

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
EM CIÊNCIAS: QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE**

**FACILITANDO A APRENDIZAGEM DE GENÉTICA:
USO DE UM MODELO DIDÁTICO E ANÁLISE DOS
RECURSOS PRESENTES EM LIVROS DE BIOLOGIA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Daiana Sonego Temp

Santa Maria, RS, Brasil

2011

**FACILITANDO A APRENDIZAGEM DE GENÉTICA: USO DE
UM MODELO DIDÁTICO E ANÁLISE DOS RECURSOS
PRESENTES EM LIVROS DE BIOLOGIA**

Daiana Sonego Temp

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós- Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Área de concentração em ensino de genética, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como exigência parcial para obtenção de grau de **Mestre em Educação em Ciências.**

Orientador (a): Prof^a Dr^a. Marlise Ladvocat Bartholomei-Santos

Santa Maria, RS, Brasil

2011

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Naturais e Exatas
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências:
Química da Vida e Saúde**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a
Dissertação de Mestrado

**FACILITANDO A APRENDIZAGEM DE GENÉTICA: USO DE
UM MODELO DIDÁTICO E ANÁLISE DOS RECURSOS
PRESENTES EM LIVROS DE BIOLOGIA**

elaborada por:
Daiana Sonego Temp

Como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em
Educação em Ciências**

Comissão Examinadora

Marlise Ladvoat Bartholomei-Santos, Dr^a. (UFSM)
(presidente/Orientadora)

Élgion Lúcio da Silva Loreto, Dr. (UFSM)

Neusa Maria John Scheid, Dr^a (URI-Santo Ângelo)

Santa Maria, 31 de outubro de 2011.

*Dedico esta dissertação a minha família
que demonstrou amor incondicional para
a realização deste sonho.*

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus pela oportunidade de realizar este sonho que parecia tão distante na minha trajetória profissional.

Agradeço especialmente à Professora Marlise, um anjo colocado em meu caminho, que acreditou no meu potencial e se mostrou, além de orientadora, uma amiga. Obrigada professora pela oportunidade.

Às minhas colegas Luciane, Cristiane, Cati, Débora, Roseane, Miriam e Liliani, pelo incentivo e pelas oportunidades de trocar experiências. A minha colega Margarete pela leitura crítica dos textos e pela disponibilidade em auxiliar. A colega e amiga Carla pela disponibilidade em me ajudar.

Aos professores do curso por mostrarem que o processo educacional precisa de mudanças e que estas serão realizadas, primeiramente, pelos professores atuantes na educação básica.

À Direção e colegas da Escola Cilon Rosa, em especial à professora Maria Cláudia, por abrirem espaço para a realização da pesquisa e por compreenderem minha ausência em alguns momentos.

A todos os estudantes que participaram da pesquisa, pois sem eles a mesma não teria objetivo de ser realizada.

Aos professores que aceitaram fazer parte da banca de defesa, Professor Élgion e Professora Neusa.

A CAPES pela concessão de bolsa de estudo durante o curso

Finalmente, agradeço em especial aos meus filhos Matheus, Gabriel e Ana Júlia, estímulo e força para que este sonho se concretizasse, e ao meu marido Haury, por aceitarem meus momentos de ausência e apoiarem a continuidade dos meus estudos.

Aos meus pais Maria e Gerci, incentivadores eternos, apoiadores e fãs do meu trabalho. Saibam que sem vocês nada seria possível.

A minha irmã Daniela, sobrinho Paulo Henrique e cunhado Paulo, por estarem presentes nos momentos difíceis.

Enfim, a todos aqueles que participaram na realização deste sonho.

**"Pedi, e dar-se-vos-á; buscai e
achareis; batei, e abrir-se-vos-á"**

Matheus 7.7

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós -Graduação em Educação em Ciências:
Química da Vida e Saúde
Universidade Federal de Santa Maria

FACILITANDO A APRENDIZAGEM DE GENÉTICA: USO DE UM MODELO DIDÁTICO E ANÁLISE DOS RECURSOS PRESENTES EM LIVROS DE BIOLOGIA

Autora: Daiana Sonogo Temp
Orientação: Marlise Ladvocat Bartholomei-Santos
Data e localização da defesa: 31 de outubro de 2011, Santa Maria, RS.

A pesquisa com relação à aprendizagem de genética é importante tema dentro da área de ensino de biologia, pois envolve a discussão sobre formas de aprendizado e dificuldades em compreender e relacionar conceitos abstratos e oriundos de diferentes áreas. Devido à necessidade de investigação sobre as principais dificuldades dos alunos com relação à aprendizagem de genética, este trabalho teve como objetivo desenvolver um modelo didático que facilitasse a aprendizagem de genética e a demonstração da correlação entre genótipo e fenótipo além da análise dos recursos auxiliares presentes nos livros didáticos. A pesquisa utilizou as abordagens qualitativa e quantitativa utilizando como instrumento de coleta um questionário para a caracterização geral do grupo e a comparação das questões do pré e pós-teste utilizados. Participaram da pesquisa 73 alunos matriculados no segundo ano do ensino médio em uma escola pública de Santa Maria, RS. Os testes foram formulados com questões que englobavam conteúdos relacionados à genética. No período entre a aplicação dos testes foi utilizado o modelo didático. A análise do pré-teste mostrou que as principais dúvidas estavam relacionadas à identificação da estrutura cromossômica, genes e DNA; relações entre genótipo e fenótipo; identificação de genealogias e cálculos de probabilidade, conceitos e cariótipo. Após o uso do modelo didático observou-se que o mesmo foi eficiente com relação aos grupos relacionados às estruturas cromossômicas, interação genótipo e fenótipo e cariótipo, confirmando que o uso de modelos e práticas diferenciais de ensino são ferramentas importantes para a consolidação do aprendizado. A análise dos livros didáticos mostrou que o recurso presente com mais frequência foram as figuras, sendo que recursos como charges e indicação de *sites* esteve presente em apenas um dos sete livros. Assim, é importante a análise dos livros didáticos, pois os mesmos são fonte de aprendizagem e de concepções para os estudantes e devem apresentar recursos pedagógicos, como a indicação de sites e modelos didáticos para auxiliar na aprendizagem.

Palavras-chave: Genética. ensino. modelo didático. aprendizagem. recursos diferenciais. livros didáticos.

ABSTRACT

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós -Graduação em Educação em Ciências:
Química da Vida e Saúde
Universidade Federal de Santa Maria

Facilitating the learning of genetics: the use of a didactic model and analysis of the teaching resources in biology textbooks

Author: Daiana Sonogo Temp
Advisor: Marlise Ladvoocat Bartholomei-Santos
Date and place: Santa Maria, October, 31.

The research regarding the learning of genetics is an important theme within the area of Biology teaching, because it involves the discussion about forms of apprenticeship and difficulties in understanding and relating abstract concepts that proceed from different areas. Due to the necessity of investigating the main difficulties of the students in relation to the learning of genetics, this work had as objective to develop a teaching model which might facilitate genetics' learning and the demonstration of the correlation between genotype and phenotype, besides the analysis of the auxiliary resources present in teaching books. The research utilized qualitative and quantitative approaches using as collection instrument a questionnaire for the general characterization of the group and the comparison of pre and post-tests applied. Seventy three students, enrolled in the second year of high school in a public school of Santa Maria, RS, took part in the research. The tests were elaborated with questions that encompassed contents related to genetics. The teaching model was used in the period between the application of the pre and post tests. The analysis of the pre-test showed that the main questions were related to the identification of the chromosome structure, genes and DNA; relations between genotype and phenotype; the identification of genealogies and calculation of probabilities, concepts and karyotype. After the use of the teaching model it could be observed that it was efficient for the learning of issues as chromosome structures, genotype-phenotype interaction and karyotype, confirming that the use of different models and practices of teaching are important tools for the consolidation of learning. The analysis of the teaching books showed that pictures were the resource present more often, while resources like cartoons and indication of sites were present in only one of the seven books. Therefore, the analysis of teaching books is important, because they are a source of learning and of conceiving for the students, and they must have teaching resources, like the indication of sites and didactic models to aid in learning.

Key-words: Genetics. teaching. teaching model. learning. differential resources. teaching books.

LISTA DE TABELAS

Artigo 1

TABELA 1 – Assuntos de genética abordados nas questões componentes do pré-teste	36
TABELA 2 – Assuntos de genética abordados nas questões componente do pós-teste	37
TABELA 3 – Questões agrupadas conforme similaridade de ideias para análise e comparação dos resultados entre pré e pós-testes.....	38
TABELA 4 – Palavras citadas na Categoria História.....	42
TABELA 5 – Palavras citadas na Categoria Ação.....	42
TABELA 6 – Palavras citadas na Categoria Adjetivos	42
TABELA 7 – Palavras citadas na Categoria Utilidades	42

Artigo 2

TABELA 1 – Comparação do número de capítulos dedicados ao tema “Genética” e dos recursos auxiliares presentes nos sete livros analisados	56
TABELA 2 – Frequência dos recursos didáticos em capítulos referentes ao tema genética, em sete livros de Biologia avaliados.....	56

LISTA DE FIGURAS

Artigo 1

FIGURA1 – Modelo didático desenvolvido e aplicado.....	37
FIGURA 2 – Frequência da citação das palavras na subcategoria nível celular.....	40
FIGURA 3 – Frequência da citação das palavras na subcategoria conceitos.....	40
FIGURA 4 – Frequência da citação das palavras na subcategoria parentesco.....	41
FIGURA 5 – Frequência da citação das palavras na subcategoria conteúdo.....	41
FIGURA 6 – Resultados do grupo 1 (identificação de genes, cromossomos e dupla hélice) citação das palavras na subcategoria conceitos.....	44
FIGURA 7 – Resultados do grupo 2 (cromossomos aos pares e identificação sexual).....	45
FIGURA 8 – Resultados do grupo 3 (montagem, identificação de genealogias e probabilidade).....	45
FIGURA 9 – Resultados do grupo 5 (conceitos).....	46
FIGURA 10 – Resultados do grupo 4 (interação genótipo + meio = fenótipo).....	47

Artigo 2

FIGURA1 – Frequência de recursos didáticos nos sete livros analisados.....	56
--	----

ANEXO 8 (Pôster)

- FIGURA 1 – Esquema mostrando cromossomos com bandeamento, região da dupla hélice contendo um gene, relação cromossomos-genes-dna
(www.uic.edu/com/dom/gastro/fgicu/assets/images/Genes_DNA_chart.jpg) 82
- FIGURA 2 – Relação genótipo-fenótipo
(http://www.sarah.br/paginas/doencas/po/p_04_doencas_metab_fig_1.gif) 82
- FIGURA 3 – Helicoidização da molécula de DNA (<http://www.bio.georgiasouthern.edu/biome/harvey/lect/images/chromosome.gif>) 82
- FIGURA 4 – Cromossomos simples e par de homólogos
(<http://2.bp.blogspot.com/QfOoIJB3iCw/SedWsP3o2CI/AAAAAAAAAAc/4v1teTJvso8/s1600-pg>) 82
- FIGURA 5 – Cariótipo humano masculino
(<http://1.bp.blogspot.com/SwfxmaZyf1I/gXG6lZH5Szg/s1600/u7cariotipo.jpg>) 82
- FIGURA 6 – Exemplo de interação genótipo + meio alterando o fenótipo (Machado, S. Biologia. São Paulo: Scipione, 2003) 82

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 – Carta de aprovação pelo CEP	71
ANEXO 2 – Termo de Consentimento Livre e esclarecido.....	72
ANEXO 3 – Termo de Confidencialidade	75
ANEXO 4 – Documento encaminhado à 8ª. CRE	76
ANEXO 5 – Documento encaminhado à escola onde ocorreu a pesquisa	77
ANEXO 6 – Questões para caracterização geral da amostra	78
ANEXO 7 – Pré- teste	79
ANEXO 8 – Pôster utilizado em conjunto com o modelo	82
ANEXO 9 – Pós- teste.....	83

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.2 Justificativa	17
1.3 Objetivos	17
1.3.1 Objetivo geral	17
1.3.2 Objetivos específicos	18
2 REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1 Por que estudar genética?	19
2.2 Aprendizagem	21
2.3 Modelos didáticos e aprendizagem	24
2.4 Relações escola, professor e aluno	26
2.5 Livros didáticos	28
3 METODOLOGIA E RESULTADOS	32
3.1 Artigo 1	32
Desenvolvimento e uso de modelo didático para facilitar a correlação genótipo-fenótipo	33
Resumo	33
Abstract	33
Introdução	34
Procedimentos Metodológicos	36
Resultados e discussão	38
Conclusões.....	47
Referências	48
3.2 Artigo 2	51
Livros didáticos de Biologia: análise dos recursos pedagógicos auxiliares para a aprendizagem de genética	52
Resumo	53
Abstract	53
Introdução	53
Metodologia.....	55
Resultados	55
Discussão.....	57
Considerações Finais	59
Referências	59
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
REFERÊNCIAS	64
ANEXOS	70

1 INTRODUÇÃO

A genética tem causado impacto no mundo contemporâneo. Embora temas genéticos estejam presentes, cotidianamente, na vida das pessoas, ocorre uma grande dificuldade de compreensão por parte dos alunos e muitos professores sobre seus fenômenos e desenvolvimento.

O ensino de genética é desafiador. O grande número de conceitos relacionados à área dificulta, muitas vezes, a compreensão por parte dos alunos que acabam se preocupando em decorar termos em detrimento de compreender e relacionar o estudo com a vida prática. A genética é central para a biologia, pois várias linhas do pensamento podem ser colocadas dentro de um todo coerente tendo a genética como um campo de estudo (KREUZER e MASSEY, 2002).

De acordo com Neto (1987, p. 129)

O aprendizado na ciência é como o de uma nova língua, os conceitos e termos específicos devem pouco a pouco entrar na vida diária do aluno e, por isso, não podem ser vulgarizados com o objetivo de uma mera memorização escolar.

O processo de ensino, no Brasil, vem sendo repensado há quase quatro décadas tendo como principal foco a melhoria na aprendizagem, levando ao aluno uma educação de qualidade e relacionada à sociedade onde o educando vive, ou seja, a educação precisa oportunizar o conhecimento científico.

Segundo Amorim (1997) os próprios docentes de biologia revelam ter dificuldade em compreender, acompanhar e mediar a aprendizagem de conteúdos com as últimas novidades científicas e tecnológicas.

Encontra-se nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2001) que deve ser dado um maior enfoque na experimentação. Esta deve estar relacionada com as novas tecnologias utilizadas pela sociedade para que o aluno possa interagir com o ambiente onde vive. Segundo dados da Organização das Nações Unidas para a Educação (UNESCO, 2004), os governos reconhecem que a função da educação é maior do que memorizar conteúdos; antes é proporcionar aos alunos um ambiente onde possam desenvolver suas potencialidades cognitivas, afetivas e psicomotoras.

Porém, ao observar as escolas se vê uma realidade totalmente diferente: o ensino ainda está baseado em aulas expositivas nas quais o professor é um mero transmissor do que está no livro didático. Muitas vezes, as ciências são taxadas pelos alunos como disciplinas que servem apenas para decorar nomes e fórmulas (KRASILCHIK,1986).

Os alunos estão sendo privados de um conhecimento que os insira na sociedade dando-lhes condições de conhecer, modificar e opinar sobre a realidade vigente.

Muito tem sido discutido e escrito sobre a necessidade de inclusão de experimentos em sala de aula com objetivo de tornar o aprendizado mais real e de desenvolver a criatividade e a curiosidade nos estudantes. Na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996) é enfatizada a importância de um currículo em que os conteúdos, as metodologias e as formas de avaliação permitam ao educando, ao final da educação básica, demonstrar entre outros, o domínio dos princípios científicos e tecnológicos. Gadotti (1995) coloca que ensinar é inserir-se na história, não é só estar na sala de aula, mas num imaginário político mais amplo.

Mas, é importante verificar como esta estrutura será organizada e quais condições (materiais, instalações, preparo dos professores) são encontradas na escola. Os professores colocam que a falta de infraestrutura é um fator limitante para o uso de aulas práticas, mas pode-se observar que, em alguns casos, “professores criativos” usam materiais alternativos para a execução desses trabalhos.

Segundo Krasilchik (1986, p. 67)

Embora a importância das aulas práticas seja amplamente reconhecida, na realidade formam uma pequena parcela nas aulas de biologia porque, segundo os professores, não há tempo suficiente para a preparação da matéria, (...) conhecimento para organizar experiências e não dispõem de instalações e equipamentos adequados.

Entretanto, há formas diferenciais de se oportunizar uma educação diferencial sem precisar usar laboratórios, bastando um pouco de criatividade e a responsabilidade do professor em saber que seu papel é o de inserir os estudantes no mundo científico onde vivem para que possam, pelo menos, tomar decisões e dialogar sobre diferentes temas usando o conhecimento científico ao invés de um conhecimento popular aprendido, muitas vezes, nos telejornais.

Neste contexto (GALIAZZI, 2001, p.3)

Atividades experimentais são aquelas que levam em consideração a observação, o levantamento de questionamentos e a construção de argumentos de forma a problematizar o conhecimento dos alunos com relação ao conteúdo.

Assim, o trabalho prático (experimentos) precisa relacionar o conteúdo com o mundo, ser flexível e adequar-se ao nível do aluno. Um mesmo tema pode ser trabalhado de forma diferente, porém o objetivo deve ser o de causar mudança conceitual, confrontar o conhecimento popular com o científico e deixar no aluno um aprendizado duradouro, pois na medida em que o sujeito interage é que ele vai produzindo sua capacidade de conhecer e vai produzindo o próprio conhecimento (FERRAZ e TERRAZAN, 2002)

Vários autores, como Gardner (1995), Blumke (2002 apud Santos 2008), Waterman (2001), Kramer, 2002 apud Schultz *et al.* (2005), Brito *et al.* (2005) e Miranda (2001), apontam o uso dos modelos didáticos e outras atividades lúdicas como ferramentas essenciais e eficientes na facilitação do aprendizado nas diferentes áreas da biologia, principalmente em temas relacionados à genética que exigem abstração e conhecimento de diferentes conceitos.

É importante que os conceitos de genética sejam compreendidos. Para que isto ocorra o professor deve auxiliar através de novas metodologias, como os modelos didáticos que causam prazer e são uma ferramenta eficiente para que o conhecimento seja construído.

Com o uso dos modelos o aluno sente-se estimulado e tem condições de desenvolver, normalmente, o processo de construção do conhecimento com sucesso, portanto, ocorre aprendizagem.

Assim, o uso do modelo é visto como um momento de trabalho, reflexão, análise, questionamento, interpretação, troca de ideias, tomada de decisões e conclusões (BRITO *et al.*, 2005).

É importante lembrar que as aulas são, na grande maioria das vezes, apenas expositivas (professor fala e aluno escuta) e que a representação de fenômenos é um auxiliar eficiente na consolidação do aprendizado, cabendo ao professor usar formas alternativas para tornar as aulas mais atraentes e eficientes.

Autores como Barbosa (2008), Moreira e Silva (2001), Castelão e Amabis (2008) colocam que o ensino e a aprendizagem na área de genética em turmas do ensino médio tem sido dificultado pelo alto nível de abstração desta ciência e pela falta de recursos didáticos que facilitem o mesmo, levando ao desinteresse e a desmotivação nessa área, dificultando a contextualização e compreensão nos diversos temas de genética.

No relatório da UNESCO (2004, p. 54) é encontrado que

O ensino de ciências deve ser promovido por meio de indagações e pesquisa, superando a tradicional separação entre aula e laboratório, a sala de aula e a realidade vivida, transformando ambos em um mesmo espaço-ciências.

Desta forma, percebe-se que o incentivo à criatividade deve ser realizado de forma que o aluno deixe de ser um mero espectador e passe a se comportar como sujeito atuante no processo. Alunos e professores devem “imitar” os cientistas e buscar no contexto escolar a realização das atividades práticas e uso dos modelos didáticos, confrontando ideias, lendo textos escritos por cientistas (e comparando a linguagem com o livro didático), pois só assim o ensino por meio da experimentação e da ludicidade será válido.

Vale lembrar que cabe ao processo educacional preparar profissionais qualificados e incrementar os investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em ciência e tecnologia (UNESCO, 2004).

Sacristán e Gómez (1996, p. 10) apontam que uma das questões mais inquietantes com relação à aprendizagem é “como evitar que a aprendizagem em aula se constitua em uma cultura particular, a cultura acadêmica que tem valor para resolver exercícios com êxito?”.

Perrenoud (2000, p. 27) diz que

A competência requerida hoje em dia é o domínio dos conteúdos com suficiente fluência e distância para construí-los em situações abertas e tarefas complexas, aproveitando ocasiões, partindo dos interesses dos alunos, explorando os acontecimentos, em suma, favorecendo a apropriação ativa e a transferência dos saberes, sem passar necessariamente, por sua exposição metódica, na ordem prescrita por um sumário.

Desta forma, o uso de experimentos em aula é possível e deve ser utilizado como forma de auxiliar na aprendizagem e na construção de sujeitos críticos e conhecedores da sociedade.

1.2 Justificativa

Devido à dificuldade apresentada pela maioria dos alunos do ensino médio em compreender os mecanismos de herança, expressão gênica, continuidade entre conteúdos e resolução de problemas, dificuldades de interpretar (retirada dos dados, responder o que o problema pede) e dificuldade na montagem, resolução e interpretação dos dados matemáticos, este trabalho se justifica pela necessidade do uso, em sala de aula, de novas alternativas que promovam o aprendizado real e duradouro dos conteúdos de genética mostrando a interação entre diferentes temas da biologia.

1.3 Objetivos

Com base no que foi explicitado acima, com relação à necessidade do uso de materiais alternativos para que a aprendizagem seja facilitada, nosso estudo buscou desenvolver um modelo didático que fosse capaz de facilitar o aprendizado dos conceitos de genética e mostrasse a correlação genótipo-fenótipo. Assim, nosso trabalho apresentou os seguintes objetivos:

1.3.1 Objetivo geral

Desenvolver um modelo didático que facilite a aprendizagem de genética e a demonstração da correlação entre genótipo e fenótipo além da análise dos recursos auxiliares presentes nos livros didáticos.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Verificar quais temas representam as maiores dificuldades para o entendimento da genética para alunos do ensino médio.
2. Desenvolver e utilizar um modelo didático de baixo custo que facilite a aprendizagem dos conteúdos de genética.
3. Analisar se os livros didáticos apresentam recursos que facilitam a aprendizagem de genética.

Esta dissertação está estruturada em itens: a introdução, o referencial teórico, a metodologia e os resultados e considerações finais.

No *referencial teórico* apresentamos a literatura que embasou o estudo. A *metodologia e os resultados* estão apresentados na forma de dois artigos científicos. Por fim apresentamos as *considerações finais* e perspectivas para o ensino de biologia. As referências listadas no final desta dissertação correspondem a todas citadas ao longo do texto, excetuando-se as contidas nos artigos científicos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Por que estudar genética?

Aprender biologia significa perpassar por diferentes e interessantes temas relacionados à vida desde uma esfera molecular (como o estudo do DNA) até a compreensão do funcionamento do ecossistema.

Neste contexto, aprender genética é estar compreendendo a característica principal dos seres vivos: a capacidade de reprodução e hereditariedade (KREUZER e MASSEY, 2002).

Encontramos em Griffiths *et al.* (2001, p. 2) que existem duas razões básicas para aprendermos genética

Primeiro porque a genética chegou para ocupar uma posição fundamental na biologia como um todo. Portanto, é essencial o entendimento da genética para qualquer estudo sério sobre a vida vegetal, animal e microbiana. Segundo, a genética, como nenhuma outra disciplina científica, tem-se tornado fundamental para os inúmeros aspectos dos interesses humanos. Ela toca nossa humanidade de muitas maneiras diferentes.

La Rosa *et al.* (1998) colocam que toda e qualquer aprendizagem, quer seja hábito, informação, conhecimento ou aprendizagem de sentimentos e emoções são importantes para a vida porque vão levar o indivíduo ao sentido de adequação e a participação no meio.

A educação, como um todo, faz com que o indivíduo esteja apto a atuar na sociedade, nas mais diferentes esferas políticas e sociais. Compartilhando desta ideia Behrens (2003, p.17) ressalta que

... um dos grandes méritos deste século é o fato de os homens terem despertado para a consciência da importância da educação como necessidade preeminente para viver em plenitude como pessoa e como cidadão na sociedade.

Da mesma forma Sacristán e Gómez (1996, p. 15) afirmam que

O aprendizado é um processo fundamental da vida humana, que implica ações e pensamentos tanto quanto emoções, percepções, símbolos, categorias culturais, estratégias e representações sociais. Embora descrita frequentemente como um processo individual a aprendizagem é também uma experiência social com vários companheiros (pais, professores, colegas...).

A genética é um campo de estudo que permeia questões educacionais, morais, tecnológicas e de saúde. O século XX presenteou a humanidade com descobertas que possibilitaram a identificação e descrição hereditária de doenças ainda desconhecidas no cenário biomédico (GUEDES, 2007; GRIFFITHS et al., 2001). Finley et al. (1982) apud Ayuso e Banet (2002) colocam que há duas décadas os professores já apresentavam preocupação com o ensino de genética o que levou à procura por metodologias que facilitassem o ensino desta disciplina.

Os PCNEM (Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio) enfatizam que o estudo da biologia precisa ser reformulado para que novas visões, principalmente nos conteúdos relacionados à genética, sejam abordadas em sala de aula (BRASIL, 2000). O mesmo documento prioriza a necessidade de ensinar a descrição do material genético em sua estrutura e composição relacionando com a atualidade.

Aprender genética é base para o entendimento de questões que, hoje, estão nos mais variados meios de comunicação como, por exemplo, a importância do DNA na transmissão das características hereditárias, a descoberta e localização de genes que predispõem à formação de determinados tumores, uso terapêutico de células-tronco, melhoramento animal e vegetal, entre tantos outros (GRIFFITHS *et al.*, 2001).

Os alunos devem sair do ensino médio com condições de compreender e localizar cromossomos, o que são mutações, variações hereditárias (AYUSO e BANET, 2002). Para estes autores o estudo de genética proporciona aos alunos a compreensão dos avanços tecnológicos e suas repercussões na sociedade.

Nesse sentido, (TEMP *et al.*, 2011, p.9)

os conceitos de cromossomos, localização e suas funções precisam ser bem compreendidos, pois estão relacionados a outras definições como genes, cromossomos homólogos, hereditariedade, cariótipo, identificação do sexo, presença de síndromes, entre outros.

Sacristán e Gómez (1996) apontam que o grau de especialização dos meios de comunicação está provocando uma profunda mudança no papel da escola, pois ao inferir concepções errôneas ou equivocadas aos estudantes, coloca à escola a importante função de orientar ao invés de, apenas, transmitir conteúdos. Ayuso e Banet (2002, p. 137), apontam que “esta formação conceitual inadequada apresenta aos cidadãos explicações pouco precisas e diferentes daquelas proporcionadas pela ciência”.

Encontra-se nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006, p. 24) que “cabe ao professor estimular o aluno e avaliar as vantagens e desvantagens dos avanços e das técnicas de clonagem e manipulação de DNA, considerando valores éticos, morais, religiosos, ecológicos e econômicos”. Desta forma, o espaço escolar precisa estar atento, informado e atualizado com relação aos temas em questão para que o aluno possa refletir avaliar pontos positivos e negativos e apresentar argumentos coerentes para se posicionar, ou seja, o aluno é preparado para poder atuar na sociedade.

2.2 Aprendizagem

O conceito de aprendizagem é amplo e abrange a investigação das relações escolares, familiares e particulares de cada educando, pois, em uma mesma sala de aula, encontramos alunos diferentes que assimilam e aprendem o conteúdo através de situações diferenciadas: alguns utilizam a audição como meio mais eficaz de aprender, para outros enxergar o professor, seus movimentos e expressões é a forma com a qual mais interagem com o conteúdo, enquanto outros, ainda, precisam experimentar, participar da ação que está sendo proposta (GARDNER, 1995).

Então, sendo o ensino baseado em aulas expositivas, unilaterais (professor portador e transmissor do conhecimento e aluno como um mero receptor) acaba por dificultar o aprendizado daqueles alunos que necessitam de uma forma diferencial de ensino, ou seja, a escola se torna excludente. Corroborando este fato Sacristán e Gómez (1996) afirmam que o processo de ensino e aprendizagem nas escolas ocorre fora do contexto em que os alunos estão inseridos, como se a escola fosse um mundo diferente daquele que eles têm fora do ambiente escolar.

Na atualidade com a imensa quantidade de atrativos tecnológicos os alunos não se contentam, apenas, com aulas onde os únicos recursos utilizados são o giz e quadro negro.

Mas, este fato é problemático, pois cabe à escola realizar, promover e encontrar diferentes maneiras para que o educando consiga se apropriar do saber de uma forma que este conhecimento tenha utilidade a ele na sua intervenção na sociedade. Quando a escola se nega ou não consegue realizar sua função, o educando acaba por ficar privado de um dos seus direitos: direito de receber e apropriar-se do conhecimento. Um dos grandes estudiosos do processo de aprendizagem, Piaget (1994, p. 18) salienta que “a educação deve preparar para o cenário de atuação, pois cada vez que ensinamos algo ao aluno impedimos que ele descubra por si mesmo”.

Pedrancini *et al.* (2007, p. 300) escrevem que

Podemos dizer que a construção do conhecimento escolar é na realidade um processo de elaboração, no sentido de que o aluno seleciona, organiza e transforma a informação que recebe de diferentes fontes, estabelecendo relações entre esta informação e suas ideias ou conhecimentos prévios. Assim, aprender um conteúdo quer dizer que o aluno lhe atribui um significado, constrói uma representação mental através de imagens ou proposições verbais, elabora uma espécie de teoria ou modelo mental como marco explicativo deste conhecimento.

Ainda neste contexto, podemos afirmar que o processo de aprendizagem deve ser centrado no aluno que precisa ser auxiliado a buscar ferramentas na tentativa de reconstruir e articular os conhecimentos prévios com aqueles ensinados pelo professor. Mas, para que isto aconteça torna-se necessário que o ambiente escolar, como um todo, busque alternativas metodológicas que promovam e alcancem a aprendizagem para um maior número de alunos, pois de acordo com Perrenoud (2000), há públicos para os quais assistir a uma aula magistral e fazer exercícios não é o suficiente para aprender.

A aprendizagem irá acontecer quando se trabalhar a partir das representações dos alunos, dos erros e dos obstáculos de aprendizagem, utilizar metodologias diferenciais e sempre estar atento às dificuldades apresentadas, pois a verdadeira aprendizagem não visa memorizar, estocar informações, mas rever sua concepção com relação à cultura onde está incluso (MOREIRA, 1998). É importante explicitar a aprendizagem como algo que deve ser significativo na vida do indivíduo,

pois sabe-se que aquilo que não é tomado como significativo tende a ser abandonado (LA ROSA et al., 1998).

Aprender, de forma significativa, os conteúdos de genética exigem dos professores e alunos a vontade de aprender. Esta motivação, ou melhor, o agente motivador deve ser o professor que buscará, através de aulas diferenciais, promover nos seus alunos o gosto e a curiosidade sobre o tema estimulando-os a querer entender o que está sendo explicado, pois a aprendizagem e o pensamento têm origem na motivação, interesse, necessidade, impulso, afeto e emoção (VIGOTSKY, 2001).

Para aprender e ensinar genética é exigido do aluno e do professor que possuam ampla capacidade de abstrair conceitos e conhecimento de cálculos de probabilidade, além de relacionar diferentes temas de biologia, saber interpretar, retirar os dados de um problema, entre outros.

Grande parte dos alunos e professores considera o conteúdo de genética como sendo o mais difícil na disciplina de biologia (KLAUTAU *et al.*, 2009), então se torna necessário compreender o porquê deste consenso, estudar como a aprendizagem se processa e buscar mudanças no formato tradicional da aula expositiva, pois aprender significa reestruturar o conhecimento que já existia.

É importante citar que o conteúdo de genética está alicerçado em diversos subsunçores que Moreira (1998, p. 7) define como “estruturas específicas ao qual uma nova informação pode se integrar ao cérebro humano, que é altamente organizado e detentor de uma hierarquia conceitual que armazena experiências prévias do aprendiz”.

Em genética os conceitos de DNA, genes, cromossomos, herdabilidade, recombinação gênica, entre outros, são indispensáveis para que se compreenda o contexto da disciplina.

Caso estes conceitos âncora não sejam compreendidos há uma deficiência e dificuldade na continuação do conteúdo, pois o alicerce do mesmo não foi aprendido de forma significativa. Mas, aprender não significa repassar informações. Rego (2000, p. 78) coloca que “um conceito não é aprendido por meio de um treinamento mecânico, nem tampouco pode ser transmitido pelo professor ao aluno: o ensino direto de conceitos é impossível e infrutífero”, ou seja, o professor deve ser um facilitador neste processo de ancoragem, somente desta forma a aprendizagem se tornará significativa.

Assim, para que os conteúdos de genética sejam significativos na vida do aluno o processo de ensino deve buscar a reconstrução e ancoragem de conceitos prévios com os novos apresentados pelo professor. Por sua vez, o professor precisa verificar quais fatores facilitam ou dificultam a aprendizagem dos seus alunos e, assim, buscar metodologias que diminuam a exclusão no sentido da aprendizagem (FREIRE, 1996).

2.3 Modelos didáticos e aprendizagem de genética

O processo de educar é campo de estudo que busca compreender e melhorar a arte de ensinar de forma significativa aos alunos. A vivência em sala de aula nos mostra que os educandos precisam de um professor que os auxilie na busca pela compreensão e aplicação do conhecimento que lhe está sendo ensinado.

Desta forma, desde a antiguidade existe uma preocupação com relação à busca por metodologias que sejam facilitadoras no processo de aquisição do conhecimento, práticas estas que variam de experimentos simples a projetos executados durante o ano letivo.

A valorização educacional dos brinquedos e jogos data desde a antiguidade Greco-romana, onde filósofos como Platão e Aristóteles acreditavam que o uso de recursos lúdicos era uma fonte de ensino e preparação das crianças. Platão ensinava matemática às crianças em forma de jogos educativos, praticados e comuns para meninos e meninas (ALMEIDA, 1987).

Os personagens envolvidos na construção do conhecimento, devem compartilhar informações para que encontrem as melhores formas de delinear o processo de ensino e aprendizagem levando em consideração as diferenças entre os alunos e tendo como objetivo que o conhecimento esteja acessível a todos.

Vários autores apontam o uso de jogos e modelos didáticos como uma ferramenta eficaz no auxílio ao processo de ensino e aprendizagem, pois são momentos diferenciais dentro da sala de aula. Para Marcellino (1998, p.28) “o primeiro e fundamental aspecto sobre a importância destes recursos é que dão prazer, trazem felicidade.”. Já Hoff (2005) apud Aguiar (2007, p.35) nos diz que

um dos papéis do professor é atuar como guia estruturante do processo de ensino e aprendizagem, devendo, ao propor um ambiente indutor, fazê-lo com postura problematizadora, levantando questões, explorando contradições, estimulando o aluno a pensar e gerando conflitos cognitivos e desequilíbrios, contribuindo, desse modo, para a construção do conhecimento.

Encontra-se nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2001), um dos documentos que delinea a ação educacional brasileira, que as atividades lúdicas favorecem a aprendizagem do aluno por exigir dele mecanismos de atenção que possibilitam executar tarefas de forma satisfatória e adequada.

Neste mesmo contexto, Piaget (1994) cita que os jogos estão diretamente ligados ao desenvolvimento mental da infância no momento em que as atividades lúdicas representam a realidade de uma maneira divertida, diferente.

Com relação aos conteúdos de genética, que exigem abstração e correlação entre conceitos e disciplinas, o uso de modelos didáticos que auxiliem neste aprendizado torna-se uma ferramenta facilitadora para o entendimento destes conceitos considerados, muitas vezes, como simples “decorebas”. De acordo com Aguiar (2007, p. 25) “as atividades lúdicas são reconhecidas como meio de fornecer um ambiente agradável, motivador, planejado e enriquecedor, que possibilita a aprendizagem de várias habilidades”. O simples ato de modificar o esquema tradicional de aula faz com que os estudantes sintam curiosidade e fiquem mais atentos ao que lhes está sendo apresentado.

Estratégias dinâmicas e alternativas programadas para serem aplicadas no ensino fundamental e médio, são boas práticas pedagógicas para provocar a curiosidade e manter a atenção dos estudantes durante o desenvolvimento de conteúdos em aulas de genética.

Partilhando desta ideia Sacristan e Gómez (1996, p. 7) escreveram que

as formas, cores, estruturas, configuração espacial e temporal dos objetos e sistemas físicos que compõem o contexto da experiência espontânea, ou individual do aluno, respondem a uma intencionalidade social e cultural mais ou menos explícita. O desenho de e a forma dos objetos, assim como, sua apresentação no espaço e no tempo tem um sentido implícito. São instrumentos para cumprir alguma função. Desde a cadeira, a mesa até o anúncio televisivo mais complexo todos os artefatos criados pelo homem compartilham um sentido cultural dentro da comunidade de convivência.

A escolha de um material didático a ser utilizado deve levar em consideração o conteúdo a ser ensinado, disponibilidade de tempo, público ao qual será aplicado,

entre outros fatores. Os professores precisam ficar atentos para que o material seja facilitador da aprendizagem e não um mero transmissor de conceitos, pois as atividades devem permitir que os estudantes ampliem, reestruturem ou substituam os conhecimentos que possuem (AYUSO e BANET, 2002).

Assim, há materiais e modelos didáticos que facilitam o entendimento e inter-relação dos temas relacionados à genética. Podemos citar a Revista Genética na Escola (www.geneticanaescola.com.br) como uma fonte de pesquisa que apresenta modelos didáticos produzidos com o objetivo de auxiliar no ensino.

A preocupação com a aprendizagem é um fator constante na vida dos professores que estão sempre se perguntando o que pode ser feito para auxiliar o aluno. A resposta, muitas vezes, não é simples, mas podemos auxiliar os alunos na aquisição do conhecimento utilizando modelos e jogos didáticos que tornarão o processo de ensino e aprendizagem mais satisfatório e significativo.

2.4 Relação escola, professor e aluno

Ao pensarmos ou estudarmos o processo de ensino e aprendizagem, três são os atores principais envolvidos nesta relação: professor, escola e aluno. Será através da relação entre eles que o conhecimento será construído de forma significativa ou não, que o aluno desenvolverá o gosto pelo estudo ou não e que o professor realizará com ou sem sucesso sua principal tarefa: ser o facilitador da aprendizagem.

Cabe à escola como uma instituição social promover ações que instiguem o aluno a querer aprender, a compreender que a educação é o fator principal para situá-lo na sociedade onde se encontra, compreendendo o mundo, as relações políticas e sociais, opinando frente às situações em que está exposto. Seguindo esta linha Lane e Codo (1993, p. 174) escrevem que

primeiro é que a escola tem como finalidade inerente a transmissão do saber e, portanto, requer-se a sala de aula, o professor, o material de ensino, enfim, o conjunto das condições que garantem o acesso aos conteúdos; segundo que a aprendizagem deve ser ativa e, para tanto, supõe-se um meio estimulante.

O ambiente escolar precisa ser atraente ao aluno, disponibilizar ações onde o estudante se torne sujeito participante na construção do conhecimento através de metodologias que envolvam alunos e professores no processo de consolidação de uma aprendizagem significativa.

Rego (2000, p. 58) diz que

torna-se impossível considerar o desenvolvimento do sujeito como um processo previsível, universal, linear ou gradual. O desenvolvimento está intimamente relacionado ao contexto sócio-cultural em que a pessoa se insere e se processa de forma dinâmica (e dialética) através de rupturas e desequilíbrios provocadores de contínuas reorganizações por parte do indivíduo.

A sala de aula é o espaço onde a maior parte da educação se realiza. Professores e alunos interagem neste ambiente durante muito tempo, sendo que não podemos desperdiçar este espaço com aulas monótonas baseadas, apenas, na transmissão do conteúdo, pois é sabido que quando o assunto não é atrativo ao aluno este conhecimento se torna apenas memorístico, ou seja, apenas para responder questões de uma prova.

Para que a aprendizagem se torne significativa o espaço da sala de aula para La Rosa et al. (1998, p. 18) deve “enfocar as aprendizagens formais onde os eventos devem ser organizados, planejados e encadeados de tal forma que seja possível ao aprendiz vislumbrar coerência e significado no que deve ser aprendido”.

Neste ponto é importante colocar sobre a necessidade de o professor conhecer o conteúdo que está sendo trabalhado, a ordem destes conteúdos e a melhor didática a ser aplicada em sala de aula para que estas informações possam ser assimiladas e elaboradas pelo maior número de alunos. Assim, torna-se necessário que o professor esteja aberto ao estudo constante e que os alunos estejam dispostos a aprender (MOREIRA, 1998). La Rosa et al. (1998, p. 24) colocam que

a aprendizagem é um processo pessoal, ou seja, cada ser humano é agente de suas próprias conquistas que vão depender de seu esforço e envolvimento, suas capacidades e também de condições do meio que poderão oportunizar ou bloquear certas conquistas.

O professor e a escola devem desafiar o aluno, fazer com que ele sinta curiosidade em aprender e que tenha a ânsia por voltar, diariamente, à escola onde

estará exposto a um ambiente motivador, rico em cultura e com professores capacitados a lhes auxiliar na reconstrução do conhecimento. Com todas as novas tecnologias disponíveis, hoje em dia, o aluno se sente aprisionado quando a educação fica restrita a livros e cadernos, eles querem assimilar o conteúdo, mas para que isto aconteça, o professor deverá tornar sua aula mais atrativa do que o ambiente extra-escolar. Ao educador cabe descobrir a forma de motivar o aluno.

Arceo e Rojas (1999) colocam que a finalidade da ação do professor é desenvolver no aluno a capacidade de realizar aprendizagens significativas por si só em uma grande gama de situações e circunstâncias. Compartilhando desta ideia Galvão (1995) diz que o professor é considerado um facilitador da aprendizagem, não mais aquele que transmite conhecimento, e sim aquele que auxilia os educandos a aprender a viver como indivíduos em processo de transformação.

Desta forma, compreender as relações existentes na esfera escolar e buscar metodologias que melhorem o processo de ensino e aprendizagem são ações que devem ser realizadas para que o papel do professor e da escola seja alcançado.

Assim, cabe aos governos promover discussões sobre ações pedagógicas e valorizar o papel do professor na sociedade, pois, muitas vezes, a ação educacional não se consolida de forma integral devido à falta de preparo, tempo e material para que o professor, figura ímpar na esfera social, realize seu trabalho de forma plena.

2.5 Livros didáticos

O uso de materiais didáticos alternativos pode ser um fator importante para estimular a vontade de aprender e a aprendizagem pelos alunos. O recurso mais utilizado em sala de aula é o livro didático, material rico em concepções que serão transmitidas aos alunos.

Neste sentido, torna-se importante que este material seja analisado para podermos verificar se ele cumpre com seu papel de ser um facilitador do processo de ensino e aprendizagem.

A preocupação com os livros didáticos, no Brasil, inicia com a Legislação do Livro Didático, criada em 1938 pelo Decreto-Lei 1006 (FRANCO, 1992), pois o uso do livro didático já era visto como algo importante no ensino.

Pesquisadores vêm se dedicando a investigar a qualidade das coleções didáticas, denunciando suas deficiências e apontando soluções para melhoria de sua qualidade, como Mortimer (1988), Fracalanza (1993) e Pimentel (1998).

Na década de 1960 houve uma tendência a analisar os conteúdos dos livros didáticos privilegiando a denúncia do caráter ideológico dos textos (BITTENCOURT, 2004). Mas nos últimos anos há mudanças de abordagens, que integram reflexões de caráter epistemológico, essenciais para a compreensão da constituição das disciplinas e saberes escolares, ou seja, o livro passa de um mero instrumento de ensino para um manual rico em concepções.

Embora tenha ocupado um lugar de destaque ao longo da história da educação brasileira, os livros continuam a ser verdadeiros suportes no planejamento, organização e execução das aulas em muitas escolas. O Guia do Programa Nacional do Livro Didático (BRASIL, 2008) afirma que o livro didático brasileiro é uma das principais formas de documentação e consulta utilizada por professores e alunos, que acaba por influenciar o trabalho pedagógico e o cotidiano da sala de aula.

Desde 2006, através do Plano Nacional do Livro do Ensino Médio (2008), o governo distribui gratuitamente aos alunos matriculados na rede pública de ensino, livros de Biologia. O principal objetivo é proporcionar a todos os estudantes a oportunidade de utilizar um material complementar, de qualidade, em sala de aula e fora dela. Para Vasconcelos e Souto (2003) os livros didáticos são objetos pedagógicos importantes que dão suporte na formação dos cidadãos.

Segundo as orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2001) sugere-se que os professores utilizem diferentes linguagens para facilitar o aprendizado, como a linguagem verbal, musical, matemática e visual.

Sabe-se que a utilização dos livros didáticos ainda está em um formato de ensino baseado na memorização e em aulas unilaterais (professor fala e aluno escuta) modelo denominado de bancário (FREIRE, 1996). No ensino médio os alunos estão prestes a concluir uma importante etapa da sua formação social e cultural, portanto é necessário que o conhecimento seja construído de uma forma que auxilie o aluno na sua atuação na sociedade (BRASIL, 2000).

Segundo Bizzo (2000), a primeira avaliação oficial de livros didáticos realizada pelo PNLD ocorreu em 1996. De acordo com esse autor, vários livros, até aquele momento os mais vendidos aos governos estaduais e federal, foram

excluídos da lista dos aprovados quando erros graves conceituais foram apresentados à imprensa.

A partir de 1998, as editoras providenciaram as correções necessárias conforme critérios do programa, além de buscarem renovar seus livros didáticos com coleções novas e ainda com outros autores. Cho (2003) (apud Primon, 2005) coloca que o uso de conceitos incorretos nos livros didáticos pode dificultar a aprendizagem dos conteúdos de genética. Para Ferreira e Justi (2005) a abordagem de alguns conteúdos de genética nos livros didáticos dificulta a relação entre vários conceitos importantes, por exemplo, a molécula de DNA. Massabni e Arruda (2000) salientam a necessidade de verificar os conceitos apresentados nos livros didáticos, pois muitos apresentam erros conceituais.

Porém, se observa que o uso do livro didático, muitas vezes, é realizado tendo o mesmo como um guia para o ensino, um manual que deve ser lido e respondido por alunos e professores. Desta forma, o livro didático passa a ser o ator principal no cenário de ensino-aprendizagem, algumas vezes, mais significativo que o próprio professor. Gambarini e Bastos (2006) citam que muitos professores utilizam o livro didático como a principal ou única fonte de textos utilizados em sala de aula.

É importante que os alunos, ao se confrontarem com temas abstratos, como genes homólogos, possam construir o conhecimento com base no que foi estudado. Estes conceitos subsunçores precisam ser trabalhados para que novos conteúdos possam ser ancorados neles e, assim, a aprendizagem se torne significativa (MOREIRA, 1998). Quando o aprendizado ocorre de forma significativa o estudante é capaz de resgatar a informação em sua rede conceitual a aplicar na resolução da situação-problema (PRIMON, 2005).

Assim, os livros didáticos devem apresentar um formato que valorize a contextualização do conteúdo aproximando o tema do dia-a-dia do aluno, utilize recursos visuais atrativos que façam com que o aluno pense sobre o que está escrito, indique *sites* educativos para que o aluno explore o ambiente virtual para fins educacionais e apresente a possibilidade da execução de aulas práticas que proporcione, aos alunos e professores, momentos diferenciais na escola, estimulando o trabalho científico.

A presença de recursos diferenciais nos livros didáticos estimula a criatividade, o senso de crítica e questionamentos, facilitando a aprendizagem.

Alunos e professores precisam estar cientes de que aprender e ensinar genética envolve a capacidade de compreender e correlacionar conteúdos e, acima de tudo, precisa que os sujeitos do processo estejam dispostos a aprender (MOREIRA, 1998).

Desta forma, considerar a análise dos livros didáticos torna-se importante neste contexto, pois este é a principal fonte de informação ou talvez a única usada pelos professores.

3 METODOLOGIA E RESULTADOS

Esta seção apresenta alguns aspectos metodológicos da pesquisa e dois artigos como resultados da pesquisa.

3.1 Artigo 1

Esta pesquisa foi submetida à apreciação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria e somente foi executada após a aprovação, conforme a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. A carta de aprovação do CEP, os termos de consentimento livre e esclarecido e de confidencialidade, assim como os documentos enviados à 8ª Coordenadoria Regional de Educação (CRE) e à escola encontram-se nos anexos 1 a 5.

A presente pesquisa possui caráter qualitativo e quantitativo. Os dados foram coletados através da aplicação de um questionário para caracterização geral do grupo (anexo 6) e do uso de pré-teste (anexo 7), modelo didático (figura 1 do artigo 1 e anexo 8) e pós-teste (anexo 9).

Para a análise e interpretação dos dados foram comparados os resultados obtidos no pré e pós-teste.

As seções Materiais, Métodos, Discussão dos resultados e Referências, encontram-se no próprio artigo e representam a íntegra desta pesquisa.

Os resultados da pesquisa estão na íntegra e apresentados na forma de um artigo intitulado “Desenvolvimento e uso de um modelo didático para facilitar a correlação genótipo- fenótipo” – referência 618 RECC. Este artigo foi submetido para análise na Revista Electrónica Enseñanza de las Ciencias (ISSN 1579-1513 <http://www.saum.uvigo.es/recc/>). Nos anexos 7 e 9 encontram-se os pré e pós-teste utilizados nesta pesquisa.

Desenvolvimento e uso de modelo didático para facilitar a correlação genótipo-fenótipo

Daiana Sonego Temp e Marlise Ladvocat Bartholomei-Santos

Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências- Química da Vida e Saúde, Universidade Federal de Santa Maria, Brasil. E-mails: [daianatemp@yahoo.com.br.](mailto:daianatemp@yahoo.com.br), marliselbs@gmail.com

Resumo: O presente artigo apresenta os resultados obtidos em uma pesquisa com alunos do segundo ano do ensino médio em uma escola pública localizada na cidade de Santa Maria, RS, Brasil. O objetivo principal foi verificar se o uso de um modelo didático era uma forma diferencial e eficaz para auxiliar na aprendizagem de conteúdos de genética. A pesquisa utilizou as abordagens qualitativa e quantitativa e foi realizada através da aplicação de pré e pós-testes formados por uma questão aberta e questões de múltipla escolha. Os testes foram formulados com questões que englobavam diferentes conteúdos relacionados à genética. No período entre a aplicação dos testes foi utilizado o modelo didático. A análise do pré-teste mostrou que as principais dúvidas estavam relacionadas à identificação da estrutura cromossômica, genes e DNA; relações entre genótipo e fenótipo; identificação de genealogias e cálculos de probabilidade, conceitos e cariótipo. Após o uso do modelo didático observou-se que o mesmo foi eficiente com relação aos grupos relacionados às estruturas cromossômicas, interação genótipo e fenótipo e cariótipo, confirmando que o uso de modelos e práticas diferenciais de ensino são ferramentas importantes para a consolidação do aprendizado.

Palavras-chave: genética, ensino, modelo didático, aprendizagem.

Title: Development and utilization of a teaching model to facilitate genotype-phenotype correlation.

Abstract: This article presents the results of a survey of second year students of high school in a public school located in Santa Maria, RS, Brazil. The main objective was to determine whether the use of a didactic model was a differential and effective way to assist in learning the content of genetics. The research used qualitative and quantitative approaches through the application of pre and post testing consisting of an open question and multiple choice questions. The tests were made with different issues that included content related to genetics. The didactic model was used between the application of the two tests. The analysis of the pre-test showed that the main students difficulties were related to the identification of chromosome structure, genes and DNA; relationship between genotype and phenotype, identification of genealogy and calculations of probability concepts and kariotype. After using the didactic model, the post testing showed that it was effective with respect to the issues related to chromosomal structures, genotype, phenotype and kariotype. The use of differential models and practices of teaching are important tools of consolidation of learning.

Keywords: genetics, teaching, didactic model, learning.

Introdução

A aprendizagem em biologia é um desafio para os professores de diferentes séries dos ensinos fundamental e médio. Entender e relacionar um grande número de conceitos exige dos alunos ampla capacidade de abstração e entendimento de diferentes conteúdos para chegar a um conceito.

O conteúdo de genética é problematizador porque envolve o saber matemático (cálculos de probabilidade), capacidade de interpretação de textos, conhecimentos químicos e biológicos. Desta forma, é frequente a desmotivação do aluno frente aos novos desafios que enfrentará para apreender o tema por não conseguir realizar estas interações necessárias para o entendimento do mesmo. Diariamente a mídia coloca ao dispor da população conteúdos relacionados à genética, porém os conceitos não foram assimilados de forma correta, pela população em geral, levando ao entendimento errôneo ou equivocado do que está sendo apresentado.

Autores como Barbosa (2008), Moreira e Silva (2001), Castelão e Amabis (2008) colocam que o ensino e a aprendizagem na área de genética em turmas do ensino médio têm sido dificultados pelo alto nível de abstração desta ciência e pela falta de recursos didáticos que facilitem o mesmo, levando ao desinteresse e a desmotivação dificultando a contextualização e compreensão nos diversos temas de genética. Os alunos têm dificuldade na aprendizagem, também, porque os conceitos não fazem parte do mundo concreto deles, sendo difícil compreender estruturas tão abstratas e complexas, como genes, genótipo, síntese de proteínas, entre outros.

Assim, Moreira e Silva (2001) afirmam que compreender genética implica em possuir um bom conhecimento prévio de divisão celular, noções de probabilidade e relacionar de forma adequada estes conhecimentos ao que vai sendo apresentado. Giordan e Vecchi (1996) ressaltam que, embora as questões referentes ao DNA tenham sido rapidamente incorporadas ao currículo do ensino médio, os estudantes parecem confusos em relação aos conceitos envolvidos.

Para Gardner (1995) as mensagens precisam ser transmitidas através de diferentes formas, alcançando um maior número de alunos. O autor coloca, ainda, que todo tipo de aprendizagem que exige relação com lógica e matemática precisa que o aluno tenha a inteligência lógico-matemática bem desenvolvida, caso contrário apresentará dificuldades de compreensão que poderão ser diminuídas com o uso de recursos diferenciados para que ocorra o aprendizado, como recursos visuais e auditivos. Desta forma, a escola que prioriza um único modelo de ensino deixa escapar grande número de habilidades que não foram contempladas, pois os alunos apresentam diferentes formas de aprendizagem que, na maioria das vezes, não são incentivadas durante a vida escolar. Ainda hoje o ensino permanece sendo desenvolvido pela simples transmissão do conhecimento, distanciando das propostas didáticas apresentadas como ideais, nas quais o aluno deve ser exposto a práticas didáticas diferenciais de aprendizagem e participar na construção do conhecimento.

Para que a construção do aprendizado ocorra torna-se necessário contextualizar o conteúdo, realizar aulas práticas, melhorar a didática do professor, investir no preparo do aluno e usar recursos como os modelos didáticos.

Gagné (1976) coloca que o processo de aprendizagem se realiza quando a situação estimuladora afeta de tal maneira o aprendiz que o desempenho por ele

apresentado antes de entrar em contato com esta situação se transforma. A prática de atividades que visam auxiliar na aprendizagem de diferentes conteúdos em biologia é considerada essencial como facilitadora no processo de ensino-aprendizagem, pois estimula e considera os diferentes tipos de aprendizagem apresentadas pelos alunos.

Vários autores, como Gardner (1995), Blumke (2002) apud Santos (2008), Waterman (1998), Kramer (2002) apud Schultz (2005), Brito *et al.* (2005) e Miranda (2001), apontam o uso dos modelos didáticos e outras atividades lúdicas como ferramentas essenciais e eficientes na facilitação do aprendizado nas diferentes áreas da biologia, principalmente em temas relacionados à genética que exigem abstração e conhecimento de diferentes conceitos.

É importante que os conceitos de genética sejam bem compreendidos. Para que isto ocorra o professor deve auxiliar através de novas metodologias, como os modelos didáticos que causam prazer e são uma ferramenta eficiente para que o conhecimento seja construído.

Com o uso de modelos didáticos o aluno sente-se estimulado e tem condições de desenvolver, normalmente, o processo de construção do conhecimento com sucesso, portanto, ocorre aprendizagem. Assim, o uso de modelos é visto não como uma simples montagem e um conjunto de resultados, mas como um momento de trabalho, reflexão, análise, questionamento, interpretação, troca de ideias, tomada de decisões e conclusões (Brito *et al.*, 2005). Para Miranda (2001) o fato de o jogo ser divertido e prazeroso caracteriza-se como uma das formas mais eficazes de ensino, podendo ser utilizado como uma estratégia para melhorar o desempenho dos estudantes em conteúdos mais complexos.

De acordo com Becker (2003) o indivíduo interage com o mundo formando um fenótipo único. Isto é, em uma sociedade não há dois indivíduos iguais nem devido à herança genética nem devido às interações desse indivíduo com seu entorno social. Então é papel da escola e do professor respeitar estas diferenças e proporcionar aos alunos diferentes formas de aprendizagem.

A escola é o meio principal onde a aprendizagem acontece. Neste ambiente os alunos são expostos a diferentes conceitos e precisam aprender os mesmos, muitas vezes, de forma memorística e desvinculada da realidade. Para Vigotsky (2001) a escola é essencial para auxiliar o aluno na formulação de novos conhecimentos, assim, é o lugar onde a intervenção pedagógica desencadeia o processo de ensino-aprendizagem, e é papel de o docente provocar avanços nos alunos. Em especial, o professor de biologia tem o importante papel de ser o mediador entre o aluno e o conhecimento sobre as características vitais e as relações entre estes alunos e o ambiente.

Para Gadotti (1997) ensinar é inserir-se na história, não é só estar na sala de aula, mas num imaginário político mais amplo. A criança e mesmo o jovem apresentam uma resistência à escola e ao ensino porque, acima de tudo, a escola não é lúdica, não é prazerosa. Encontra-se nos parâmetros curriculares nacionais (1999) do ensino médio que é papel da escola e do professor fazer com que o aluno tome gosto pelo conhecimento e aprenda a aprender.

Assim, o objetivo deste trabalho foi verificar se o uso de um modelo didático, de baixo custo e fácil confecção, era eficaz como forma de auxiliar na aprendizagem de diferentes conteúdos de genética e suas interrelações.

Procedimentos Metodológicos

Para o desenvolvimento desta pesquisa foram utilizadas as abordagens qualitativa e quantitativa segundo Ludke & André (1986).

Participaram da pesquisa 73 alunos, de três diferentes turmas, matriculados no segundo ano do ensino médio no ano de 2010, turno manhã em uma escola pública localizada na cidade de Santa Maria, RS, Brasil. Dos participantes, 26 eram do sexo masculino e 47 do sexo feminino, 52 alunos estavam na faixa etária de 14 a 16 anos e 21 alunos na faixa de 17 a 18 anos. Com relação à reprovação, apenas 13 alunos estavam cursando, novamente, o segundo ano do ensino médio.

Referente aos critérios éticos, os sujeitos e seus responsáveis assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido garantindo o sigilo das informações e o seu anonimato, conforme orientações da resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, do Ministério da Saúde. A pesquisa teve início após a aprovação do projeto pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria (CAAE 0148.0.243.000-10).

A pesquisa foi realizada em três fases, entre os meses de setembro e novembro de 2010. Em um primeiro momento foi realizada a aplicação do pré-teste (Tabela 1) aos alunos participantes. O pré-teste era composto por 10 questões, uma discursiva e nove objetivas, que exploravam conceitos relacionados à genética. Esta etapa ocorreu após a professora regente das turmas ter ministrado o conteúdo em sala de aula.

Questão	Assunto abordado
01	Cite 5 palavras que lhe vem à mente sobre genética
02	Identificação de conceitos relacionados à genética
03	Identificação do cariótipo humano
04	Dominância e recessividade
05	Herança autossômica recessiva apresentada em genealogia
06	Cálculo de probabilidade
07	Relação entre genótipo, meio e fenótipo
08	Ação do ambiente como fator de alteração do fenótipo
09	Conceitos básicos: homocigoto, heterocigoto, recessivo
10	Regras de probabilidade

Tabela 1: Assuntos de genética abordados nas questões componentes do pré-teste.

Na segunda fase houve a utilização do modelo didático com os alunos. Este modelo foi desenvolvido com base na avaliação dos resultados do pré-teste, onde surgiram cinco categorias como representantes das maiores dificuldades apresentadas pelos estudantes. Já no terceiro momento ocorreu a aplicação do pós-teste (Tabela 2) composto por 5 questões objetivas que tratavam dos temas encontrados como os mais difíceis pelos alunos.

O período de espaço entre a aplicação do modelo didático e do pós-teste foi de 33 dias. O tempo disponível para a execução dos testes e do modelo didático foi de 45 minutos para cada tarefa.

Questão	Assunto abordado
01	Genealogia e cálculos de probabilidade
02	Relação entre cromossomo, gene e DNA
03	Conceitos relacionados à genética e ação dos genes
04	Relação entre genótipo, meio e fenótipo
05	Relação entre gene, cromossomo e DNA

Tabela 2: Assuntos de genética abordados nas questões componente do pós-teste.

Descrição do modelo didático

Após a análise dos dados do pré-teste, cinco pontos principais foram apontados como as principais dificuldades apresentadas pelos alunos: identificação de genes, cromossomos e dupla hélice (grupo 1); cromossomos presentes aos pares, identificação sexual (grupo 2); montagem, identificação de genealogias e probabilidade (grupo 3); interação genótipo + meio = fenótipo (grupo 4) e conceitos (grupo 5).

O modelo didático desenvolvido é composto por 47 cromossomos simples, com 10 cm de altura, confeccionados em E.V.A (etil vinil acetato) amarelo e preto. No lado amarelo 22 cromossomos apresentavam a letra A e 22 cromossomos a letra a (representando genes alelos em um cromossomo), dois cromossomos tinham a letra X e um cromossomo a letra Y (representando os cromossomos sexuais) (Figura 1). Para complementar o modelo foi montado um pôster composto por diferentes figuras que buscavam exemplificar os temas propostos a serem trabalhados.

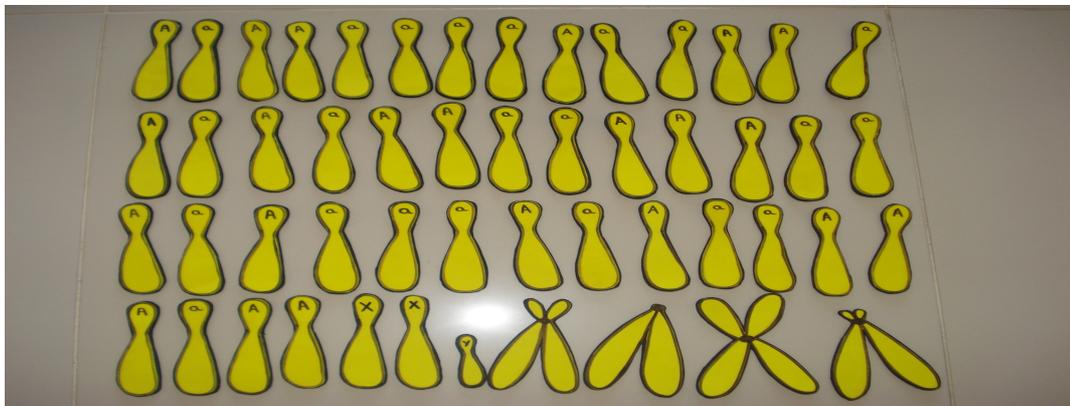


Figura 1: Modelo didático desenvolvido e aplicado após a análise dos resultados do pré-teste.

Aplicação do modelo didático

O uso do modelo didático e do pôster foi dividido em três partes:

1. Aleatoriamente, cada aluno retirou, de dentro de uma caixa, um par de cromossomos que apresentavam as letras A ou a. Os alunos deveriam identificar o genótipo (homozigoto dominante AA, heterozigoto Aa ou homozigoto recessivo aa) e o fenótipo que seria expresso (normal ou albino). Após a identificação do genótipo e fenótipo eles deveriam escolher, dentro de uma caixa, a figura representante do fenótipo: pessoa normal ou albina.

Nesta primeira fase trabalharam-se conceitos como a diferença entre genótipo e fenótipo, a noção de que os genes estão contidos nos cromossomos,

recessividade, dominância, alelo, homozigoto, heterozigoto, cromossomos homólogos, relação genótipo-fenótipo.

2. Utilizando o material que os alunos tinham recebido, foi pedido que os mesmos levantassem e ficassem lado a lado com um cromossomo em cada mão. A professora regente participou desta etapa demonstrando os cromossomos sexuais X e Y. Assim, ficou demonstrado o cariótipo humano composto por 44 cromossomos autossomos e dois sexuais (a professora trocou um dos cromossomos X pelo Y para poder representar os dois cariótipos). Com este modelo, pode-se representar os cariótipos masculino e feminino além de trabalhar conceitos como cromossomos homólogos, cromossomos aos pares (um oriundo do pai e outro da mãe), heranças relacionadas ao sexo, heranças autossômicas.

3. Uso do pôster (anexo 8): as figuras presentes no pôster serviram como uma fonte para auxiliar na abordagem dos temas que não foram contemplados com o uso do modelo. As figuras foram utilizadas para trabalhar diferentes temas como: estrutura cromossômica, cariótipo humano, relação entre genes, proteínas, meio ambiente e fenótipo.

Procedimentos de análise dos testes

A análise foi realizada através da comparação das respostas corretas e incorretas apresentadas no pré e pós-teste usando estatística descritiva para realizar a comparação, além da categorização das respostas apresentadas na questão aberta.

Para facilitar a análise, as questões objetivas foram divididas em cinco grupos. Os grupos foram divididos da seguinte forma: grupo 1 (identificação de genes, cromossomos e DNA); grupo 2 (cromossomos aos pares e cariótipo); grupo 3 (genealogia e cálculo de probabilidade); grupo 4 (interação genótipo + meio = fenótipo) e grupo 5 (conceitos). A Tabela 3 apresenta as questões, do pré e pós-teste, formadoras dos grupos.

Grupo	1	2	3	4	5
Questões pré-teste	2.2; 2.3; 2.4	3	4; 5; 6; 10	7; 8	2.1; 2.5; 2.6; 6; 9
Questões pós-teste	2; 5a; 5b; 5c; 5e	5d	1	4	1; 3

Tabela 3: Questões agrupadas conforme similaridade de ideias para análise e comparação dos resultados entre pré e pós-testes.

As respostas da questão número 1, do tipo aberta, do pré-teste foram categorizadas nos seguintes grupos: conteúdo, sentimento, história, ação, adjetivo, área do conhecimento e uso.

Resultados e discussão

O entendimento dos conteúdos relacionados à genética exige dos professores e alunos empenho e motivação para que os mesmos sejam compreendidos de forma significativa.

Os resultados desta pesquisa mostram que a grande maioria dos alunos (63) nunca estudou conteúdos relacionados à genética no ensino fundamental. Com

relação aos alunos que já tinham visto algum conteúdo, os temas apontados foram probabilidade, hereditariedade, genótipo, fenótipo, gene, DNA, RNA, dominância, cruzamentos, grupos sanguíneos e genoma.

Ao serem perguntados sobre atividades diferenciais utilizadas pelos professores para trabalhar o conteúdo de genética, apenas seis alunos, entre 73, citaram atividades como o uso de cartazes, massa de modelar e retroprojektor.

Um estudo em São José do Rio Preto (SP, Brasil) com 586 pessoas na faixa etária de 18-81 anos mostrou dados preocupantes com relação ao conhecimento sobre genética: 40,5% afirmaram não saber o que é genética, 48,2% desconheciam o que era um organismo transgênico e menos de 30% soube citar uma doença de origem genética (Andrade et. al., 2004).

Em um estudo realizado por Justina e Ripel (2003) alunos do ensino médio tiveram dúvidas com relação à presença de informação genética em alguns grupos de seres vivos. Entre os pesquisados, apenas 20,34% responderam que os vegetais apresentam genes e somente 8,47% assinalaram que os vírus são portadores de material genético. Quando perguntados onde o DNA está localizado a grande maioria respondeu que somente nas células sexuais. Estes dados mostram que os alunos ainda não conseguem relacionar informação genética como uma característica inerente aos seres vivos e presente em todas as células, não apenas nos gametas.

Resultados semelhantes foram encontrados por Silveira e Amabis (2003) com alunos concluintes do ensino médio. Segundo os autores os alunos sabem que os gametas possuem cromossomos e genes, reconhecem os cromossomos em um desenho esquemático da célula, porém, muitos não compreendem que todas as células apresentam informação genética.

Sobreira e Rocha (2009) coletaram dados com 80 alunos do ensino médio, entre eles a maioria considera o estudo da genética como útil para a sua vida, porém metade deles não conseguia aplicar o que estuda ou ao menos aprender os temas trabalhados.

Estes dados mostram que, mesmo estando ou após cursar o ensino médio ou superior, os alunos continuam com concepções errôneas ou equivocadas com relação à genética.

Categorização das respostas

Na questão aberta os alunos deveriam escrever as primeiras cinco palavras que lhes viessem à mente relacionada à genética. As respostas estão demonstradas na forma de tabelas e gráficos e foram divididas em cinco categorias: categoria 1- conteúdo; categoria 2- história; categoria 3- ação; categoria 4- adjetivos e categoria 5- utilidade.

A categoria conteúdo foi dividida em quatro subcategorias: nível celular (Figura 2), conceitos (Figura 3), parentesco (Figura 4) e conteúdo (Figura 5).

A subcategoria nível celular foi a mais citada dentro da categoria conteúdo e a palavra gene foi lembrada por 29 alunos, demonstrando que devido ao uso frequente do termo durante todo o conteúdo de genética os alunos associam rapidamente o termo à disciplina.

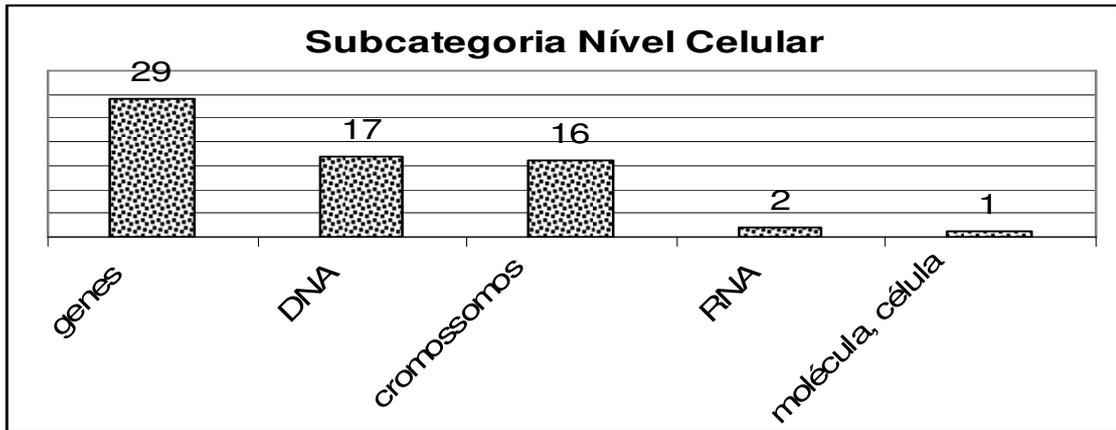


Figura 2: Frequência absoluta de palavras citadas, enquadradas na subcategoria nível celular, no pré-teste.

Da mesma forma, na subcategoria conceitos (Figura 3) os termos genótipo e fenótipo foram os mais citados, pois são palavras utilizadas continuamente durante as aulas.

Estes dados não precisam, necessariamente, estarem relacionados ao conhecimento sobre o significado dos termos, e muitas vezes, os alunos desconhecem o conceito correto e sua aplicabilidade, mas recorrem à memória e relembram os conceitos mais interligados à disciplina. Giordan e Vecchi (1996) enfatizam que praticamente todos os alunos escrevem ou falam algo sobre genética, porém a terminologia científica é confundida, mostrando que não ocorreu aprendizagem significativa.

Percebeu-se nos resultados do pré-teste que os alunos, normalmente, tinham um conhecimento equivocado com relação a genótipo, fenótipo e as relações com o meio. Os resultados do pré-teste mostraram que, geralmente, os alunos não conseguem realizar a relação correta dos termos, pois para muitos deles, o genótipo se modifica pela ação do meio e as mudanças podem ser reversíveis.

Ideias relativas à herança de caracteres adquiridos aparecem, com frequência, nas respostas dos alunos e, também, nas falas de alguns professores de biologia. Este fato é preocupante e os professores precisam compreender o processo evolutivo para poder ensinar conceitos corretos livres de falsas concepções.

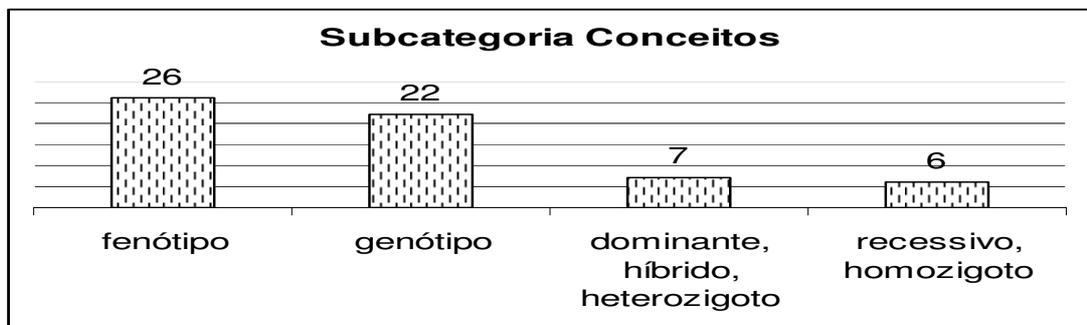


Figura 3: Frequência absoluta de palavras citadas, enquadradas na subcategoria conceitos, no pré-teste

De forma semelhante à subcategoria parentesco (Figura 4), observou-se na subcategoria conteúdo (Figura 5) uma maior heterogeneidade de palavras, a maioria delas apresentando baixa frequência. Com relação à subcategoria conteúdo a palavra mais citada foi diíbrido. Acredita-se que este fato esteja relacionado ao conteúdo que os alunos estavam estudando no momento do pré-teste, pois os mesmos estavam resolvendo exercícios que envolviam a herança de mais de uma característica simultaneamente.

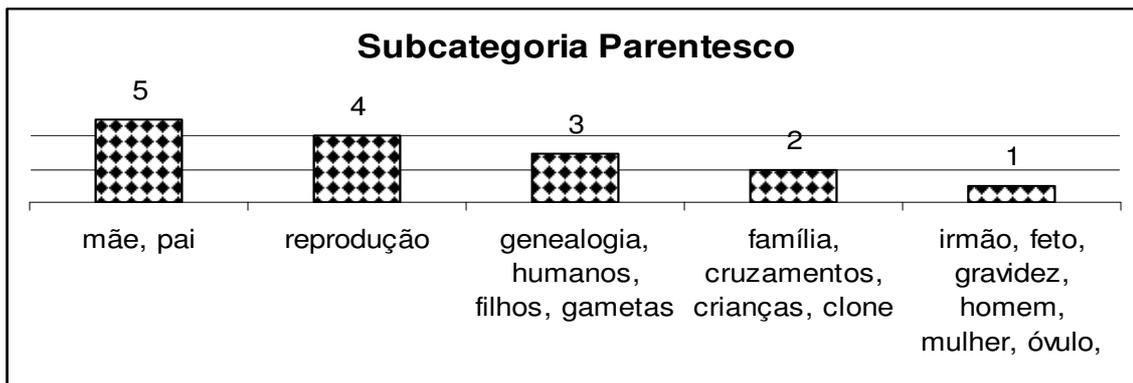


Figura 4: Frequência absoluta de palavras citadas, enquadradas na subcategoria parentesco, no pré-teste

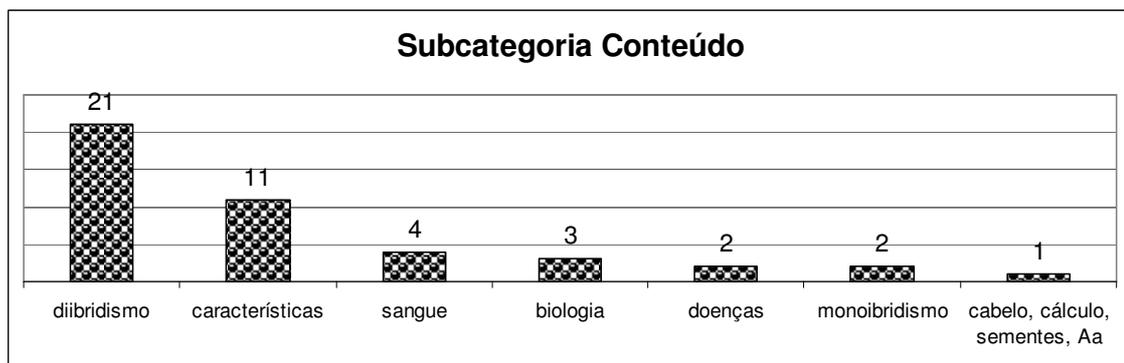


Figura 5: Frequência absoluta de palavras citadas, enquadradas na subcategoria conteúdo, no pré-teste

Na categoria história (Tabela 4) a palavra mais citada foi Mendel, personagem importante na história da genética, por ter sido o primeiro a postular as leis da hereditariedade. O professor, ao relatar a história de Mendel, cria no aluno a noção de que aquele conhecimento foi escrito e divulgado por uma pessoa que estudou, pesquisou e testou suas experiências. A inserção da história da ciência nas aulas de Biologia é uma questão imprescindível para despertar nos estudantes a curiosidade e o desenvolvimento do espírito científico. Conhecer a história, os passos, erros e acertos que ocorreram até se chegar a um conhecimento faz com que os estudantes vejam os cientistas como pessoas normais, passíveis de erro. Também colabora para que os alunos deixem a visão de que o conhecimento científico é inquestionável, mostra a relação entre a ciência e a sociedade, a percepção da ciência como atividade humana, a falibilidade dos cientistas, entre outros (Prestes e Caldeira, 2009).

Palavra	Número de vezes que foi citada
Mendel	08
Ervilhas	03

Tabela 4: Palavras citadas na categoria História.

O conteúdo de genética é geralmente considerado pelos alunos como difícil, ruim, sem utilidade e complicado. Durante as aulas, percebe-se a impaciência de muitos e a dificuldade em compreender e relacionar o que está sendo pedido pelo professor. Na categoria ação a palavra mais citada foi gostar, porém numa baixa frequência. (Tabela 5).

Palavra	Número de vezes que a classe foi citada
Estudo	01
Gostar	03
Concentração, odiar	02
Raciocínio, atenção	02

Tabela 5: Palavras citadas na categoria Ação.

Na subcategoria adjetivos (Tabela 6) a palavra mais lembrada foi difícil. É consenso que o aprender e ensinar genética, para muitos alunos e professores, requer muito estudo e o desenvolvimento de habilidades de associação, bem como interpretação de textos e matemática. Todo este complexo de relações acaba tornando o conteúdo mais complexo para a aprendizagem.

Palavra	Número de vezes que a Classe foi citada
Profundo, diferente, ruim	01
Detalhista, importante, chata	02
Difícil	10
Legal, complicado	05
Útil, novidade, divertida	01
Fácil, interessante	03

Tabela 6: Palavras citadas na categoria Adjetivos.

A última categoria, utilidade (Tabela 7), apontou o termo vida como a associação mais lembrada. Ao trabalhar genética fala-se em gametas, cromossomos, síndromes, filhos, pai, mãe, genitores. Estes termos estão associados aos seres vivos, devido a isto a palavra vida foi a mais lembrada.

Palavra	Número de vezes que a classe foi citada
Vida	04
Pesquisa	03
Laboratório	01

Tabela 7: Palavras citadas na categoria Utilidade.

Uso do modelo didático

O uso do modelo didático proposto é uma ferramenta que pode auxiliar na aprendizagem de conceitos básicos para a compreensão das diversas relações

existentes nos conteúdos relacionados à genética. Para Mello *et al* (1997) os surpreendentes avanços da genética colocam o ensino da disciplina em uma posição de destaque, com importantes implicações nas questões sociais e éticas e também de saúde pessoal e pública.

Muitas vezes estudantes, e mesmo professores, se deparam com a difícil tarefa de compreender e correlacionar diferentes conceitos, oriundos de áreas distintas, para chegar à resposta correta pedida em um determinado exercício. A utilização de métodos de ensino alternativos e lúdicos poderia facilitar a construção dessas correlações. Nesse sentido, foi desenvolvido e aplicado um modelo didático para facilitar a compreensão de temas relacionados à genética, os quais frequentemente são considerados difíceis pelos alunos.

Krasilchik (2004) coloca que reconhecendo as dificuldades em trabalhar alguns conceitos do conteúdo de biologia com os alunos do ensino médio, é importante lançar mão de ferramentas alternativas que auxiliem na construção do conhecimento. Da mesma forma, O'Donnel apud Shaheen (2010) coloca que o desenvolvimento da criatividade é o objetivo mais importante do século XXI.

A análise dos dados coletados no pré-teste e no pós-teste realizados antes e após a aplicação do modelo, respectivamente, mostrou que a utilização de um modelo didático simples e barato foi eficiente para auxiliar na aprendizagem de alguns temas básicos relacionados ao conteúdo de genética. Deve ser enfatizado que o pré-teste foi aplicado após a professora regente da disciplina ter ministrado a parte do conteúdo de genética referente aos questionamentos.

Para facilitar a análise dos dados, as questões apresentadas aos alunos nos testes foram divididas em cinco grupos, de acordo com o tema.

Após a análise dos resultados observou-se que o uso do modelo didático, desenvolvido com base nos resultados do pré-teste, se mostrou eficaz em relação aos grupos 1, 2 e 4 e ineficiente em relação aos grupos 3 e 5.

Com relação ao grupo 1 (identificação de genes, cromossomos e dupla hélice) pode-se observar que ocorreu um aumento de 18,9% de respostas corretas ao serem confrontados os dados do pré e pós-teste (Figura 6). De forma inversa, decresceu em 27,1% (Figura 6) o número de alunos que respondeu, de forma errônea, no pré-teste, as questões relativas ao grupo um. Estes dados mostram que o modelo utilizado pode ter auxiliado em relação a este grupo de questões, pois os alunos puderam observar, trocar informações e discutir sobre conceitos que, muitas vezes, são aprendidos mecanicamente, sem ocorrer uma aprendizagem significativa.

O grupo 1 é composto por conceitos subsunçores que são importantes para o entendimento da biologia como um todo. Compreender, conseguir relacionar e abstrair estes conceitos é um passo decisivo e crucial para a aprendizagem de divisão celular, mutação, herança de características, entre tantos outros.

Estudo mostrou que temas específicos, como o DNA, são muito mal compreendidos pelos estudantes. Da mesma forma, na Europa estudantes na faixa etária de 13-18 anos apresentam ideias confusas sobre temas na área da genética, projeto genoma, clonagem, DNA, etc. (Ferreira e Justi, 2005).

Resultado semelhante foi encontrado por Marrero e Maestrelli (2001) com 250 alunos da área da saúde da UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina), Brasil, onde os alunos definiam corretamente os termos DNA, cromossomos e genes, porém 16% destes alunos não conseguiram fazer a relação entre estes

conceitos. Este fato demonstra que o conhecimento memorístico está presente nos diferentes níveis educacionais, devendo os professores e a escola, como um todo, refletir e agir na busca de alternativas que promovam a aprendizagem de forma significativa pelos estudantes.

Com o uso do modelo didático proposto os alunos puderam visualizar, de forma diferencial, a relação entre estes termos. Muitas vezes este conteúdo é trabalhado, apenas, decorando o conceito base (significado) e a função dentro do contexto em estudo, não realizando a interrelação necessária para que o entendimento ocorra de forma que o aluno consiga interligar e visualizar estas estruturas na célula.

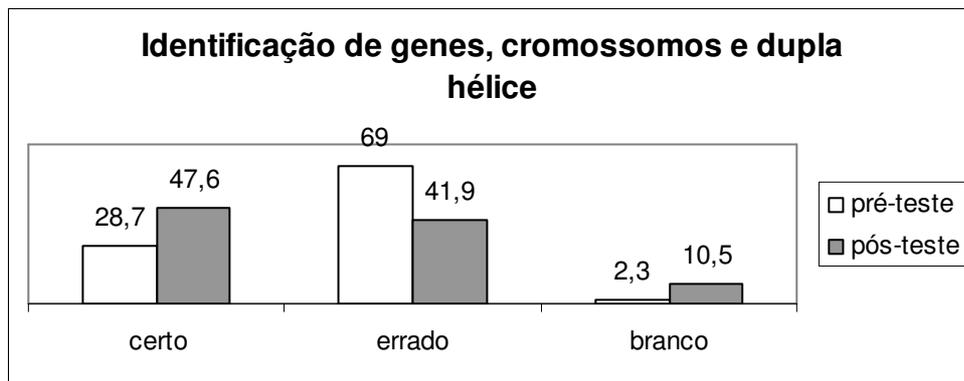


Figura 6: Porcentagens de respostas corretas, erradas e em branco nos pré e pós-testes do grupo de conceitos "identificação de genes, cromossomos e dupla hélice".

Da mesma forma, o grupo de conceitos 2 (cromossomos presentes aos pares em células diploides e identificação sexual) também apresentou aumento no número de respostas corretas (Figura 7). Percebeu-se, durante a análise do pré-teste, que os alunos apresentavam dificuldade em compreender que nas células diploides os cromossomos ocorrem aos pares (cromossomos homólogos), sendo um de origem materna e o outro de origem paterna. Com relação aos cromossomos sexuais, os alunos não apresentaram muita dificuldade na compreensão e identificação do sexo masculino e feminino.

O modelo didático utilizou, para facilitar a aprendizagem dos conceitos do grupo 2 a montagem dos cariótipos masculino e feminino, com os cromossomos em E.V.A., assim, os alunos puderam visualizar, mais claramente, os conceitos ao qual o modelo se propunha a auxiliar na aprendizagem.

Para Giacoia (2006) em vista da importância da genética para a alfabetização científica dos alunos, fica evidente e indiscutível a necessidade da melhoria das técnicas de ensino de genética.

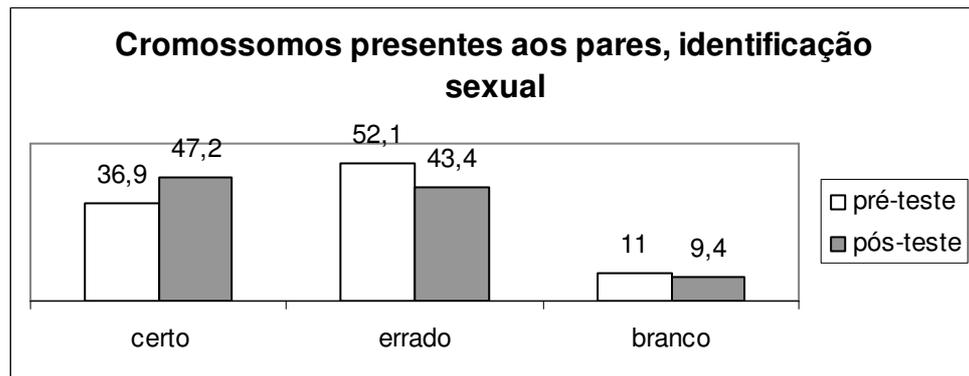


Figura 7: Porcentagens de respostas corretas, erradas e em branco nos pré e pós-testes do grupo de conceitos "cromossomos aos pares, identificação sexual".

O uso do modelo didático não se mostrou eficiente para auxiliar na aprendizagem dos conceitos relativos ao grupo 3 (montagem, identificação de genealogia e probabilidade), pois ocorreu o aumento de 18% de respostas erradas no pós-teste (Figura 8). O grupo 5 (conceitos gerais) também apresentou aumento no número de respostas erradas, assinalando que o modelo não auxiliou na construção da aprendizagem (Figura 9).

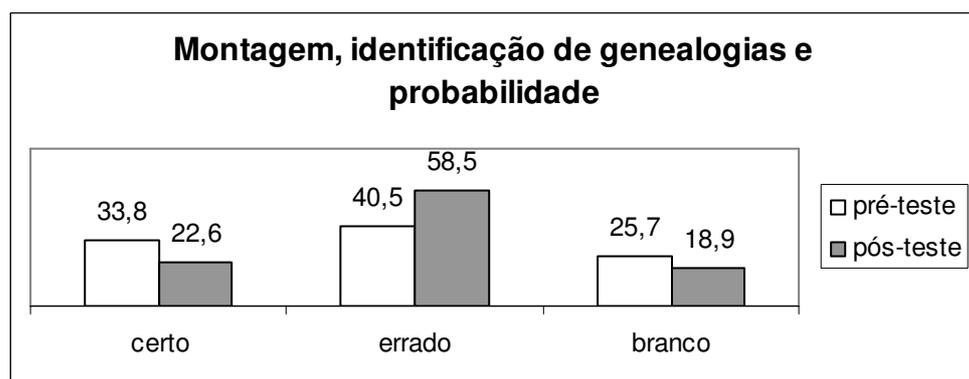


Figura 8: Porcentagens de respostas corretas, erradas e em branco nos pré e pós-testes do grupo de conceitos "montagem, identificação de genealogias e probabilidade".

Com relação ao grupo 3 (montagem, identificação de genealogia e probabilidade) o uso do modelo didático não foi suficiente para a facilitação da aprendizagem. O tempo disponível para o trabalho (45 minutos) se mostrou insuficiente para que pudessem ser abordados, de forma mais específica, os cálculos de probabilidade e identificação e genealogias. Para Boneti (2006) os temas, os conteúdos, as relações entre conteúdos e disciplinas, a metodologia, enfim, as aprendizagens oferecidas são, muitas vezes, incoerentes, desatualizadas, fragmentadas e seletivas.

Desta forma, seria interessante que, de forma interdisciplinar, os professores de biologia e matemática trabalhassem os cálculos e problemas em ambas as disciplinas, facilitando para o aluno o aprendizado, pois o conhecimento sobre o significado de conceitos básicos e a aplicabilidade das regras de probabilidade são de fundamental importância para a resolução e compreensão dos problemas de genética, assim como a capacidade de montar e interpretar genealogias. Estes conceitos podem ser considerados como subsunçores dentro da disciplina de genética.

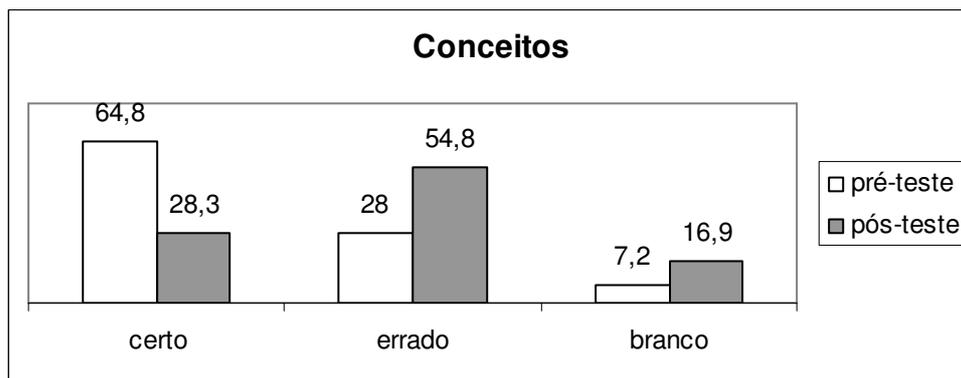


Figura 9: Porcentagens de respostas corretas, erradas e em branco nos pré e pós-testes, relativas a conceitos de genética.

Com relação ao grupo 5 (conceitos) percebeu-se que ocorreu decréscimo no número de acertos no pós-teste, mesmo após o uso do modelo com os alunos. Este resultado é importante, visto que mostra que a aprendizagem não foi consolidada, pois em menos de dois meses, os alunos esqueceram ou confundiram os conceitos estudados. Portanto, em relação aos conceitos avaliados, é necessário repensar e desenvolver uma nova forma de tornar esta aprendizagem significativa para o estudante. À medida que os estudantes conseguem relacionar a natureza química dos genes e sua expressão, fica mais fácil entender o mecanismo da hereditariedade (Lewis apud Paiva e Martins, 2005).

A falta de interconexão entre conteúdos que se complementam como a divisão celular e outros conceitos de genética, faz com que os estudantes cheguem ao ensino superior sem as noções adequadas sobre esses assuntos (Salim et. al apud Dentillo, 2009). Em relação a este resultado, é necessário repensar e desenvolver uma nova forma de tornar esta aprendizagem significativa para o estudante.

Em uma pesquisa realizada com alunos do ensino médio, Loreto e Sepel (2003) encontraram que pequena parcela dos alunos apresentava um conhecimento mais acadêmico sobre DNA, sendo que a maioria destes respondeu que não comeriam alimentos que contenham DNA. Os autores enfatizam que há uma grande diferença entre ter o conhecimento (memorização) e saber aplicá-lo (aprendizagem significativa).

As aulas de genética estão alicerçadas em um modelo de transmissão de conhecimento, onde o professor mostra uma possível combinação de letras e cálculos de probabilidade não havendo a preocupação em que o aluno compreenda a natureza das estruturas às quais está sendo exposto.

Os resultados obtidos no grupo quatro (interação genótipo+meio= fenótipo) mostraram que o uso do modelo foi eficiente na compreensão e aprendizagem dos conceitos de genótipo e fenótipo. Durante a análise do pré-teste verificou-se que os alunos apresentam erros conceituais e dificuldade na compreensão deste grupo de questões.

Após a utilização do modelo proposto, observou-se que ocorreu aumento de 16,4% de respostas corretas (Figura 10). Durante a aula este foi o momento onde ocorreu maior participação dos alunos.

Dentro do estudo de genética e evolução observa-se que os alunos e alguns professores apresentam dúvidas com relação à ação do meio para a expressão fenotípica, herdabilidade de caracteres e a diferença entre DNA-genes-cromossomos, assim como suas funções na transmissão das características hereditárias.

O tema do grupo 4, abordado de duas formas diferentes no pré-teste (uma que cobrava a memorização de conceitos e outra que exigia o conhecimento do conteúdo e a aplicabilidade de forma contextualizada) mostrou que, muitas vezes, o mesmo aluno acertava a primeira questão e errava a segunda. Este resultado mostra a ocorrência da aprendizagem mecânica em detrimento de uma aprendizagem mais significativa para o estudante. Para Scheid e Ferrari (2006) este é o resultado de um ensino descontextualizado baseado na memorização.

Durante o uso do modelo pode-se observar que os alunos demonstravam compreender as relações entre os conceitos de forma diferente. Muitas vezes, percebeu-se que conceitos equivocados eram falados pelos estudantes ao comentarem os exemplos.

Assim, o modelo se mostrou eficiente ao mostrar que o fenótipo pode ser alterado pela ação do meio, mas o genótipo só sofre modificações quando o material genético (DNA) é modificado.

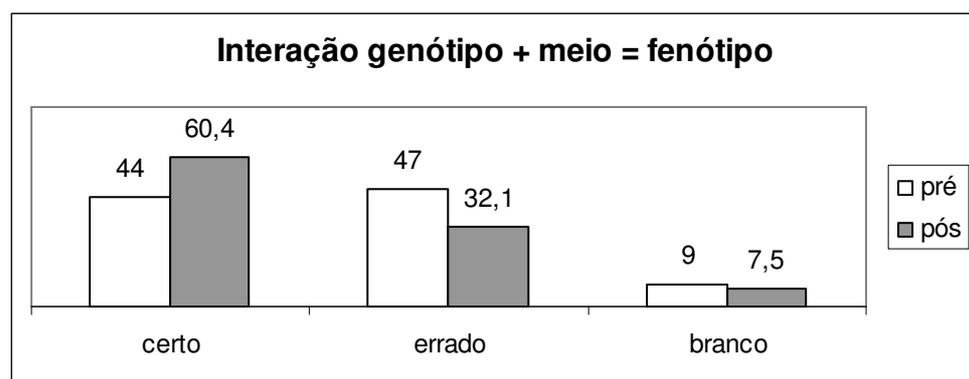


Figura 10: Porcentagens de respostas corretas, erradas e em branco nos pré e pós-testes, relativas à interação genótipo + meio = fenótipo.

Conclusões

Observou-se que os estudantes apresentam dificuldade em compreender muitos conteúdos relacionados à genética. Este fato está relacionado à existência de diversas interrelações entre conteúdos e disciplinas, o que, normalmente, não é trabalhado em sala de aula, como por exemplo, a estreita interação entre os processos de síntese de proteínas e expressão do fenótipo.

O uso de metodologias alternativas, como os modelos didáticos, são formas eficazes para auxiliar a aprendizagem quando os conteúdos são abstratos e exigem que alunos e professores possuam capacidade de abstração e imaginação.

Assim, o uso do modelo proposto se mostrou uma forma eficiente para trabalhar conceitos e relações dentro do conteúdo de genética. Devido ao pouco tempo disponível para a utilização do mesmo alguns pontos não foram

satisfatórios, mas deve-se repensar a forma de utilização para que os alunos possam ser auxiliados no entendimento do conteúdo.

Escola, professores e alunos precisam buscar e utilizar novas metodologias de ensino para que os estudantes, ao saírem da escola, sejam capazes de opinar sobre temas importantes demonstrando concepções corretas e entendimento do assunto.

Cabe ao professor e à escola modificar sua prática de ensino-aprendizagem para que seus alunos possam compreender o que está sendo ensinado e a partir deste momento construir, com auxílio do seu professor, um conhecimento duradouro.

Referências

Andrade, F.C.M.; Correa, R.C. e V.C.F., Silva (2004). Avaliação do conhecimento da população sobre genética e algumas das suas implicações. *In: 50º Congresso Brasileiro de Genética*. Congresso Brasileiro de Genética. Ribeirão Preto, 2004. p. 17. Cd-room.

Barbosa, M.V. (2008). Oficinas práticas de genética molecular para estudantes do ensino fundamental e médio no município de Garanhuns. *In 54º Congresso Brasileiro de Genética*, p.2 Salvador. Disponível em <http://web2.sbg.org.br/congress/sbg2008/pdfs2008/EN.pdf> acesso em 31 de março de 2011 às 17h e 35 min.

Becker, F. (2003). *A origem do conhecimento e a aprendizagem escolar*. São Paulo: Artmed.

Boneti, L.W. (2006). *Educação, Exclusão e Cidadania*. 3. ed. Rio Grande do Sul:Unijuí.

Brito, S.R.; Santos, T.L.T.; Silva, A.S.; Costa, K. e E. L. Favero (2005). Apoio Automatizado à mediação da aprendizagem baseada em experimentos. *Renote*. 3, 2, novembro, 2005. Disponível em: <<http://www.cinted.ufrgs.br/renote/nov2005/artigosrenote>. Acesso em: 14/11/09, 16:31.

Castelão, T.B. Amabis, J. M. (2008). Motivação e ensino de genética: um enfoque atribucional sobre a escolha da área, prática docente e aprendizagem. *In 54º Congresso Brasileiro de Genética*, p.5 Salvador.

Duncan, R.G. (2009). Promoting middle school student's understandings of molecular genetics. *Research Science Educational*. 41, 147-167.

Dentillo, D.B. (2009). Divisão celular: representação com massa de modelar. *Genética na escola*. 1, 1, 33-36.

Ferreira, P. e R. da S. Justi (2005). A abordagem do DNA nos livros de biologia e química do ensino médio: Uma análise crítica. *Ensaio: Pesquisa em educação em ciências*, 6, 1. 1415-2150.

Gadotti, M. (1997). *História das Ideias Pedagógicas*. São Paulo: Ática.

Gagné, R. (1976). *Como se realiza a aprendizagem*. Rio de Janeiro: Editora S.A.

Gardner, H. (1995). *Inteligências Múltiplas: a teoria na prática*. POA: Artes Médicas.

Giacoaia, L. R. D. Conhecimento básico de genética: concluintes do ensino médio e graduandos de ciências biológicas. *Dissertação de mestrado*. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências. Bauru / SP, 2006. Disponível em <http://www2.fc.unesp.br/BibliotecaVirtual/DetalhaDocumentoAction.do?idDocumento=3> acesso dia 02 de abril de 2011 às 21h e 31 min.

Giordan, A. e G. de Vecchi (1996). *As origens do saber: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos*. Porto Alegre: Artes Médicas. 2 ed.

Justina, L.A.D. e J.L. Rippel (2003). Ensino de Genética: Representações da Ciência da Hereditariedade no Nível Médio. *In: IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2003*, Bauru. Atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Bauru: ABRAPEC.

Krasilchik, M. (2004). *Prática de Ensino de Biologia*. 4 ed. São Paulo: Universidade de São Paulo.

Loreto, E.L.S. e Sepel, L.M.N (2003). A escola na era do DNA e da Genética. *Ciência e Ambiente*, v. 26, p.149-156, 2003.

Ludke, A. e E.D.A. Menga (1986). *Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU.

Marrero, A.R. e S.R.P. Maestrelli (2001). Qual a relação que existe entre DNA, cromossomos e genes? *In: 47º Congresso Brasileiro de Genética*. Águas de Lindóia, São Paulo.

Mello, C.M.; Motokane, M.T. e S.L.S. Trivelato (1997). Ensino de genética: avaliação de uma proposta inovadora. *In: VI Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia*, 1997, São Paulo:USP. 376-377.

Ministério da Educação Brasil. (1999). *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. Brasília.

Miranda, S. (2001). No fascínio do jogo, a alegria de aprender. *Ciência Hoje*, 28, 168, 64-66.

Moreira, M.C.A. e E.P. Silva (2001). Concepções prévias. Uma revisão de alguns resultados sobre genética e evolução. *Encontro Regional de Ensino de Biologia*, Niterói.

Paiva, A.L. e C.M. de C. Martins (2005). Concepções prévias dos alunos de terceiro ano do ensino médio sobre genética. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*. 7. 3.

Prestes, M.E.B. e A.M. de A. Caldeira (2009). A importância da história da ciência na educação científica. *Filosofia e história da biologia*. 4; 1-16.

Santos, A dos. (2008). *Experimentação lúdica no ensino de genética: mitose*. Monografia (graduação) Licenciatura Plena em Biologia, ULBRA, Itumbiara.

Scheid, N.M.J. e N. Ferrari (2006). A história da ciência como aliada no ensino de genética. *Genética na escola*. 1, 2, 17-18.

Schultz, E.S.; Muller, C. e S.M.M. Corrêa (2005) *Laboratório de aprendizagem: o lúdico nas séries iniciais*. Disponível em: <<http://www.coperves.ufsm.br/prograd/downloads/File/Laboratoriodeaprendizagem.pdf>>. acesso em: 20/11/09, 16:16.

Silveira, R.V.M. e J.M. Amabis (2003). Como os estudantes do Ensino Médio relacionam os conceitos de localização e organização do material genético? *In: IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2003, Bauru. Atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Bauru: ABRAPEC.*

Shaheen, R. (2010). Creativity and education. *Creative Education. 1, 3, 166-169.*

Sobreira, J.M. e M.F. Rocha (2009). Motivando e atualizando temas genéticos no ensino médio de escolas públicas. *Resumos do 55º Congresso Brasileiro de Genética. 30 de agosto a 02 de setembro de 2009.*

Vigotski, L.S. (2001). *A construção do pensamento e da linguagem. São Paulo: Martins Fontes.*

Waterman, M.A. (2001). *Caso investigativo como estratégia de estudo para a aprendizagem de Biologia. Julho, 2001. Disponível em: <http://www.lite.fae.unicamp.br/papet/2005/el767a_1s2005/Caso_Investigativo.doc>. Trad. Alandeom W. de Oliveira. Acesso em: 14/11/09, 15:13. Biologia, 2001.*

3.2 Artigo 2

Os resultados da pesquisa estão na íntegra e apresentados na forma de um artigo intitulado “Livros didáticos de biologia: análise dos recursos pedagógicos auxiliares para a aprendizagem”. Este artigo foi submetido para análise na Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ISSN 1982-873X <http://www.fae.ufmg.br/abrapec/revista/index.html>).



Livros didáticos de Biologia: análise dos recursos pedagógicos auxiliares para a aprendizagem de genética

Biology textbooks: a review of educational resources for teaching assistances of the genetics

Daiana Sonego Temp

PPG- Educação em Ciências- UFSM
daianatemp@yahoo.com.br

Marlise Ladvocat Bartholomei-Santos

Docente PPG- Educação em Ciências- UFSM
marliseslbs@gmail.com

Luciane Carvalho Oleques

PPG- Educação em Ciências- UFSM
loleques@gmail.com

Cristiane Kohler Carpilovsky

PPG- Educação em Ciências- UFSM
criskoh@terra.com.br

Resumo

Investigar a qualidade de livros didáticos é uma prática importante que visa contribuir para a melhoria desse recurso tão presente em sala de aula. Este estudo analisou os recursos didáticos diferenciais presentes em sete livros de Biologia, em relação ao conteúdo de Genética, utilizados por professores do ensino médio de uma escola pública, no ano de 2010, localizada na cidade de Santa Maria, RS. Primeiramente verificou-se o número de capítulos destinados ao tema “Genética” e, posteriormente, foram analisadas a presença e frequência de recursos didáticos adicionais categorizados como: figuras, charges, história em quadrinhos, indicação de *sites*, leitura adicional, glossário e práticas. Os resultados mostraram que 100% dos livros apresentaram o recurso figuras como o mais frequente, seguido por textos complementares para leitura adicional. Recursos como charge e indicação de *sites* foram encontrados em apenas um dos livros. Assim, os livros analisados reproduzem um modelo memorístico de ensino que não privilegia a contextualização e participação do aluno no processo de aprendizagem.

Palavras-chave: livros didáticos, recursos, aprendizagem.

Abstract

Investigating the quality of textbooks is an important practice, which aims to contribute to the improvement of this resource widely present in classrooms. This study analyzed the differential teaching resources present in seven Biology books, concerning the content of Genetics, used by teachers of high school education in a public school, in 2010, located in the city of Santa Maria, RS. Firstly, the number of chapters for the theme "Genetics" was verified and, subsequently, the presence and frequency of additional teaching resources were analyzed, categorized as: pictures, cartoons, comics, indication of sites, further reading, glossary and practices. Results showed that 100 % of the books presented figures as the most frequent resource, followed by additional texts for further reading. Resources as charges and indication of sites were found in only one of the books. Thus, the books analyzed reproduce a memory-based teaching model which does not favor the contextualization and student participation in the learning process.

Key words: textbooks, resources and learning.

Introdução

Depois de ter sido desconsiderado por bibliógrafos, educadores e intelectuais de vários setores, entendido como produção menor enquanto produto cultural, o livro didático começou a ser analisado sob várias perspectivas, destacando-se os aspectos educativos e seu papel na configuração da escola contemporânea (BITTENCOURT, 2004).

Embora sempre tenham ocupado um lugar de destaque ao longo da história da educação brasileira, os livros continuam a ser verdadeiros suportes no planejamento, organização e execução das aulas em muitas escolas. Segundo o Guia do Programa Nacional do Livro Didático (BRASIL, 2008) o livro didático brasileiro, ainda hoje, é uma das principais formas de documentação e consulta utilizada por professores e alunos que acaba por influenciar o trabalho pedagógico e o cotidiano da sala de aula.

Sabe-se que a maioria dos livros didáticos ainda está em um formato de ensino baseado na memorização e em aula unilaterais (professor fala e aluno escuta) modelo denominado de bancário (FREIRE, 1996). No ensino médio os alunos estão prestes a concluir uma importante etapa da sua formação social e cultural, portanto é necessário que o conhecimento seja construído de uma forma que auxilie o aluno na sua atuação na sociedade (BRASIL, 2000).

Autores como Trivelato (1988), Vasconcelos e Souto (2003) colocam que a melhora nos livros didáticos precisa ser iniciada pela escolha dos conteúdos que devem atender a demanda da sociedade porque são objetos pedagógicos importantes que dão suporte na formação dos cidadãos.

Porém, observa-se que o uso do livro didático, muitas vezes, é realizado tendo o mesmo como um guia para o ensino, um manual que deve ser lido e respondido por alunos e professores.

Desta forma, o livro didático passa a ser o ator principal no cenário de ensino-aprendizagem, algumas vezes, mais significativo que o próprio professor. Gambarini e Bastos (2006) citam que muitos professores utilizam o livro didático como a principal ou única fonte de textos utilizados em sala de aula.

A preocupação com os livros didáticos, no Brasil, inicia com a Legislação do Livro Didático, criada em 1938 pelo Decreto-Lei 1006 (FRANCO, 1992), pois o uso do livro didático já era visto como algo importante no ensino.

Desde 2006 através do Plano Nacional do Livro do Ensino Médio (BRASIL, 2008) o governo distribui gratuitamente aos alunos matriculados na rede pública de ensino, livros de Biologia. O principal objetivo é proporcionar a todos os estudantes a oportunidade de utilizar um material complementar, de qualidade, em sala de aula e fora dela.

Segundo Bizzo (2000), a primeira avaliação oficial de livros didáticos realizada pelo PNLD ocorreu em 1996. De acordo com esse autor, vários livros, até aquele momento os mais vendidos aos governos estadual e federal, foram excluídos da lista dos aprovados quando erros graves conceituais foram apresentados à imprensa. Bittencourt (2004) relata que na década de 1960 houve uma tendência a analisar os conteúdos dos livros didáticos privilegiando a denúncia do caráter ideológico dos textos. Mas, nos últimos anos há mudanças de abordagens, que integram reflexões de caráter epistemológico, essenciais para a compreensão da constituição das disciplinas e saberes escolares.

A partir de 1998, as editoras providenciaram as correções necessárias conforme critérios do programa, além de buscarem renovar seus livros didáticos com coleções novas e ainda com outros autores. Neste sentido, vários pesquisadores vêm se dedicando, há pelo menos duas décadas, a investigar a qualidade das coleções didáticas, verificando suas deficiências e apontando soluções para melhoria de sua qualidade. Pode-se citar, por exemplo, os trabalhos de Mortimer (1988), Fracalanza (1993) e Pimentel (1998).

A análise dos livros didáticos torna-se necessária porque estes são utilizados como estruturas auxiliares na formação dos estudantes. Desta forma, é preciso verificar se os conteúdos estão sendo trabalhados de forma correta, livres de concepções errôneas ou discriminatórias.

A genética é uma das áreas das ciências que apresentou maior progresso no último século, investigando e estabelecendo as regras da hereditariedade e das mudanças que ocorrem à nível molecular dos organismos. O conhecimento sobre genética é importante porque envolve aspectos culturais, sociais, educacionais e de saúde sendo que a correta compreensão dos temas pode levar à erradicação de preconceitos com relação, por exemplo, à cor da pele ou doenças hereditárias. Loreto e Sepel (2003) observam que perguntas referentes ao DNA, genes e mutações são frequentes em sala de aula.

Os parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio (BRASIL, 1999) enfatizam que o estudo da biologia precisa ser reformulado para que novas visões, principalmente nos conteúdos relacionados à genética, sejam abordadas em sala de aula (BRASIL, 2000). O mesmo documento prioriza a necessidade de ensinar a descrição do material genético em sua estrutura e composição relacionando com a atualidade.

É importante que os alunos, ao se confrontarem com temas abstratos, como genes e cromossomos homólogos, possam construir o conhecimento com base no que foi estudado. Estes conceitos subsunçores, conceitos existentes na estrutura cognitiva do aprendiz que ancoram novas

informações, precisam ser trabalhados para que novos conteúdos possam ser ancorados neles e, assim, a aprendizagem se torne significativa (MOREIRA, 1998). Quando o aprendizado ocorre de forma significativa o estudante é capaz de resgatar a informação em sua rede conceitual e aplicar na resolução da situação-problema (PRIMON, 2005).

O uso de conceitos incorretos nos livros didáticos pode dificultar a aprendizagem dos conteúdos de genética (CHO apud PRIMON, 2005). Massabni e Arruda (2000) salientam a necessidade de verificar os conceitos apresentados nos livros didáticos, pois muitos apresentam erros conceituais. Além disso, a forma de abordagem de alguns conteúdos de genética nos livros didáticos dificulta a relação entre vários conceitos importantes, por exemplo, a molécula de DNA, genes e cromossomos (FERREIRA e JUSTI, 2005).

A presença de recursos diferenciais nos livros didáticos estimula a criatividade, o senso de crítica e questionamentos, facilitando a aprendizagem. Alunos e professores precisam estar cientes de que aprender e ensinar genética envolve a capacidade de compreender e correlacionar conteúdos.

Neste sentido, os livros didáticos devem apresentar um formato que valorize a contextualização do conteúdo aproximando o tema do dia-a-dia do aluno, utilize recursos visuais atrativos que façam com que o aluno pense sobre o que está escrito, indique *sites* educativos para que o aluno explore o ambiente virtual para fins educacionais e apresente a possibilidade da execução de aulas práticas que proporcione, aos alunos e professores, momentos diferenciais na escola, estimulando o pensamento científico.

Vasconcelos e Souto (2003) afirmam que os livros de ciências precisam promover a reflexão sobre a realidade e estimular a investigação e discussão dos diferentes assuntos. Considerar a análise dos livros didáticos torna-se importante neste contexto, pois este é a principal fonte de informação ou talvez a única usada pelos professores.

Assim, o objetivo deste trabalho consistiu em verificar quais recursos didáticos auxiliares são encontrados para o ensino de genética nos livros de biologia e, se estes recursos promovem contextualização, busca por novas fontes de estudo e estimulam a criatividade.

Metodologia

Realizou-se a análise de sete livros didáticos de biologia utilizados pelos professores de biologia de uma escola pública localizada na cidade de Santa Maria, RS, Brasil no ano de 2010. Os livros foram denominados L1 (livro 1), L2 (livro 2), L3 (livro 3), L4 (livro 4), L5 (livro 5), L6 (livro 6) e L7 (livro 7).

Primeiramente, verificou-se o número de capítulos relacionados à genética, bem como o número e o tipo de recursos didáticos auxiliares presentes nestes capítulos. Os recursos foram divididos nas seguintes classes: figuras, atividades práticas, leitura adicional, indicação de *sites*, glossário, histórias em quadrinhos e charges.

Os dados foram analisados levando-se em consideração a frequência dos recursos nos livros.

Resultados

Todos os livros analisados apresentaram capítulos direcionados à genética e recursos didáticos auxiliares para a explicação dos mesmos (Tabela 1).

ID do livro	Número de Capítulos	Número total de recursos
L1	7	66
L2	5	58
L3	7	59
L4	4	48
L5	6	47
L6	8	111
L7	10	104

Tabela 1: Comparação do número de capítulos dedicados ao tema “Genética” e dos recursos auxiliares presentes nos sete livros analisados.

A presença dos recursos, de forma comparativa, é apresentada na Figura 1.

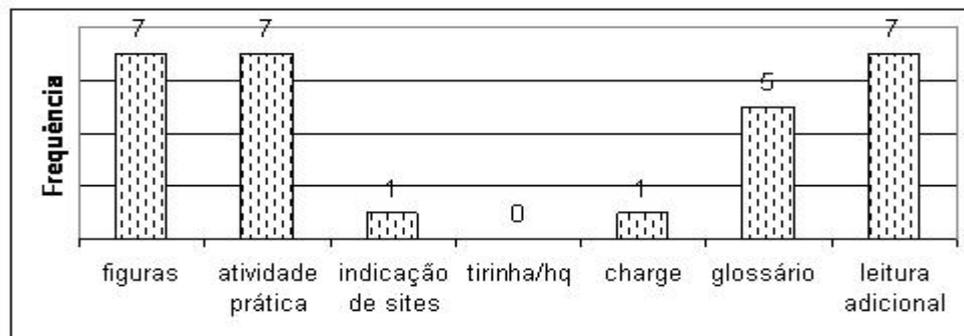


Figura 1. Frequência de recursos didáticos em capítulos referentes ao tema genética, em sete livros de Biologia avaliados.

Entre os recursos mais comuns destacam-se as figuras, enquanto tirinhas, charges e o uso da internet aparecem em um menor número de livros (Tabela 2). É importante ressaltar que o recurso atividade prática, encontrado nos sete livros, foi o mesmo modelo (teste para daltonismo).

Recursos	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7
Figuras	38	43	42	43	33	97	61
Atividade prática	1	1	1	1	1	1	1
Indicação de Sites	5	0	0	0	0	0	0
Tirinhas/HQ	0	0	1	0	0	0	0
Charges	0	0	0	0	0	0	0
Glossário	5	1	0	0	1	0	1
Leitura Adicional	17	13	16	4	12	13	41

Tabela 2. Frequência dos recursos didáticos em capítulos referentes ao tema genética, em sete livros de Biologia avaliados.

A análise dos livros mostrou que L1 apresenta como recursos figuras, uma atividade prática e leituras adicionais (que auxiliam na aprendizagem) e mostra o conteúdo a ser estudado de outra forma, além de apresentar a indicação do uso da internet, universo presente na vida dos estudantes. A presença do glossário facilita para os alunos a compreensão dos termos.

Da mesma forma, L2 teve como recurso mais frequente as figuras. Não há a presença de recursos mais atuais como a indicação de *sites* e o uso de tirinhas, HQ (história em quadrinhos) e charges.

Já L3 e L4 apresentaram textos adicionais inseridos dentro dos capítulos, e da mesma forma que nos outros livros, as figuras foram o recurso mais presente.

De forma semelhante, L5, L6 e L7 apresentaram o mesmo esquema de organização, com a presença de diversas figuras representativas do texto e ausência de recursos auxiliares mais atuais como a indicação de *sites*.

De forma diferente, L6 apresenta como leitura adicional textos mais longos e com questões discursivas para serem respondidas, enquanto L7 contém, no decorrer do capítulo, pequenos textos relacionados ao tema.

Discussão

Com relação aos livros analisados percebe-se que os mesmos estão baseados em um modelo tradicional de ensino, não apresentando a interrelação entre conteúdos que precisam ser correlacionados, sendo estes colocados em capítulos separados.

Os conteúdos de genética estão divididos em capítulos (primeira lei, segunda lei, genes ligado ao X, etc.) e separados dos conteúdos de biologia molecular. Esta sequência foi observada em todos os livros analisados. Dessa forma, temas como síntese de proteínas não são citados nos capítulos de genética. O aluno, desta forma, não consegue perceber a interrelação entre a síntese de proteínas e a expressão do gene.

A dificuldade em relacionar e compreender, por exemplo, meiose e transmissão das características hereditárias pode estar relacionada com a sequência na qual estes conteúdos estão colocados no livro didático. Tolman (1982) sugere que a genética mendeliana e a meiose devam ser estudadas no mesmo capítulo, pois são conteúdos correlacionados.

Constatamos também, que os exercícios de fixação estão divididos em questões objetivas (retiradas dos vestibulares nacionais) e questões discursivas, estas, normalmente, não incentivam o aluno a buscar respostas em outros capítulos ou relacionar conteúdos e, até mesmo, disciplinas diferentes. Spiassi (2008) aponta que a diversidade dos exercícios que compõe o livro didático é necessária para que haja um crescimento gradual do nível de dificuldade para o aluno.

As figuras são os atrativos principais nos capítulos, pois através delas os estudantes podem visualizar, com clareza, o que está sendo explicado no texto. As imagens apresentam boa qualidade, legendas explicativas e, quando necessário, setas para apontar algum detalhe mais específico. Entretanto, não constituem uma novidade em termos de recursos auxiliares.

Quanto às atividades práticas sugeridas pelos livros analisados, constatamos que apenas o exemplo daltonismo aparece como referência de atividade prática. Entretanto, várias atividades práticas simples, para o ensino de genética, como a extração do DNA de frutas e visualização de mitose/meiose ao microscópio exigem poucos ou nenhum equipamento, e podem ser encontradas em livros sobre ensino de Ciências (ver, por exemplo, LORETO e SEPEL, 2003) ou até mesmo em sites educacionais na internet (ver, por exemplo, <http://www.odnavaiaescola.com.br/>). Jogos didáticos e outras atividades também são indicados em artigos publicados na revista Genética na Escola (Sociedade Brasileira de Genética).

As atividades práticas podem auxiliar na aprendizagem, proporcionar aulas diferentes, estimular os alunos e promover o gosto pela ciência. Apesar disso, os livros didáticos analisados não incorporaram estas sugestões. Os livros didáticos na área de ciências devem conter sugestões de atividades práticas claras, objetivas, com aplicabilidade, funcionalidade e roteiros de interpretação que estimulem o pensamento crítico do aluno. Galliazzi et al. (2001) dizem que é necessário que os professores superem o entendimento de que teoria e prática são duas entidades separadas.

Com relação à presença de leituras adicionais, percebeu-se que no L1 estes textos eram extraídos de notícias de jornais e revistas, trazendo temas atuais associados com o conteúdo, possibilitando ao aluno relacionar a matéria com algo presente no seu dia-a-dia.

Já em L2 e L6, os textos são maiores e, em alguns momentos, apresentam questões para o aluno responder. Neste ponto, encontra-se um diferencial com relação aos outros livros, pois algumas respostas exigem que o aluno busque compreender outros conceitos presentes em capítulos diferentes e relacionar conteúdos.

Os livros L3, L4 e L7 apresentam textos pequenos que exemplificam o conteúdo que foi trabalhado. Para Aragão Batista et al. (2010) as leituras complementares devem transpor o texto tradicional do livro didático, apresentando aos leitores uma abordagem mais atual e mais ampla com o objetivo de atrair a curiosidade do estudante contextualizando o conteúdo.

Quanto à indicação de *sites* apenas L1 sugere como um recurso auxiliar para o aluno buscar outros materiais sobre o assunto estudado. Apesar do uso da internet ser constante na vida da maioria dos alunos, e o acesso à rede ser disponibilizado em diferentes locais, entre eles a escola, a maioria dos livros avaliados não faz referência a este recurso, curiosamente.

Sites educacionais poderiam não somente complementar o conteúdo já ministrado, mas também ser usados pelo professor como forma diferencial de trabalho, ao utilizar o laboratório de informática, ou ainda, para incentivar e direcionar pesquisas realizadas pelos próprios alunos.

Assim, é importante que os livros didáticos busquem se adaptar à era da internet, pois ao estimularem e ensinarem aos alunos como trabalhar com *sites* educativos estarão promovendo a educação do aluno de forma diferencial e a aprendizagem significativa. Neste sentido, Carvalho (1998) menciona que as atividades em sala de aula devem fazer com que o aluno ultrapasse a simples visão contemplativa e passe a ser ativo no processo de aprendizagem.

Integrar a utilização da internet no currículo de um modo significativo e incorporá-la às práticas de sala de aula, numa aprendizagem colaborativa e cooperativa, poderá fornecer um contexto autêntico em que alunos desenvolvem conhecimento, competências e valores (CARLAN et al. 2010).

De forma semelhante, os recursos tirinhas/ história em quadrinhos e charges, apesar de atrativos para muitos estudantes, foram pouco explorados nos livros analisados, apenas L3 continha uma pequena tirinha. Esse recurso busca ensinar, de uma forma diferente, os assuntos trabalhados promovendo a interpretação do texto e a busca da relação com o conteúdo, pois só assim farão sentido. Segundo Kamel e La Rocque (2006) as histórias em quadrinhos vêm sendo utilizadas na disciplina de língua portuguesa com resultados satisfatórios. As autoras colocam ainda que os quadrinhos possibilitam mais um caminho de acesso nas relações de comunicação entre o sujeito e a sociedade, pois muitas são as linguagens utilizadas pela humanidade para se comunicar.

Em relação ao glossário, o mesmo esteve presente nos livros L1, L2, L5 e L7. O L1 apresentava um glossário por capítulo, onde eram definidos conceitos essenciais para o entendimento do tema. Já nos outros livros o glossário está presente no final do livro, sendo que o número de conceitos definidos é menor que em L1. Este recurso pode ser facilitador no momento que define conceitos subsunçores para o entendimento do conteúdo. De acordo com Moreira (1998), em certos momentos o ensino pode ser memorístico para que os subsunçores possam ser aprendidos.

Os livros analisados reproduziram o modelo tradicional de ensino: leitura de textos e resolução de exercícios. De uma forma geral, não há incentivo à pesquisa e à educação científica e nem a preocupação em correlacionar conteúdos.

Trabalhar conteúdos de genética implica no entendimento de muitos conceitos abstratos e a interrelação entre eles. Conteúdos abstratos requerem o uso de recursos diferenciais que levem o estudante a compreender o tema e torná-lo significativo na sua trajetória. Gowin apud Kamel e La Rocque (2006) afirma que um episódio de ensino-aprendizagem se caracteriza pelo compartilhar significados entre aluno e professor.

É papel dos educadores buscar a renovação dos livros didáticos de forma que os mesmos atendam as necessidades do ensino atual: auxiliar na formação de pessoas capazes de dialogar e posicionar-se frente aos avanços da engenharia genética, por exemplo, possuindo conceitos corretos sobre o assunto.

Considerações Finais

Dos sete livros analisados, apenas um (L1) apresentou variedade de recursos auxiliares (cinco tipos das sete categorias verificadas), entre eles a indicação de *sites* da internet. Os livros didáticos analisados, raramente, propõem ao aluno a elaboração de hipóteses ou a necessidade de buscar novas informações fora do contexto do próprio livro, ocorrendo, então, a continuidade de um modelo de ensino que não estimula a criatividade e a busca por novos conhecimentos.

Os alunos querem que as aulas os motivem ao aprendizado, estimulem-nos à criatividade e à busca por respostas de uma forma diferente, não somente copiando respostas prontas do livro didático.

Por isso, recursos didáticos diferenciais como a indicação de atividades práticas e de *sites* e a utilização de histórias em quadrinhos e charges são instrumentos valiosos para aproximar o aluno do conhecimento, visto que alguns destes recursos fazem parte do dia-a-dia do educando.

Desta forma, os livros didáticos precisam ser revistos e atualizados com relação aos conteúdos e a presença de recursos que facilitem a aquisição de uma aprendizagem significativa.

Referências

ARAGÃO BATISTA, M.V.; CUNHA, M.M. da S.; CÂNDIDO, A.L. Análise do tema virologia em livros didáticos de biologia do ensino médio. **Ensaio: Pesquisa em educação em ciências**. v. 12, n. 1, p. x-x, 2010.

BITTENCOURT, C.M.F. Em foco: História, produção e memória do livro didático. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 30, n.3, set./dez. 2004. Disponível em: <http://www.bibvirt.futuro.usp.br/textos/periodicos/educacao_e_pesquisa/vol_30_no3>. Acesso em: 3 de jul, 2010.

BIZZO, N. Falhas no ensino de ciências: erros nos livros didáticos ainda persistem em escolas de Minas e São Paulo. **Ciência Hoje**, São Paulo, v. 27, n. 159, p. 26-31, abr. 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEF, 1999.

_____. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **PCN + Ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/Semtec, 2000.

_____. Guia do programa nacional do livro didático Secretaria da Educação Básica. **Guia de Livros didáticos Programa Nacional do Livro Didático (PNLD)**. Brasília: MEC/SEF, 2008.

CARLAN, F. de A.; SEPEL, L. M. N.; LORETO, E. L. da S. Aplicação de uma webquest associada a atividades práticas e a avaliação de seus efeitos na motivação dos alunos no ensino de Biologia. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.9, n.1, p. 261-282, 2010.

CARVALHO, A. M. P. **Ciências no ensino fundamental**: o conhecimento físico. São Paulo: Scipione, 1998.

FERREIRA, P.; JUSTI, R. da S. A abordagem do DNA nos livros de biologia e química do ensino médio: uma análise crítica. **Ensaio: Pesquisa em educação em ciências**. v. 6, n.1. p. 1415-2150, 2005.

FRACALANZA, H. **O que sabemos sobre os livros didáticos para o ensino de Ciências no Brasil**. 1993, xxx f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.

FRANCO, M. L. P. B. O livro didático e o Estado. **ANDE**, ano I, n. 5, p. 19-24, 1992.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.

GALIAZZI, M. do C.; ROCHA, J.M.B.; SCHMITZ, L.C.; SOUZA, M.L. de; GIESTA, S.; GONÇALVES, F.P. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. **Ciência & Educação**, v.7, n.2, p.249-263, 2001.

GAMBARINI, C.; BASTOS, F. A utilização do texto escrito por professores e alunos nas aulas de Ciências. In: NARDI, R.; ALMEIDA, M. J. P. M. (Orgs.). **Analogias, leituras e modelos no ensino da ciência: a sala de aula em estudo**. São Paulo: Escrituras, 2006. p. 93-115.

KAMEL, C.; LA ROCQUE, L. As histórias em quadrinhos como linguagem fomentadora de reflexões – uma análise de coleções de livros didáticos de ciências naturais do ensino fundamental. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 6, n.3, p. x-x, 2006. Disponível em: <<http://www.fae.ufmg.br/abrapec/revistas/V6N3/v6n3a3.pdf>>. Acesso: 15 de maio, 2011.

LORETO, E. L. S., SEPEL, L.M.N. **Atividades Experimentais e Didáticas de Biologia Molecular e Celular**. São Paulo: Editora da Sociedade Brasileira de Genética, 2003.

MASSABNI, V. G.; ARRUDA, M. S. P. Considerações sobre o conteúdo do livro didático de biologia. In: VII ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA. São Paulo, 2000. **Coletânea do Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia**. São Paulo: USP, p. 697-700, 2000.

MOREIRA, M.A. **Aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1998.

MORTIMER, E.F. A evolução dos livros didáticos de Química destinados ao ensino secundário. **Em Aberto**, Brasília, v.7, n.40, p. 24-41, out. 1988.

PIMENTEL, J. R. Livros didáticos de Ciências: a Física e alguns problemas. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v.15, n.3, p. 308-318, dez. 1998.

PRIMON, C. S. F. **Análise do conhecimento de conteúdos fundamentais de Genética e Biologia Celular apresentado por graduandos em Ciências Biológicas**. 2005. 146 f. Dissertação (Mestrado em Genética), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

SPIASSI, A. Análise de livros didáticos de ciências: um estudo de caso. **Trama**. v. 4, n. 7, p. 45-54, 2008.

TOLMANN, R.R. Difficulties in genetics problem solving. **American biology teacher**, v. 44, p. 525-527, 1982.

TRIVELATO, S. L. F. **Ensino de Genética**: um ponto de Vista. São Paulo: Faculdade de Educação, 1988.

VASCONCELOS, S. D.; SOUTO, E. O livro didático de ciências no ensino fundamental - proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. **Ciência & Educação**. v. 9, n.1, p. 93-104, 2003.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo buscou identificar os temas de genética de mais difícil compreensão para os alunos do ensino médio e, posteriormente, desenvolver um modelo didático simples e de baixo custo que auxiliasse no ensino destes conteúdos levando ao entendimento das relações entre diferentes conceitos e mostrando a relação existente entre o genótipo e a expressão fenotípica.

Porém, durante as leituras e análise dos resultados nos deparamos com situações que acabaram por suscitar novos pensamentos com relação ao processo de ensino: onde está a falha na instituição escolar que não consegue, na maioria das vezes, cumprir com seu papel de educadora? Por que os professores não usam (ou poucos usam) metodologias alternativas para ensinar seus alunos?

As respostas podem estar relacionadas a vários fatores, mas devemos ressaltar um deles: a educação, ainda hoje, preza por um modelo bancário de ensino (FREIRE, 1996) onde as disciplinas são vistas como pequenas caixas de conhecimento que cada professor, ao chegar na sala de aula, transmite de forma linear aos seus alunos.

Durante a pesquisa pudemos observar e participar das discussões promovidas pelos alunos que começavam a ver a genética de uma forma diferente, pois conseguiam entender conceitos chaves para a continuidade do aprendizado. Muitos alunos não conseguiam diferenciar genes-cromossomos- DNA, como esperar que um aluno com este tipo de dificuldade compreenda genética nas suas diferentes formas?

Então, resolvemos analisar os livros didáticos de biologia utilizados nesta escola, pois são instrumentos de trabalho que permeiam a vida do estudante e dos professores. É importante verificarmos quais recursos os livros oferecem como forma de facilitar e consolidar a aprendizagem.

O uso de recursos diferenciais não precisa estar relacionado à presença de laboratórios equipados ou de material eletrônico a ser utilizado, pois vimos neste projeto que o uso de um material simples e de baixo custo foi suficiente para diminuir ou responder dúvidas com relação aos conteúdos de genética.

Sabemos que relacionar e abstrair grande número de conceitos exige dos alunos, e professores, atenção e principalmente vontade de aprender. Então, o professor como facilitador da aprendizagem deve proporcionar metodologias diversas em sala de aula, caso contrário, estará caindo em um modelo educacional de transmissão de conteúdo, onde o detentor do saber fala durante um período e os alunos precisam prestar atenção e tentar decorar a maior parte do que está sendo falado.

Refletir e buscar soluções para o ensino de biologia se torna essencial em uma sociedade tecnológica onde há manipulação do DNA, clonagem, produção de transgênicos e onde a mídia coloca a dispor da população erros conceituais relacionados ao assunto que está sendo tratado, o que leva à formação de concepções equivocadas pela maioria da população.

Então é na escola e auxiliado pelo professor que o aluno conseguirá refletir sobre os conceitos que apresenta e modificá-los com aqueles apresentados pelo professor, ou seja, a mudança conceitual ocorre na sala de aula, um espaço que deveria primar pela discussão dos saberes e pela inserção do educando na sociedade.

Desta forma, este estudo mostrou que o uso de um modelo didático foi capaz de auxiliar na aprendizagem de genética, com isso, mostramos aos professores de biologia que há metodologias que podem auxiliá-los para sua tarefa de ensinar. Não podemos afirmar, com certeza, que ocorreu aprendizagem significativa, pois o tempo entre o uso do modelo e o pós-teste não foi longo (33 dias), mas, mesmo assim, o modelo foi capaz de fazer com que os alunos compreendessem com mais clareza alguns conteúdos de genética.

Este estudo teve seu foco nos estudantes de ensino médio, mas ao longo da pesquisa observamos que os professores se sentem despreparados para realizar estas mudanças em sala de aula, seja por falta de tempo, do conhecimento de metodologias adequadas ou o atrelamento aos concursos para a entrada nas universidades.

Com base nestes fatos, pretendemos continuar nosso trabalho pesquisando quais conceitos os professores de biologia consideram como subsunçores dentro do conteúdo de genética e quais metodologias eles utilizam para que estes conceitos sejam ensinados. Dentro deste estudo verificaremos se os alunos, após algum

tempo de terem visto o conteúdo, continuam com o conhecimento, ou seja, procuraremos constatar se ocorreu ou não aprendizagem significativa.

Esperamos que a elaboração deste modelo didático possa ser um auxílio para os professores que buscam cumprir sua função como educadores, na busca de métodos simples para ensinar conteúdos complexos.

Assim, deixamos nossa mensagem de que a educação deve ser realizada de forma integral e buscando a autonomia do aluno, pois o homem é o único ser que transforma o seu ambiente. É nosso dever guiar o aluno para que estas mudanças sejam benéficas e sustentáveis à sociedade.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, P. N. de. **Educação lúdica- técnicas e jogos pedagógicos**. São Paulo: Edições Loyola, 1987.

AGUIAR, J. S. **Jogos para o ensino de conceitos**. Campinas: Papirus, 2007.

AMORIM, A. C. R. O ensino de biologia e as relações entre ciência/ tecnologia e sociedade: o que dizem os professores e o currículo do ensino médio? Em: **Anais do VI Encontro “Perspectivas do Ensino de Biologia”**. (p. 74- 77), 1997. São Paulo: Faculdade de Educação da USP. Disponível em: <http://cutter.unicamp.br/document/?code=vtls000099714>. Acesso em: 03 de setembro, 2011.

ARCEO, F. D. B.; ROJAS, G. H. **Constructivismo y aprendizaje significativo**. México: McGraw Hill, 1999.

AYUSO, G. E.; BANET, E. Alternativas a la enseñanza de la genética en educación secundaria. **Enseñanza de las ciencias**. v. 20, n. 1, p. 133- 157, 2002.

BARBOSA, M. V. Oficinas práticas de genética molecular para estudantes do ensino fundamental e médio no município de Garanhuns. Em: **Anais 54º Congresso Brasileiro de Genética**, p. 2, Salvador, 2008.

BEHRENS, M. A. **O paradigma emergente e a prática pedagógica**. 3 ed. Curitiba: Champagnat, 2003.

BITTENCOURT, C.M.F. Em foco: História, produção e memória do livro didático. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 30, n. 3, set./dez. 2004. Disponível em: <http://www.bibvirt.futuro.usp.br/textos/periodicos/educacao_e_pesquisa/vol_30_no3>. Acesso em: 3 jul. 2010.

BIZZO, N. Falhas no ensino de ciências: erros nos livros didáticos ainda persistem em escolas de Minas e São Paulo. **Ciência Hoje**, São Paulo, v. 27, n. 159, p. 26-31, abr. 2000.

BRASIL. Guia do programa nacional do livro didático Secretaria da Educação Básica. **Guia de Livros didáticos Programa Nacional do Livro Didático (PNLD)**. Brasília: MEC/SEF, 2008.

_____. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias**. V. 2. Brasília: MEC, 2006.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. 2001.

_____. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **PCN + Ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/Semtec, 2000.

_____. Lei 9394/96. **Lei de diretrizes e bases da educação nacional**. Brasília, 1996.

BRITO, S. R.; Santos, T. L. T.; Silva, A. S.; Costa, K.; Favero, E. L. Apoio Automatizado à mediação da aprendizagem baseada em experimentos. **Renote**. v. 3, n. 2, novembro, 2005. Disponível em: <<http://www.cinted.ufrgs.br/renote/nov2005/artigosrenote/aAcompanhamentoProcesso.pdf>>. Acesso em: 14/11/09.

CASTELÃO, T. B.; AMABIS, J. M. Motivação e ensino de genética: um enfoque atribucional sobre a escolha da área, prática docente e aprendizagem. In 54^o **Congresso Brasileiro de Genética**, p. 5, Salvador, 2008.

FERRAZ, D. F.; TERRAZAN, E. F. Construção do conhecimento e ensino de ciências: papel do raciocínio analógico. **Revista do Centro de Educação Santa Maria**. v. 27, n. 1, p. 39-54, 2002.

FERREIRA, P.; JUSTI, R. da S. A abordagem do DNA nos livros de biologia e química do ensino médio: uma análise crítica. **Ensaio: Pesquisa em educação em ciências**. v. 6, n.1. p. 1415-2150, 2005.

FRACALANZA, H. **O que sabemos sobre os livros didáticos para o ensino de Ciências no Brasil**. 1993. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, UNICAMP, Campinas, 1993.

FRANCO, M. L. P. B. O livro didático e o Estado. **ANDE**, ano I, n. 5, p. 19-24, 1992.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa.** 2 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.

GADOTTI, M. **História das Ideias Pedagógicas.** São Paulo: Ática, 1995.

GALIAZZI, M. do C. Objetivo das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 249-263, 2001

GALVÃO; I. **Henry Wallon: uma concepção dialética do desenvolvimento infantil.** Petropolis: Vozes, 1995.

GAMBARINI, C.; BASTOS, F. A utilização do texto escrito por professores e alunos nas aulas de Ciências. In: NARDI, R.; ALMEIDA, M. J. P. M. (Orgs.). **Analogias, leituras e modelos no ensino da ciência: a sala de aula em estudo.** São Paulo: Escrituras, 2006. p.

GARDNER, H. **Inteligências Múltiplas: a teoria na prática.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

GRIFFITHS, A. J. F.; GELBART, W M.; MILLER, J. H. LEWONTIN, R. C. **Genética Moderna.** São Paulo: Guanabara Koogan, 2001.

GUEDES, C. A genética e seus desafios no Brasil contemporâneo. **História, Ciência, Saúde- Manguinhos**, v. 14, n. 4, p.1421-1424, out-dez, 2007.

KLAUTAU, N.; AURORA, A.; DULCE, D.; SILVIENE, S.; HELENA, H.; CORREIA, A. Relação entre herança genética, reprodução e meiose: um estudo das concepções de estudantes universitários do Brasil e Portugal. **Enseñanza de las Ciencias**, Número extra VIII congreso Internacional sobre Investigación en didáctica de las Ciencias, Barcelona, p. 2267-2270, 2009.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia.** São Paulo: Harper e Row do Brasil Ltda, 1986.

KREUZER, H; MASSEY, A. **Engenharia genética e biotecnologia.** 2 ed. São Paulo: Artmed, 2002.

LANE, S.; CODO, W. **Psicologia social: o homem em movimento.** São Paulo: Brasiliense, 1993.

LA ROSA, J.; FERREIRA, B. W., RIES, B. E.; RODRIGUES, E.W. ZANELLA, L.; RAMOS, M. B. J. **Psicologia e educação: o significado de aprender**. 2 ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1998.

MARCELLINO, N. de. C. **Lazer e Educação**. Campinas: Papirus, 1998.

MASSABNI, V. G.; ARRUDA, M. S. P. Considerações sobre o conteúdo do livro didático de biologia. Em: **Anais VII Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia**. São Paulo. Coletânea do Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia. São Paulo: USP, 2000. p. 697-700, 2000.

MIRANDA, S. No fascínio do jogo, a alegria de aprender. **Ciência Hoje**, v. 28, n. 168, p. 64-66, 2001.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1998.

MOREIRA, M.C.A. SILVA, E. P. Concepções prévias. Uma revisão de alguns resultados sobre genética e evolução. Em: **Anais do Encontro Regional de Ensino de Biologia**, Niterói, 2001, 504p.

MORTIMER, E.F. A evolução dos livros didáticos de Química destinados ao ensino secundário. **Em Aberto**, Brasília, v. 7, n. 40, p. 24-41, out. 1988.

NETO, G. C. F. Diretrizes para uma metodologia do ensino de física. **Caderno Catarinense Ensino de Física**, v. 7 p. 127- 139. Florianópolis, dez. 1987.

PEDRANCINI, V. D.; CORAZZA-NUNES, M. J.; GALUCH, T. B.; MOERIRA, A. L. O. R.; RIBEIRO, A. C. Ensino e Aprendizagem de biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. **Revista Electrónica Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 2, p. 299-309, 2007.

PERRENOUD, P. **Dez novas competências para ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

PIAGET, J. **Biologia e conhecimento**. 2 ed. Petrópolis: Vozes, 1994.

PIMENTEL, J. R. Livros didáticos de Ciências: a Física e alguns problemas. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 15, n. 3, p. 308-318, dez, 1998.

PRIMON, C. S. F. **Análise do conhecimento de conteúdos fundamentais de Genética e Biologia Celular apresentado por graduandos em Ciências Biológicas**. 2005. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, Dissertação de Mestrado em Biologia/Genética. São Paulo. 2005.

REGO, T. C. R. **Vigotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação**. Petrópolis: Vozes, 2000.

SACRISTÁN, J. G.; GÓMEZ, A. I. P. **Comprender y transformar la enseñanza**. 5 ed. Morata, 1996.

SANTOS, A. dos. **Experimentação lúdica no ensino de genética: mitose**. 2008. Itumbiara. Universidade Luterna do Brasil. Monografia (graduação) Licenciatura Plena em Biologia. Itumbiara, 2008.

SCHULTZ, E. S.; MULLER, C.; CORRÊA, S. M. M. **Laboratório de aprendizagem: o lúdico nas séries iniciais**. 2005. Disponível em: <<http://www.coperves.ufsm.br/prograd/downloads/File/Laboratoriodeaprendizagem.pdf>>. acesso em: 20/11/09.

TEMP, D. S.; CARPILOVSKY, C. K.; GUERRA, L. Cromossomos, genes de DNA: utilização de modelo didático. **Genética na escola**. v. 6, n. 1, p. 9-11, 2011.

UNESCO. **Ciência e tecnologia com criatividade: análises e resultados**. Brasília: Cnpq, 2004. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001365/136552por.pdf>. Acesso em 23 de agosto, 2011.

VASCONCELOS, S. D.; SOUTO, E. O livro didático de ciências no ensino fundamental - proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. **Ciência & Educação**. v. 9, n.1, p. 93-104, 2003.

VIGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

WATERMAN, M. A. **Caso investigativo como estratégia de estudo para a aprendizagem de Biologia**. Julho, 2001. Disponível em: <http://www.lite.fae.unicamp.br/papet/2005/el767a_1s2005/Caso_Investigativo.doc>. Trad. Alandeom W. de Oliveira. Acesso em: 14/11/09, 15:13. **Biologia, 2001.**

ANEXOS

ANEXO 1 – Carta de aprovação pelo CEP

CARTA DE APROVAÇÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa – UFSM, reconhecido pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – (CONEP/MS) analisou o protocolo de pesquisa:

Título: Desenvolvimento e uso de modelo didático para facilitar a correlação genótipo- fenótipo.

Número do processo: 23081.010250/2010-81

CAAE (Certificado de Apresentação para Apreciação Ética): 0148.0.243.000-10

Pesquisador Responsável: Marlise Ladvocat Bartholomei

Este projeto foi APROVADO em seus aspectos éticos e metodológicos de acordo com as Diretrizes estabelecidas na Resolução 196/96 e complementares do Conselho Nacional de Saúde. Toda e qualquer alteração do Projeto, assim como os eventos adversos graves, deverão ser comunicados imediatamente a este Comitê. O pesquisador deve apresentar ao CEP:

Julho de 2011-Relatório parcial

Janeiro/ 2012- Relatório final

Os membros do CEP-UFSM não participaram do processo de avaliação dos projetos onde constam como pesquisadores.

DATA DA REUNIÃO DE APROVAÇÃO: 30/07/2010

Santa Maria, 30 de Julho de 2010.

Félix A. Antunes Soares
Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa-UFSM
Registro CONEP N. 243.

ANEXO 2 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

DESENVOLVIMENTO E USO DE MODELO DIDÁTICO PARA FACILITAR A CORRELAÇÃO GENÓTIPO- FENÓTIPO

Mestranda: Daiana Sonogo Temp e-mail: daianatemp@yahoo.com.br

Orientador (a): Marlise Ladvocat Bartholomei Santos

e-mail: marliselbs@gmail.com

Telefone para contato: 055 3220 8465 ramal 25

Srs. Pais ou responsáveis, seu filho (a) está sendo convidado para participar como voluntário, em uma pesquisa de mestrado do PPG Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal de Santa Maria. Antes de autorizar a participação é importante que você entenda as informações e instruções contidas neste documento.

Objetivo da pesquisa: Esta pesquisa tem como objetivo desenvolver um modelo didático que facilite a aprendizagem e a correlação entre os diferentes conceitos necessários para a aprendizagem de genética.

Procedimentos para a execução da pesquisa: A pesquisa é de abordagem qualitativa e quantitativa e os participantes serão alunos do segundo ano do ensino médio, ano de 2010, turno manhã na Escola Estadual de Ensino Médio Cilon Rosa, município de Santa Maria. Para a coleta de dados serão utilizados, um questionário que será aplicado aos alunos e a utilização do modelo didático desenvolvido após a realização do pré-teste. Enfatizamos que os dados obtidos com a aplicação dos instrumentos investigativos serão objetos de tratamento em conjunto, logo, será desnecessária a identificação do respondente.

Os pesquisadores concordam, igualmente, que estas informações serão utilizadas única e exclusivamente para execução do presente projeto. As informações somente poderão ser divulgadas de forma anônima e serão mantidas no Departamento de Biologia em um armário chaveado, na sala 1140 I do prédio 17, por um período de 2 anos sob a responsabilidade da Orientadora Prof. Dra. Marlise Ladvocat Bartholomei Santos. Após este período, os dados serão destruídos.

Fui informado (a) ainda:

- Da garantia de receber respostas a qualquer pergunta e esclarecimentos a qualquer dúvida acerca da metodologia, benefícios e outros aspectos relacionados à pesquisa em desenvolvimento. Fui esclarecido que não existem riscos previsíveis uma vez que, se trata de responder a um questionário. Em caso de **possíveis desconfortos** em relação ao teor das perguntas, poderei recusar em respondê-las. Os **benefícios** esperados possibilitam um melhor entendimento dos problemas que permeiam a abordagem deste tema, contribuindo para uma reflexão da prática pedagógica do professor traçando novos caminhos no processo ensino-aprendizagem compatíveis com o conhecimento científico. Os **riscos** estão relacionados a haver constrangimento dos alunos ao não conseguirem responder às questões, o que poderá gerar ansiedade.

- Do **sigilo** que assegura a privacidade dos dados coletados no questionário e da **liberdade** ou não de participar da pesquisa, tendo assegurado esta liberdade sem quaisquer represálias atuais ou futuras, podendo retirar meu consentimento em qualquer etapa do estudo sem nenhum tipo de penalização ou prejuízo.

- Da **segurança** de que não serei identificado (a), e de que se manterá o caráter confidencial de informações relacionadas à minha privacidade, a proteção de minha imagem e a não estigmatização.

- Da garantia de que as informações **não** serão utilizadas em meu **prejuízo**;

- Da liberdade de acesso aos dados do estudo em qualquer etapa da pesquisa;

- De que não terei nenhum tipo de despesas econômicas, bem como, não receberei nenhuma indenização pela minha participação na pesquisa.

Nestes termos e considerando-me livre e esclarecido (a), consinto em participar da pesquisa proposta, resguardando à autora do projeto, propriedade intelectual das informações geradas e expressando concordância com a divulgação pública dos resultados, sem qualquer identificação dos sujeitos participantes.

O presente documento está em conformidade com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

EuRG n°
 CPF n° responsável pelo aluno
, RG no. da
 escola....., turma

..... concordo que o aluno participe do estudo. Fui devidamente informado e esclarecido pelo pesquisador.

Local e data

Nome e assinatura

Eu, aluno do 2º. Ano do Ensino Médio da Escola Estadual de Ensino Médio Cilon Rosa no ano de 2010, turma concordo em participar do projeto acima apresentado.

Assinatura

Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato:

Comitê de Ética em Pesquisa - CEP-UFSM

Av. Roraima, 1000 - Prédio da Reitoria – 7º andar – Campus Universitário – 97105-900 – Santa Maria-RS - tel.: (55) 32209362 - email: comiteeticapesquisa@mail.ufsm.br

ANEXO 3 – Termo de Confidencialidade

Título do projeto: DESENVOLVIMENTO E USO DE MODELO DIDÁTICO PARA FACILITAR A CORRELAÇÃO GENÓTIPO- FENÓTIPO

Pesquisador responsável: Daiana Sonogo Temp

Instituição/Departamento: UFSM/ Biologia

Telefone para contato: 0 55 3220 8465 ramal 25

Local da coleta de dados: Escola Estadual de Ensino Médio Cilon Rosa, Santa Maria- RS.

Os pesquisadores do presente projeto se comprometem a preservar a privacidade dos participantes cujos dados serão coletados através de questionários . Concordam, igualmente, que estas informações serão utilizadas única e exclusivamente para execução do presente projeto. As informações somente poderão ser divulgadas de forma anônima e serão mantidas no Departamento de Biologia por um período de 2 anos sob a responsabilidade da Prof. Marlise Ladvocat Bartholomei Santos. Após este período, os dados serão destruídos. Este projeto de pesquisa foi revisado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFSM em/...../....., com o número do CAAE

Marlise Ladvocat Bartholomei Santos

RG 20.130.126 SSP/SP

Anexo 4 – Documento encaminhado a 8ª. CRE



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Santa Maria, 01 de junho de 2010.

À 8ª Coordenadoria Regional de Educação
Santa Maria – RS

Venho através deste, solicitar a colaboração da 8ª CRE, no sentido de aprovar a execução do projeto de pesquisa **“Desenvolvimento e uso de modelo didático para facilitar a correlação genótipo- fenótipo”** com alunos do segundo ano do ensino médio, turno manhã, no ano de 2010 na Escola Estadual de Ensino Médio Cilon Rosa- Santa Maria que será desenvolvido sob minha orientação pela mestrand **Daiana Sonego Temp** (matrícula UFSM 201060856), do Programa Pós Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde

Atenciosamente,

Marlise Ladvocat Bartholomei Santos

Departamento de Biologia – CCNE
Telefone: 3220-8465 sub-ramal 25
E-mail: marlise@smail.ufsm.br

ANEXO 5 – Documento encaminhado à escola onde ocorreu a pesquisa

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**

Santa Maria, 01 de junho de 2010.

À Direção da Escola Estadual de Ensino Médio Cilon Rosa
Santa Maria – RS

Venho através deste, solicitar a colaboração da direção deste estabelecimento de ensino, no sentido de aprovar a execução do projeto de pesquisa “**Desenvolvimento e uso de modelo didático para facilitar a correlação genótipo-fenótipo**” com alunos do segundo ano do ensino médio, turno manhã, no ano de 2010, tendo como regente a professora Maria Cláudia Nogueira, na Escola Estadual de Ensino Médio Cilon Rosa- Santa Maria que será desenvolvido sob minha orientação pela mestrandia **Daiana Sonogo Temp** (matrícula UFSM 201060856), do Programa Pós Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde

Atenciosamente,

Marlise Ladvocat Bartholomei Santos

Departamento de Biologia – CCNE
Telefone: 3220-8465 sub-ramal 25
E-mail: marlise@smail.ufsm.br

ANEXO 6 – Questões para a caracterização geral da amostra

QUESTIONÁRIO PARA OS ALUNOS DO 2º. ANO DO ENSINO MÉDIO, TURNO MANHÃ DA ESCOLA ESTADUAL DE ENSINO MÉDIO CILON ROSA- SANTA MARIA- RS

Questões para caracterização geral do grupo

I – Dados Gerais

1) Gênero: () M () F

2) Idade: () de 14 a 16 anos () de 17 a 18 anos

3) Está repetindo o segundo ano? () sim () não

4) Estudou conteúdos relacionados à genética no ensino fundamental?

() sim () não

Quais?

5) Durante as aulas de genética, alguma vez foi realizada alguma atividade diferencial, como uso de jogos ou material alternativo, aula prática ou outro tipo de atividade?

() sim Quantas vezes?

Qual tipo de atividade?

() não

6) Você considera importante a utilização de material alternativo como forma de facilitar o aprendizado?

() sim () não

ANEXO 7 – Pré- teste

Responda as questões abaixo usando os seus conhecimentos de genética.

* Questões adaptadas dos livros Amabis e Martho; Cezar e Sezar (ambos volume 3).

Obs.: questões com asterisco devem apresentar o desenvolvimento.

1) Quais são as 5 (cinco) palavras que lhe vêm espontaneamente à mente quando se fala sobre conteúdos de genética?

2) Complete as frases de 1 a 6 preenchendo cada espaço com um dos termos a seguir (os termos não repetem):

(a) cromossomo

(b) gene

(c) fenótipo

(d) heterozigótico

(e) alelo

(f) homozigótico

1. () refere-se às características observáveis de um ser vivo, sejam elas morfológicas, fisiológicas ou comportamentais

2. () um segmento de molécula de DNA com a instrução para a síntese de uma proteína

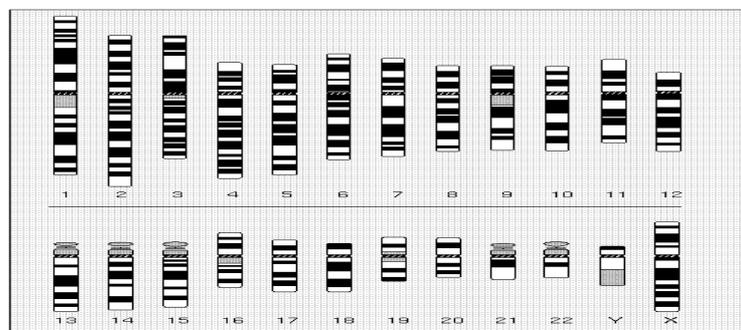
3. () formados pelo DNA, são transmitidos dos pais para os filhos

4. () cada uma das formas alternativas dos genes

5. () indivíduo portador de duas cópias idênticas de um gene

6. () indivíduo portador de duas cópias diferentes de um mesmo gene

3. A figura abaixo representa os diferentes tipos de cromossomos humanos. Os autossomos estão numerados de 1 a 22 (22 pares), e os cromossomos sexuais, designados por X e Y (formando um par). Sendo assim, uma célula somática do corpo de uma mulher apresenta:



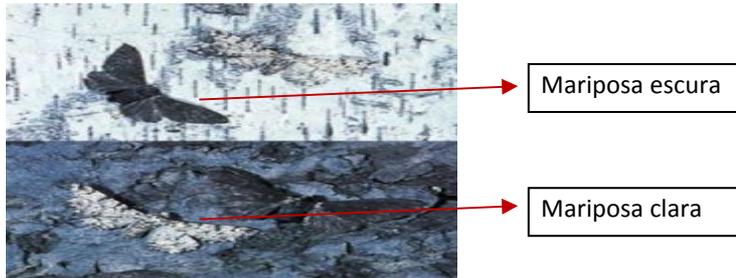
a) 22 autossomos + Y

b) 22 autossomos + XX

c) 44 autossomos + XY

d) 44 autossomos + XX

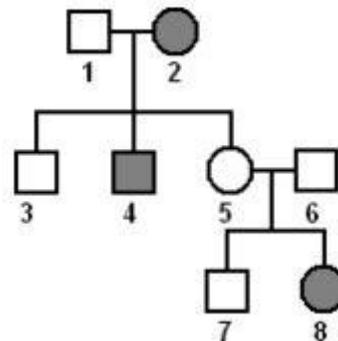
4.



Em uma população de mariposas, 96% dos indivíduos têm cor clara e 4% cor escura. Indivíduos escuros cruzados entre si produzem, na maioria das vezes, descendentes claros e escuros. Já os cruzamentos entre indivíduos claros produzem apenas descendentes de cor clara. Esses resultados sugerem que a cor dessas mariposas é condicionada por:

- um par de alelos, sendo o alelo de cor clara dominante sobre o alelo de cor escura
- um par de alelos, sendo o alelo de cor escura dominante sobre o de cor clara
- um par de alelos, que não apresentam dominância um sobre o outro
- fatores ambientais, como a coloração dos troncos onde elas pousam

*5. A mucoviscidose é uma doença genética grave que associa problemas digestivos e respiratórios. Os pulmões das pessoas afetadas apresentam um muco espesso que promove infecções bacterianas. Observe a análise o esquema abaixo, que representa a árvore genealógica de uma família onde alguns indivíduos são afetados pela doença.



Qual a probabilidade de o casal I.1- I.2 vir a ter uma outra criança com mucoviscidose?

- $1/8$
- $1/3$
- $1/4$
- $1/2$

*6. Do cruzamento entre heterozigotos obtiveram-se 320 descendentes. Desses, espera-se que sejam homozigotos:

- a) 80 b) 240 c) 160 d) 32

7. Sobre a relação entre genótipo, fenótipo e ambiente é correto dizer que o

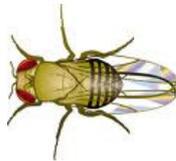
- a) fenótipo é determinado exclusivamente pelo genótipo
 b) o fenótipo é determinado pelo genótipo em interação com o ambiente
 c) genótipo é determinado exclusivamente pelo fenótipo
 d) genótipo é determinado pelo fenótipo em interação com o ambiente

8. Coelhos himalaias em temperatura de cerca de 20°C são inteiramente brancos. Quando colocados em temperatura de 5°C desenvolvem pêlos pretos nas patas, orelhas e focinhos. O fenômeno descrito ilustra:



- a) a atuação do meio nas mutações
 b) o processo de seleção natural
 c) a influência do ambiente na alteração do genótipo
 d) a interação do meio e do genótipo

9. A mosca drosófila de **olho branco** apresenta a constituição X^WY e não possui gene para o olho vermelho, que **impede a manifestação** do **outro gene**, para olho branco. Na frase acima, os termos em negrito correspondem aos conceitos abaixo, na seguinte ordem:



- a) fenótipo, alelo, dominância, genótipo
 b) fenótipo, genótipo, dominância, alelo
 c) genótipo, fenótipo, dominância, alelo
 d) genótipo, fenótipo, alelo, dominância

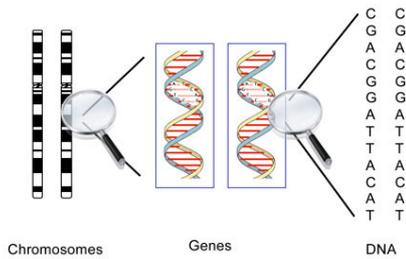
* 10. A probabilidade de um casal de heterozigotos para um par de alelos ter um descendente do sexo feminino homozigoto dominante é:

- a) 1/8 b) 1/2 c) 1/4 d) 1/16

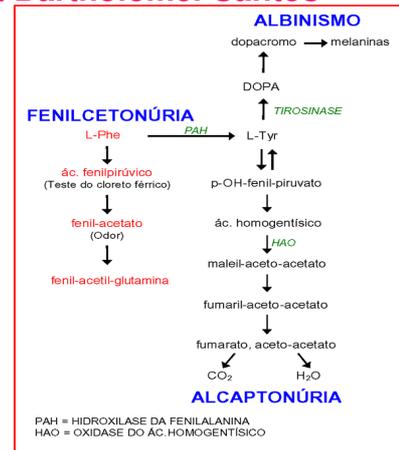
Anexo 8 – Pôster utilizado em conjunto com o modelo didático

DESENVOLVIMENTO E USO DE MODELO DIDÁTICO PARA FACILITAR A CORRELAÇÃO GENÓTIPO-FENÓTIPO

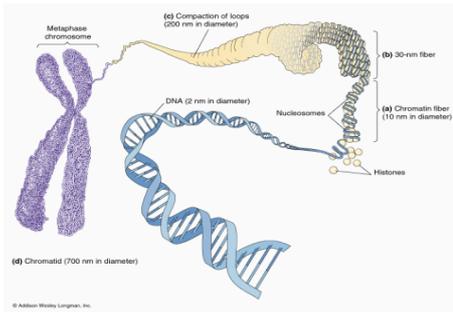
Daiana Sonogo Temp; Marlise Ladvocat Bartholomei-Santos



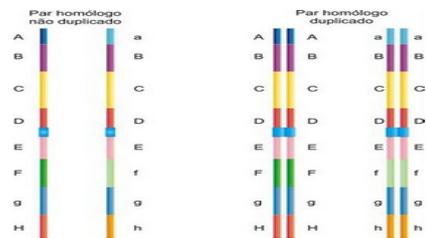
Esquema mostrando cromossomos com bandejamento; região da dupla hélice contendo um gene (formado por uma sequência de nucleotídeos); relação cromossomos-genes-DNA", (Figura 1).



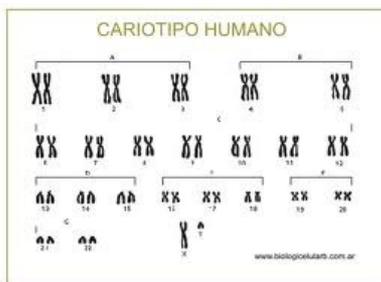
Relação genótipo-fenótipo (Figura 2).



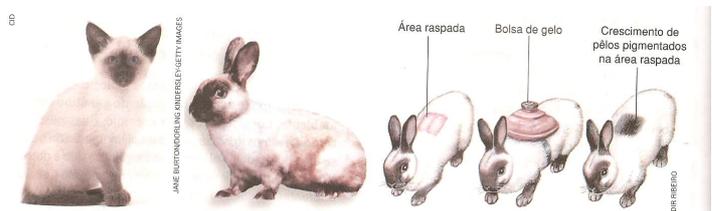
Helicoidização da molécula de DNA (Figura 3)



Cromossomo simples e par de homólogos (Figura 4)



Cariótipo humano masculino; 22 pares de cromossomos autossomos e 1 par de cromossomos sexuais (Figura 5).



Exemplo de interação genótipo + meio alterando o fenótipo (Figura 6).

ANEXO 9 – Pós- teste

Desenvolvimento e uso de modelo didático para facilitar a correlação genótipo-fenótipo

Questões adaptadas dos livros Biologia (Cezar e Sezar); Biologia: Biologia das Populações (Amabis e Martho) e Bio (Sônia Lopes).

Marque a alternativa correta. Questões com asterisco devem conter o desenvolvimento.

*1. Se um homem for heterozigoto para o albinismo:

I. Qual a proporção dos espermatozoides que conterão o gene A e o gene a?

II. E se casar com uma mulher albina quais os prováveis tipos de filhos?

III. E se casar com uma mulher heterozigota, qual a possibilidade de nascimento de uma menina albina?

a) I. 100% A; II. todos normais; III. 12,5%

b) I. 50% A e 50% a; II. todos normais; III. 25%

c) I. 50% A e 50% a; II. todos albinos; III. 50%

d) I. 50% A e 50% a; II. normais ou albinos; 25%

e) I. 50% A e 50% a; II. normais ou albinos; III. 12,5%

2. Qual das alternativas se refere a um cromossomo?

a) um conjunto de moléculas de DNA com todas as informações genéticas da espécie

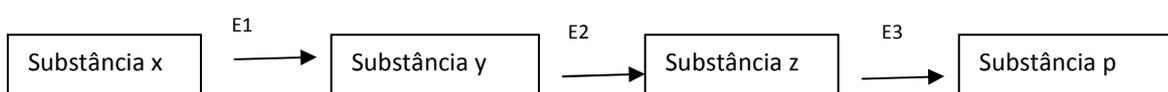
b) um único gene com informação genética para algumas proteínas

c) um segmento de molécula de DNA formado por genes

d) uma única molécula de RNA com informação para uma cadeia polipeptídica

e) uma sequência de três bases nitrogenadas do RNA mensageiro correspondente a um aminoácido na cadeia polipeptídica

3. A seguinte sequência de reações ocorre nas células de determinado ser vivo:



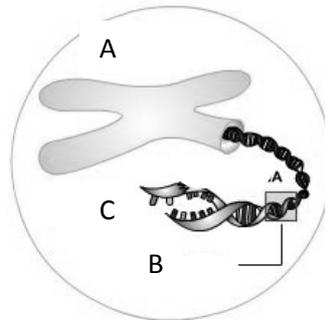
Uma célula com mutação no gene responsável pela síntese da enzima 2 (E2) produzirá uma enzima inativa e apresentará acúmulo somente de:

- a) X
- b) Y
- c) Z
- d) X e Y
- e) Y e Z

4. Pessoas do mesmo genótipo para o caráter cor da pele podem adquirir fenótipos diferentes expondo-se mais ou menos às radiações solares. Tal exemplo exemplifica adequadamente a:

- a) variabilidade das espécies
- b) interação do genótipo com o meio ambiente
- c) ação da seleção natural
- d) ocorrência ao acaso das mutações
- e) herança dos caracteres adquiridos

5. Observe a figura abaixo e responda V (verdadeiro) ou F (falso):



- a. () a letra A corresponde ao cromossomo, estrutura formadora dos genes
- b. () a letra B pode ser um gene
- c. () a letra C representa a dupla hélice do DNA
- d. () os seres humanos apresentam 23 cromossomos localizados no núcleo
- e. () a letra B contém as informações para a síntese de proteínas