a aula. Os alunos disseram não gostar (17,3%) dos seguintes aspectos: a aula não conseguiu prender a atenção, necessidade de mais informações, tempo insuficiente, necessidade de ler os textos nos vídeos projetados e a música do vídeo sobre transgênico. Destacamos nestes aspectos a questão da sobrecarga cognitiva presente em alguns vídeos onde o aluno tem que processar ao mesmo tempo muitas informações visuais (imagens e textos) na memória operacional (SWELLER 2003), seria mais adequado a projeção de imagens com textos falados para diminuir esta sobrecarga e favorecer a aprendizagem (MAYER, 2001).

Analisados em conjunto, os resultados da avaliação mostram que a sequência didática proposta foi bem aceita, agradou e foi considerada adequada na visão dos alunos.

Considerações Finais

De uma maneira geral, os dados aqui apresentados reforçam pesquisas (Mandl & Levin, 1989; Mayer, 2001; Najjar, 1998; Schnotz & Kulhavy, 1994; Sweller, 1999; Van Merriënboer, 1997) citadas por MAYER (2003) que apontam a importância da utilização de recursos multimodais, ou seja, que unem o verbal e o visual, no processo ensino-aprendizagem. No nosso caso específico, uma sequência didática utilizando estes recursos contribuiu para a prática docente e mostrou-se efetiva para a aprendizagem dos conceitos referentes ao conteúdo de biologia molecular, especificamente para os conceitos de clonagem e de transgênicos. Temas com grande relevância no contexto educacional que, pelas suas características intrínsecas e complexidade, podem ser considerados conteúdos com alta carga cognitiva e, portanto, difíceis de serem ensinados/aprendidos. É importante ressaltar que a utilização dos recursos multimídias deve estar de acordo com a arquitetura cognitiva humana, para não sobrecarregar a memória dos alunos (SWELLER, 2005).

Concordamos com POZO (2007) que coloca que aprender não é somente adquirir novas informações ou representações, mas também conseguir, dentre as disponíveis, ativar a mais adequada à demanda que o trabalho exige. Sendo assim, destacamos a importância de nos preocuparmos na elaboração e utilização de materiais didáticos que utilizam recursos multimodais com aspectos relacionados à qualidade pedagógica, entre os quais destacamos: levantamento dos conhecimentos prévios sobre a temática, presença de elementos motivacionais e de conteúdos claros e corretos, estabelecimento de relações entre conceitos, interatividade, referência ao universo cotidiano dos alunos e oferecimento da possibilidade de aplicar os conhecimentos em situações particulares. Ao observarmos estes aspectos estaremos dando significado aos conceitos científicos, aproximando-os do cotidiano do aluno e contribuindo para uma aprendizagem eficiente.

Desta forma, pode-se inferir que atividades apoiadas no uso e exploração de ferramentas multimídias devem ser incentivadas nas escolas, pois, os alunos interagem e aprendem melhor o conteúdo quando estas são utilizadas. Isto é especialmente interessante para ajudar o professor e o aluno a trabalharem, na prática de sala de aula, temas que requerem conhecimentos atualizados, como é o caso dos relacionados à biologia molecular, proporcionando conhecimento e aprendizagem apoiados na metodologia científica. Entretanto, é importante destacar que apenas a utilização de recursos multimodais não será suficiente para favorecer o processo de ensino-aprendizagem, sendo importante e necessária também a atitude dos professores frente à elaboração e uso desses recursos, exigindo mudanças na postura de discentes e docentes frente ao processo educacional.

Assim, pode-se afirmar que através da realização desta pesquisa foi possível concluir que a aprendizagem baseada em recursos multimodais cuidadosamente elaborados apresenta vantagens no processo educacional, neste caso, no ensino de biologia molecular para alunos do ensino médio, favorecendo o letramento científico.

Referências

ABREU-TARDELLI, L. S. **Elaboração de seqüências didáticas: ensino e aprendizagem de gêneros em língua inglesa**. In: DAMIANOVIC, M. C. (org). Material didático: elaboração e avaliação. Cabral: editora e livraria universitária. Taubaté. 2007.

ARAÚJO, Maria Cristina Pansera; SCHEID, Neusa Maria John. Os temas polêmicos em biologia e suas repercussões sobre o ensino científico escolar. In VI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências Enpec , 2007, Florianópolis. **Anais do VI ENPEC**, Florianópolis: UFSC, 2007

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa, Edições 70, 1977.

CAMARGO, Solange Soares, et al. O Ensino de Biologia Molecular em faculdades e escolas médias de São Paulo. **Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular**. n.1, 2007.

COSCARELLI, C. V. O uso da informática como instrumento de ensino-aprendizagem. **Presença Pedagógica**, v. 4, n. 20, p. 37-45, 1998.

COSTA, N.M.B; BORÉM, A. **Biotecnologia e Nutrição: saiba como o DNA pode enriquecer os alimentos**. São Paulo: Nobel, 2003.

MAYER, R. E. **Multimedia learning**. Cambridge, Cambridge University Press, 2001.

MAYER, R. E. The promise of multimedia learning: using the same instructional design methods across different media. **Learning and Instruction**. v. 13, p. 125-139, 2003.

MELO, Jose Romário; CARMO, Edinaldo Medeiros. Investigações sobre o ensino de genética e biologia molecular no ensino médio brasileiro: reflexões sobre as publicações científicas. *Ciência e Educação*, v. 15, n. 3, p. 593-611, 2009.

NASCIMENTO, L. M. M.; GUIMARÃES, M. D. M.; EL-HANI, C. N. Construção e avaliação de sequências didáticas para o ensino de biologia: uma revisão crítica da literatura. In VII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 2009, Florianópolis. **Anais do VII ENPEC**, Florianópolis: UFSC, 2009.

PENDRANCINI, V. D.; *et al.* Ensino e aprendizagem de biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 2, p. 299-309, 2007.

POZO, J. I., Ni cambio ni conceptual: la reconstrucción del conocimiento científico como un cambio representacional. In: POZO, J. I.; FLORES, F. (Coord.) **Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia**. Madrid: Machado Libros. Cap. 5, p. 73-89, 2007.

SOUZA, A. F.; FARIAS, G. B. Percepção do conhecimento dos alunos do Ensino Médio sobre transgênicos: concepções que influenciam na tomada de decisões. **Experiências em Ensino de Ciências**. v.6, n. 1, p. 21-32, 2011.

SWELLER, John. **Cognitive Load Theory: A Special Issue of educational Psychologist** LEA, Inc, 2003.

SWELLER, John. Implications of cognitive load theory for multimedia learning. In: **Mayer, R. E.**, 2005, pp. 19-30

Vídeo 1. **Transgênicos - Alimentos diferenciados**. disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=dAdIZdxgK7A&feature=related>>, acesso em: 10 de maio de 2011)

Vídeo 2. **A polêmica dos transgênicos**. disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=tUvchWmXiXY>>, acesso em: 10 de maio de 2011.

ANEXO A

01 Marque as opções que melhor definem os temas abaixo:

CLONAGEM

- A) Processo empregado para identificar indivíduos.
- B) Processo natural ou artificial, no qual se produz cópias geneticamente idênticas de um indivíduo;
- C) Processo que gera um organismo vivo modificado geneticamente.
- D) Processo onde um ser recebe, dentro de suas células, material genético de outro ser.

TRANSGÊNICO

- A) Bactérias, animais ou plantas que recebem um gene de outro organismo.
- B) Componente alimentar não digerível que afeta de forma benéfica o ser humano, estimulando certas bactérias do cólon, promotoras da saúde.
- C) Substância estranha ao nosso organismo que provoca resposta do sistema imune.
- D) Cópia geneticamente idêntica de um organismo.

BIOTECNOLOGIA

- A) Método para se criar uma molécula que contenha a receita para fabricar todos os seres vivos do planeta.
- B) Processo tecnológico que permite o emprego de material biológico para fins científicos, tecnológicos e industriais.
- C) Grupo de enzimas obtido de bactérias que seccionam o DNA em pontos específicos.
- D) Método que determina a localização relativa dos genes no cromossomo.

02. Cite exemplos de produtos transgênicos consumidos pelo homem atualmente?

03. Você sabe como identificar os produtos transgênicos nas prateleiras do supermercado?

() Sim. Como? _____ () Não

04. Cite exemplos de clones que você conhece.

05. O que você gostaria de saber/aprender sobre clonagem e transgênicos ?

06. Através de quais recursos utilizados em sala de aula você gostaria de aprender sobre estes conteúdos?

() apresentação data show () vídeo () aula expositiva () livro didático () animação

Por quê?

ANEXO B

01 Marque as opções que melhor definem os temas abaixo:

CLONAGEM

- A) Processo empregado para identificar indivíduos.
- B) Processo natural ou artificial, no qual se produz cópias geneticamente idênticas de um indivíduo;
- C) Processo que gera um organismo vivo modificado geneticamente.
- D) Processo onde um ser recebe, dentro de suas células, material genético de outro ser.

TRANSGÊNICO

- A) Bactérias, animais ou plantas que recebem um gene de outro organismo.
- B) Componente alimentar não digerível que afeta de forma benéfica o ser humano, estimulando certas bactérias do cólon, promotoras da saúde.
- C) Substância estranha ao nosso organismo que provoca resposta do sistema imune.
- D) Cópia geneticamente idêntica de um organismo.

BIOTECNOLOGIA

- A) Método para se criar uma molécula que contenha a receita para fabricar todos os seres vivos do planeta.
- B) Processo tecnológico que permite o emprego de material biológico para fins científicos, tecnológicos e industriais.
- C) Grupo de enzimas obtido de bactérias que seccionam o DNA em pontos específicos.
- D) Método que determina a localização relativa dos genes no cromossomo.

02. Cite exemplos de produtos transgênicos consumidos pelo homem atualmente?

03. Você sabe como identificar os produtos transgênicos nas prateleiras do supermercado?

() Sim. Como? _____ () Não

04. Cite exemplos de clones que você conhece.

05. Em sua opinião, a aula foi:

() ruim () média () boa () ótima

O que você achou mais interessante nesta aula?

06. Com qual dos recursos utilizados na aula você aprendeu mais?

() Apresentação data-show () vídeo () Áudio

Por quê?

07. O que você não gostou na aula e gostaria que fosse mudado?