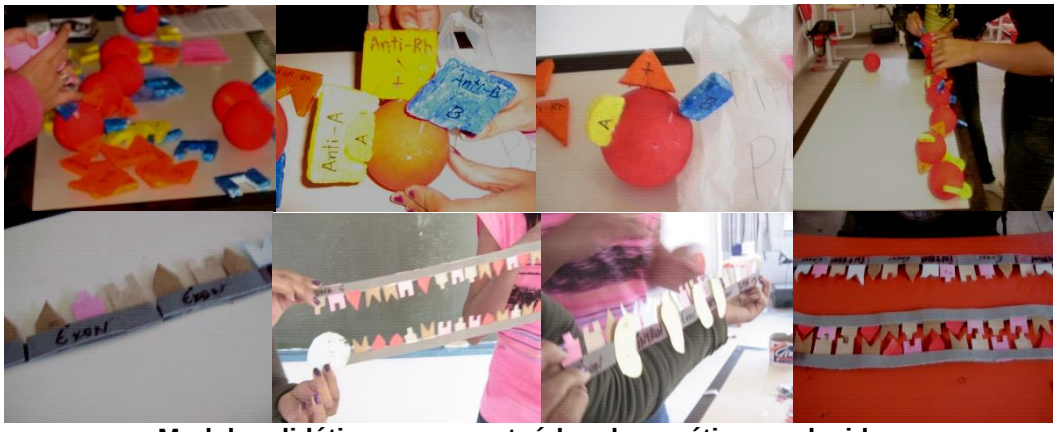
UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO, FILOSOFIA E HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS

ANÁLISE CONCEITUAL DE MODELOS NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE BIOLOGIA E A MODELAGEM COM CONTEÚDOS DE GENÉTICA.



Modelos didáticos com conteúdos de genética produzidos pelos licenciandos em Biologia da UEFS

Francisco Antonio Rodrigues Setúval

Feira de Santana – Bahia
Maio de 2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO, FILOSOFIA E HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS

Francisco Antonio Rodrigues Setúval

ANÁLISE CONCEITUAL DE MODELOS NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE BIOLOGIA E A MODELAGEM COM CONTEÚDOS DE GENÉTICA.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências da Universidade Federal da Bahia e da Universidade Estadual de Feira de Santana, como requisito necessário para a obtenção do título de mestre em Ensino, Filosofia e História das Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Nelson Rui Ribas Bejarano.

Feira de Santana – Bahia
Maio de 2011

TERMO DE APROVAÇÃO

ANÁLISE CONCEITUAL DE MODELOS NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE BIOLOGIA E A MODELAGEM COM CONTEÚDOS DE GENÉTICA.

Francisco Antonio Rodrigues Setúval

Banca Examinadora

Prof. Dr. Nelson Rui Ribas Bejarano (orientador)
Universidade Federal da Bahia - UFBA

Prof. Dr. Marco Antonio Leandro Barzano
Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS

Prof. Dra. Anete Charnet Gonçalves da Silva
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB

"Tudo é do Pai! Toda honra e toda a glória.

É Dele a vitória, alcançada em minha vida."

(Trecho da música de Frederico Cruz,
cantada por Padre Fábio de Melo)

Caminho de Pedras

(Autor: Francisco A. R. Setúval - 1996)

Durante o desejo da conquista
Descobri que eu era o próprio caminho.
Não tinha a intenção de despertar
Que nesse meu caminho existiam pedras
Em que tropecei e caí. Aconteceu.
E na queda, percorri o meu caminho interior
De incertezas, indecisões - pedras que surgiam.
Caminho de angústias, pressões - pedras que refletiam
Caminho de ânimo e forças - me redescobria.
Sendo onipotente, abaixo da presença divina,
Venci um dos meus caminhos de pedras existentes.
A luta, ponto de partida me fez lembrar
Do esplendor na face, alegrias.
Da esperança de que tudo conseguiria,
Porém, algo desmoronou...
Foram as pedras do meu caminho
Que mais uma vez surgiam sem pudor
A ganância dos homens: covardia
A disputa incessante: sobrevivência tardia
O pessimismo: fio condutor de negativa energia
A família: terrível pressão do dia
A sociedade: a cobrança ordenaria
A renúncia: será que contraria?
A certeza do desânimo cruel diante das pedras que existiam
No meio do meu caminho de pedras.
Sobressaí-me com a minha incansável onipotência
E a certeza de que as pedras que ficaram para trás
Eram poucas diante da imensurável quantidade
Que viriam pela frente despertariam-me:
Eu era o próprio caminho de pedras
Que fatigava, ensinava e amadurecia
Pedras em que eu me redescobria;
Caminho de pedras: solitário e árduo
Caminho de pedras que venci
Caminho de pedras que ora venço
Caminho de pedras que vencerei
Caminho de pedras que o homem sempre vencerá.

DEDICATÓRIA

A DEUS,

Senhor Eterno! Pai de bondade e misericórdia: a ti confio toda a minha vida!

A MINHA SENHORA,

Lindaura, minha mãe de todas as horas: o teu seio, abrigo da minha vida.

AO MEU SAUDOSO SENHOR,

Francisco, pai guerreiro, humilde e amigo: aprendi muito com os teus ensinamentos.

A MINHA SENHORA DO CORAÇÃO,

Maysa, inspiração de vida que se traduz em amor, cumplicidade e dedicação. Sem a sua compreensão em muitos momentos das nossas vidas nada seria possível: você também faz parte dessa história!

AGRADECIMENTOS

"Mesmo que a palavra "obrigado" signifique tanto, não expressará por inteiro o quanto seu gesto atencioso e delicado foi importante para mim."

O sentido dessa frase é intenso aos olhos da minha eterna gratidão a quem passou e está presente na minha vida deixando marcas inesquecíveis para que eu chegasse até aqui. Concluído a etapa final desse momento da minha vida, elevo meus olhos a um horizonte interior resgatando pessoas que acreditaram em mim com suas várias atitudes e gestos. Agradecer a todos vocês é reconhecer o valor de cada um na minha construção pessoal, acadêmica e profissional.

A **Deus**, onipotente, por iluminar sempre os meus caminhos e abençoar a todo o momento essa jornada, alimentando em mim sempre a esperança de acreditar que só a fé e a proteção divina são capazes de superar todas as barreiras.

Aos **meus pais**, Francisco Rodrigues Setúval (*in memorian*) e Lindaura Bandeira Setúval, que unidos pelo amor sacrificaram suas vidas para que eu pudesse fazer da educação que me ofereceram degraus de aprimoramento pessoal, intelectual e profissional. Obrigado por tudo!

A **minha esposa**, Maysa Souza Nascimento Setúval, que sabiamente soube entender o quanto era necessário eu está ausente em muitos momentos do nosso convívio para atingir esse fim. Entre viagens de trabalho na UESB e em Argoim e de aulas na UFBA e UEFS, leituras, produções textuais, cansaços e estresse, a sua paciência, carinho e palavras motivadoras eram o canto que me acalentava. Ainda mais, por ser professora de Língua Portuguesa e colaborar com a correção gramatical do texto dissertativo.

Ao **meu orientador**, Prof. Dr. Nelson Rui Ribas Bejarano, pela orientação, apoio, confiança e por acreditar na minha capacidade. Agradeço plenamente!

Aos **professores** do Mestrado (Nelson Bejarano, Charbel El-Hani, Conceição Oki, Soraia Lobo, Cristina Penido, Olival Freire) pelos conhecimentos socializados. Em especial, ao Prof. Júlio Vasconcelos, que além dos conhecimentos compartilhados, tornou-se um grande amigo que tenho muita admiração e respeito.

Ao **Coordenador** do Programa, Professor André Mattedi e **funcionários**, Elenice, Marli e Geraldo pela receptividade e atenção.

As minhas **irmãs** Yolanda Setúval e Rita de Cássia Setúval, que desde o início da minha trajetória acadêmica foram grandes incentivadoras: o apoio de vocês foi fundamental na minha formação!

A minha **irmã** Elísia Setúval que durante esses dois anos está muito presente em minha vida, fortalecendo o meu coração e o meu espírito com suas palavras de fé e de ânimo.

Aos meus outros **irmãos**, que mesmo não participando diretamente dessa etapa da minha vida acadêmica, reconheço no íntimo de cada um a felicidade que estão sentindo por eu ter alcançado essa vitória.

Aos meus **sogros**, Gelcina Nascimento e Matias Nascimento, pelas orações, conselhos e apoio.

Aos meus **sobrinhos**, pelo respeito e admiração que têm por mim. Em especial, a Jovelina Setúval e Victória Setúval que são uma parte de minha vida que jamais vou esquecer: foi com as suas presenças que tudo começou.

Agradeço também ao meu **sobrinho** Érico Edílio, quando ao telefone me deixou emocionado com suas palavras: *"Tio, é uma satisfação para mim você está concluindo seu mestrado!"*

As **cunhadas** Gerusa Nascimento e Janaína Nascimento pelas palavras de apoio e carinho, e, também aos **cunhados** Francisco Torres, Cleiton Matos e Benedito Carvalho quando em suas conversas comigo me fortaleciam para eu continuar essa trajetória.

Aos **professores** da UEFS, Geilsa Baptista, Marco Barzano e Claúdia Sepúlveda pelo convívio quando trabalhamos juntos e pelas opiniões e sugestões dadas quando me surgiu à idéia de produzir um projeto com esse tema para desenvolver no mestrado.

A **professora** da UEFS, Sandra Furiam que me iniciou na pesquisa durante a graduação e hoje colho frutos também dos seus ensinamentos.

Aos **graduandos** de Biologia da UEFS, sujeitos da pesquisa que se disponibilizaram gentilmente para condução do estudo realizado.

Aos **graduandos** de Biologia da UESB que foram meus alunos, pelos sinceros incentivos para eu suportar idas e vindas entre Conquista, Feira e Salvador.

A Airana Prado e Lílian Aragão, bolsistas de extensão do Projeto Grupo Colaborativo de Modelagem Matemática pela atenção na sala do Programa / UEFS.

A todos os **colegas** do mestrado que estiveram comigo nas aulas, em especial Eliseu, Geraldo, Wanderley, Jorge, Jamile, Miríades, Nilza e Gisele pelo apoio, ensinamentos compartilhados e amizade construída.

A **Professora** Tânia Cunha, do Colégio Estadual Santo Antonio do Argoim, por compreender e me apoiar durante as minhas ausências: obrigado de coração!

Aos **funcionários** do Colégio Estadual Santo Antonio do Argoim, Tânia Santos e Valmir pelo auxílio e dedicação para comigo.

Aos **professores e alunos** da Escola Municipal Santo Antonio do Argoim, pela compreensão nos momentos difíceis e torcida na conclusão dessa etapa.

Aos **professores** da UESB, Edinaldo Carmo, Alday Oliveira, Ubirajara Cairo, Renato Figueiredo, Antonio Carlos e André Leitão pelo incondicional incentivo e apoio. Em especial, a Anete Charnet, Willma Dêda e Márcia Menezes: sem palavras!

A **Professora** Elenita Queiroz, da UFU/MG, uma amiga que conquistei e que sempre me incentivou a fazer o mestrado: a promessa foi cumprida!

Aos **amigos** e **irmãos** de alma, Alessandre Mattos e Otília Peixoto, tão importantes são vocês na minha construção: jamais esquecerei o que me proporcionaram nos momentos mais difíceis da minha caminhada acadêmica.

Ao **amigo** Adriano Eysen, que na sua sinceridade e poesia soube colocar, de modo singular, cada palavra de incentivo para a minha busca desse ideal.

Ao casal de **amigos** Cristiane Guimarães e Ivan Almeida, além de suas filhas Nina, Mila e Laiana que acompanharam boa parte dessa produção quando me refugiava na chácara que residem.

Aos **amigos** do coração, Arlene Bittencourt, Valdemiro Marinho, Wolney Menezes, Millena Carvalho, Amarildo Bianck, Ozineide Gusmão e Silvania Cápua por torcerem sempre por mim.

Ao **amigo** Frei Beto, pela amizade construída e ensinamentos nos diálogos.

Ao **amigo** Jair Coutinho, da Casa da Esperança, meu conselheiro quando precisei muitas vezes juntar forças: suas mensagens espirituais me renovavam.

Aos **mentores espirituais** da Casa da Esperança pela luz e proteção.

Francisco Antonio Rodrigues Setúval

RESUMO

O presente trabalho evidencia resultados de uma investigação que teve como objetivos analisar os conceitos dos licenciandos em Biologia da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) sobre modelos científicos e didáticos e avaliar os argumentos epistemológicos/sociais e os de aprendizagem levantados pelos estudantes em relação aos conteúdos de genética como evidências para a promoção de atividades de modelagem. A investigação ocorreu entre maio e julho de 2010 envolvendo estudantes em formação inicial do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas/UEFS. Procedemos inicialmente com a aplicação de um questionário aberto, dividido em quatro blocos (I, II, III e IV), contendo uma questão para cada um. Nos blocos I e II a intenção foi obter o entendimento dos licenciandos sobre os modelos científicos, respectivamente, sem cenário (visão subjetiva) e com cenários (imagens e descrições), o mesmo acontecendo com os blocos III e IV objetivando buscar o entendimento dos estudantes sobre os modelos didáticos. O segundo procedimento constou da aplicação de um roteiro de atividade aos estudantes visando apresentarem, através da apreciação de nove livros didáticos de Biologia do ensino médio e dois do ensino superior permeando conteúdos de genética, aspectos decorrentes de critérios já formulados (indicação de um conteúdo em genética, formulação de um problema, estabelecimento de justificativa de escolha do modelo, apontamento de questões epistemológicas e indicação de possíveis contribuições dos modelos produzidos) para auxiliar no planejamento e organização de produção de modelos durante a investigação. Os resultados apontaram que os estudantes expressam nos seus conceitos sobre os modelos nas Ciências e modelos didáticos aspectos de representação indicados na literatura, embora, existindo variações e diferenças no tratamento dado, bem como limitações de cunho teórico. Em relação ao roteiro de atividade os estudantes evidenciaram aspectos pertinentes em relação às questões epistemológicas e didáticas que têm sido apontadas na literatura sobre os conteúdos de Genética no ensino de Ciências e Biologia, os quais possibilitaram a elaboração dos modelos. Desse modo, indicamos a possibilidade de ocorrência de práticas dessa natureza durante o curso em componentes curriculares que promovam atividades de modelagem. Concluímos que os conhecimentos prévios dos estudantes sobre os modelos são importantes para fundamentação pelos professores de questões epistemológicas, didáticas e históricas consideradas como bases para justificar atividades de modelagem com conteúdos de Genética no ensino de Ciências e Biologia. Elencamos também a importância que deve ter a História da Ciência em atividades de modelagem na formação docente. Sugerimos que modelos didáticos produzidos pelos licenciandos possam ser aplicados em seus estágios supervisionados de Ciências e Biologia. Levando em consideração os procedimentos utilizados na pesquisa concluímos que podem ser utilizados na formação de outros conceitos dos estudantes para a construção do conhecimento. O estudo realizado tende a uma continuidade através da proposta de elaboração de modelos por estudantes e professores a partir de aspectos históricos relacionados aos fatos e acontecimentos dos fenômenos envolvidos com os conteúdos biológicos.

Palavras-Chave: Modelos Científicos e Didáticos; Modelagem; Ensino de Ciências e Biologia; Conteúdos de Genética; Formação de Professores.

ABSTRACT

The present work evidences the results of an investigation which has as objectives to analyze the concepts of Biology students at Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) about the didactic and scientific models and to evaluate the social /epistemological arguments and those of learning raised by the students in relation to the Genetics contents as evidences for the promotion of activities of modeling. The investigation occurred from May to July in 2010 involving students in the initial formation in the course of Biology Sciences Licenciature/UEFS. We proceeded initially with the application of an open questionnaire, divided into four blocks (I, II, III and IV), having one question for each one. In the blocks I and II the intention the understanding of the students about scientific models, respectively, without the scene (objective vision) and with scene (images and descriptions), the same happing with the blocks III and IV objectifying the understanding of the students about the didactic models. The second proceeding was the application of a route of activities to the students viewing them to present, through the appreciation of nine didactic books of Biology for high school level and two of the university level getting Genetics contents, aspects resulted from criteria already formulated (indication of a content in Genetics , formulation of a problem, the establishment of a purpose of choosing of the model, pointing the epistemological questions and indication of possible contributions of the produced models) to help in the planning and organization of the production of models during the investigation. The results pointed that the students express in their concepts about the model of Sciences and didactic models aspects of representation indicated in the literature, although, there are variations and differences in the given approach, as well as the limitations of theoretical base. In relation to the script of activities the students evidence pertinent aspects in relation to the epistemological and didactic questions that have been pointed in the literature about the contents of Genetics in the teaching of Sciences and Biology, which can make the elaboration of the models possible. So that we indicated the possibility of the occurrences of practice of this nature during the course in the curriculum components, that promote modeling activities. We conclude that the students` background knowledge about the models is important for fundamentation by the professors of epistemological, historical and didactics questions considered as bases for justifying the activities of modeling with contents of Genetics in the teaching of Sciences and Biology. We also presented the importance of the History of Sciences must have in the activities of modeling in the teaching formation. We suggested that the didactic models produced by the university students can be applied in their supervised practicing of Sciences and Biology. Taking into consideration the proceeds used in the research we conclude that can be used in the formation of other concepts of the students for the construction of knowledge. The study done tends to a continuity through the historic aspects related to the facts and the happenings of the phenomena involved in the Biological contents.

Keywords: Scientific and Didactic Models; Modeling; Teaching of Science and Biology; Genetics Contents; Teaching Formation.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Aspectos relacionados aos modelos científicos pelos estudantes.....83

Tabela 2: Aspectos relacionados aos modelos didáticos pelos estudantes (abordagem conceitual).....104

Tabela 3: Finalidades relacionadas aos modelos didáticos evidenciadas nas respostas dos estudantes na abordagem conceitual sobre o tema.....109

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 14
1.”Toda ação humana tem um interesse”: eis que surge a proposta de pesquisa 19
2. ???? As interrogações que conduzem para as minhas intenções 22
3. Intenções traçadas para o percurso 25
4. De quais partes compõe-se meu atalho 26

1 . REVISÃO DE LITERATURA 27
1.1. Modelos na Ciência: representações no contexto do conhecimento científico... 27
1.2. Os fundamentos das analogias nas representações dos modelos 36
1.3. A natureza das teorias científicas: realismo e anti-realismo científico..... 41
1.4. Modelos didáticos no ensino de Ciências e a modelagem na formação de professores..... 45
1.5. O ensino de Genética: situando argumentos para a possível aplicabilidade de modelos didáticos na construção do conhecimento 53

2. TRAÇANDO O CAMINHO METODOLÓGICO 60
2.1. Situando o campo empírico 61
2.2. A escolha dos sujeitos 62
2.3. Apresentando os sujeitos da pesquisa 64
2.4. Apontando os procedimentos metodológicos 65
2.5. Análise dos dados 77

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 81
3.1. Os olhares dos estudantes sobre modelos nas Ciências 81
3.2. Os olhares dos estudantes sobre modelos didáticos 100
3.3. O registro dos estudantes com base nos critérios pontuais do roteiro de atividade: tecendo possibilidades e perspectivas de elaboração e utilização de modelos didáticos com conteúdos de Genética 115

4. CONSIDERAÇÕES 131
5. REFERÊNCIAS 136

6. APÊNDICES 143
6.1. Modelo de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) apresentado aos licenciandos do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, na disciplina EDU355 – Docência em Ciências: saber científico / saber escolar II, da Universidade Estadual de Feira de Santana / UEFS conforme a Resolução CNS 196/96 (BRASIL, 2003) 144
6.2. Roteiro de atividade aplicado aos licenciandos do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, na disciplina EDU355 – Docência em Ciências: saber científico / saber escolar II, da Universidade Estadual de Feira de Santana / UEFS 145

7. ANEXOS 146
7.1. Fluxograma dos componentes curriculares do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Feira de Santana / UEFS. Em destaque o componente curricular EDU355 – Docência em Ciências: saber científico / saber escolar II 147
7.2. Protocolo de registro do projeto de pesquisa submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Feira de Santana (CEP/UEFS), registrado sob o Protocolo 030/10, CAAE 0029.0.059.000-10 148
7.3. Ofício do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Feira de Santana, informando a aprovação da pesquisa com os estudantes do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Feira de Santana / UEFS 149

INTRODUÇÃO

> *"Em que sentido poderíamos considerar como existentes diversas entidades, tais como átomos, elétrons, campos eletromagnéticos, genes, DNA, placas tectônicas, galáxias espirais, buracos negros, que povoam nossas teorias científicas?"*
>
> (Trecho extraído do artigo de *Eduardo Salles O. Barra, 1998)*

Em resposta a esse questionamento, o próprio autor diz que o desafio consiste na decisão de como o mundo descrito por nossas teorias científicas deve se relacionar com expectativas de cada um sobre a realidade do mundo a partir da experiência cotidiana, a qual representa um mundo composto de objetos fixos e de relações objetivas entre eles.

Conforme Omnés (1996), todo pensamento é baseado numa representação, fazendo com que a nossa percepção traduza o mundo. Com isso, estabelece que a Ciência seja uma representação da realidade. Este autor completa, ainda, que a Ciência representa o mundo através de regras, as quais podem diferenciar-se por três categorias: as regras empíricas, os princípios e as leis.

Pietrocola (2001) acrescenta que sobre a realidade do mundo não há um sentido indagá-la, uma vez que não está em jogo a discussão da realidade em si, como dimensão ontológica do mundo, mas sim a atribuição possível de ser feita sobre essa realidade.

Entendemos que a atribuição sobre essa realidade não deve ser compreendida no "fato de que temos com freqüência a impressão de que o que nós observamos é verdadeiramente "o real"." (FOUREZ, 1995, p. 53).

Essa crença tende a nos propiciar a visão absolutamente objetiva do mundo e da Ciência, o que contraria atualmente a visão de Ciências que se quer ensinar e que deve ser ensinada, ou seja, a partir das dimensões históricas, filosóficas, epistemológicas, sociais, culturais, éticas, entre outras.

Nesse sentido, o autor supracitado nas análises diz sobre o real que em relação às observações científicas se situam no modo de ver e de organizar a realidade tais como os "objetos fenomenais" podem ser vistos.

De acordo com Concari (2001), é que de modo mais generalizado, a concepção atual sobre as teorias científicas explicam os fenômenos descrevendo a realidade subjacente a eles e predizendo novos fenômenos.

Por sua vez, a autora alude sobre o conhecimento científico como sendo sistematizado, validado e aceito como construção humana em que seu objetivo consiste na compreensão, explicação e atuação sobre a realidade. Refere-se também que a constituição do conhecimento científico se dá pela manifestação dos conceitos, julgamentos e raciocínios, no qual as idéias se estabelecem como eixos de articulação lógica e possam estruturar um conjunto de proposições que definem as teorias.

Sobre as teorias científicas, informa que são conjuntos de enunciados que têm fins explicativos e sua aplicação para explicar feitos requer a construção de modelos, sendo estes uma estrutura suposta, enquanto que a teoria é o conjunto articulado de enunciados que descreve a estrutura (CONCARI, 2001).

Giere (1999) afirma que uma maior atenção acerca do papel dos modelos nas Ciências foi a proliferação de ponto de vista sobre o que são modelos e sobre como eles são utilizados na ciência.

Krapas et al.(1997); Machado e Vieira (2008); Mendes (2008) afirmam que a literatura tem apontado a existência de uma polissemia conceitual em relação aos modelos conforme demonstrado na classificação postulada por vários teóricos.

Galagovsky e Adúriz-Bravo (2001), afirmam que epistemologicamente a noção de modelo tem estado desde sempre estritamente ligada à teoria.

Estes autores fazem considerações sobre o conceito de modelo utilizando-se de estudos de teóricos como Giere (1992, 1999) que aponta a difusão de uma série de investigações e teorias específicas em torno dos modelos; além de Izquierdo (1999) afirmando que a concepção de modelos tem recebido uma maior atenção na epistemologia, à luz de investigações específicas na psicologia da aprendizagem, ciência cognitiva e didática das ciências, que tem sido indicado como um conceito poderoso para compreensão da dinâmica de representação que tantos científicos como estudantes têm a fazer do mundo. Por fim, Adúriz-Bravo (1999) referindo-se que as entidades lingüísticas com que trabalham a ciência são verdadeiros operadores dos modelos que pretendem ser a representação teórica da realidade.

Uma questão essencial de destacar é que em se tratando de formação de professores, o estudo sobre os modelos científicos deveria constituir-se como parte integrante dos conteúdos, tanto nas áreas específicas quanto de ensino. Em verdade, por concordar com Guimarães e Ferreira (2006) quando assumem que essa ação pode proporcionar uma compreensão do processo científico de construção do conhecimento e uma reflexão sobre a própria formação científica, além de ampliar perspectivas das abordagens pedagógicas, favorecendo assim, uma fundamentação sobre aspectos da Ciência para reflexão em sala de aula.

Sob esta ótica, o estudo sobre os modelos científicos e didáticos na formação inicial de professores poderá ser estabelecido com a abordagem e discussão entre duas formas de conhecimento que estão permeando as salas de aula, ou seja, o conhecimento científico e o conhecimento escolar. De tal modo, que os saberes relativos aos fatores envolvidos nessas formas de conhecimento possam auxiliar na compreensão sobre os modos de aplicações didáticas e metodológicas dos modelos didáticos no ensino.

É fato que no ensino de Ciências a abordagem de alguns conteúdos requer a utilização de modelos científicos para compreensão dos processos envolvidos nos fenômenos biológicos. Nesse sentido, uma das possibilidades é efetuada mediante a modelização que de acordo com Machado (2009, p.38), “em uma perspectiva ampla, a Modelização se refere ao processo de elaboração de modelos ou à apropriação de modelos já construídos.”

Um questionamento feito pela autora, acima citada, é sobre o seu entendimento como um método para o ensino de conteúdos previamente determinados ou como um objeto de ensino, afirmando que esta distinção não aparece de forma clara nos trabalhos encontrados na literatura, o que contribui para a dificuldade de pesquisadores em relação aos seus pressupostos diante do tema.

Por outro lado afirma a autora que, entre os autores estudados por ela, é provável haver uma concordância sobre a concepção de modelização, entendendo-os como “a construção de um caminho que conduza o aluno desde suas representações (modelos mentais) até os modelos científicos. Para muitos destes autores, entre esses extremos deve existir a intermediação de um *modelo didático.*” (MACHADO, 2009, p.38).

Os modelos didáticos ou modelos pedagógicos são comumente usados no

ensino de Ciências e podem representar um aporte instrumental para o docente muito importante na abordagem de conteúdos, podendo, garantir a aprendizagem do estudante de acordo com o modo como é operacionalizado em sala de aula. Segundo Justina e Ferla (2006, p. 35), “os modelos didáticos são representações, confeccionadas a partir de material concreto, de estruturas ou partes de processos biológicos.”

Por sua vez, Braga et al. (2009, p. 6) consideram que a utilização de modelos pedagógicos ou didáticos como procedimento estratégico no ensino “permite tornar concreto o conteúdo de conceitos abstratos, dar movimento a processos que não nos são possíveis observar no mundo empírico ou a olho nu, simular e prever situações futuras, entre outras.”

Sob o ponto de vista de conteúdos abordados no ensino de Biologia, os temas contemporâneos de genética têm sido um dos merecedores de destaque na escola por conta da expansão do conhecimento envolvendo a Biotecnologia e a Genética Molecular, inclusive, sendo estes sugeridos nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM), como propostas no ensino.

Temas como transgênicos, clonagem, terapia gênica, células-tronco estão presentes na vida social das pessoas, uma vez que a sua propagação tem se dado nos mais diversos meios de comunicação, o que tem sido uma preocupação por parte de pesquisadores e professores, em virtude do sensacionalismo em torno das questões e dos equívocos e erros conceituais passados à sociedade e que tem se refletido na escola.

Portanto, conteúdos de genética, tanto relacionados a temas contemporâneos quanto ditos “temas antigos” devem fazer parte do currículo da escola, podendo ser trabalhados, além de outros aparatos, com a utilização de modelos didáticos. Assim, gerando perspectivas não somente de exposição conceitual a partir deles, mas também propiciando que os estudantes os produzam ou reproduzam para melhor entendimento na formação dos conceitos científicos.

Goldbach e Macedo (2007), em estudo realizado sobre a análise de produção científica nacional sobre a temática genética-hereditariedade a partir de anais de eventos acadêmicos reconhecidos na área de Ensino de Ciências e Biologia (Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia / EPEB; Encontro Regional do Ensino de Biologia / EREBIO; Encontro Nacional do Ensino de Biologia / ENEBIO e

Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências / ENPEC) apontam que 43% dos trabalhos aprovados se relacionam a atividades didáticas. Nesse percentual os Modelos representam 20% de proposta de aplicações de atividades práticas, envolvendo conteúdos variados sobre a temática.

Acrescentam ainda que a “genética escolar” possui uma abordagem pouco integrada e fragmentada na visão dos autores dos trabalhos analisados, desse modo, merecendo que o “novo” discurso para tal na pesquisa acadêmica aliada à formação do professor, inicial ou continuada, seja especialmente difundido e produzido (GOLDBACH e MACEDO, 2007).

A aplicação de atividades de modelagem é justificada por Maia e Justi (2009) considerando a sua importância como estratégia investigativa, que contribui para o desenvolvimento de conhecimentos específicos e de princípios da Ciência.

Partindo dessa ótica, o papel sobre a natureza da Ciência tem uma importância relevante no modo como atribuímos à realidade dos fenômenos uma forma de compreender sobre a construção do conhecimento científico, principalmente, no âmbito do ensino de Ciências.

El-Hani (2006, p. 3), citando Matthews (1994) infere sobre as abordagens contextuais no ensino de Ciências, “nas quais se propõe que a aprendizagem das ciências deve ser acompanhada por uma aprendizagem sobre as ciências (ou sobre a natureza da ciência).

Marsulo e Silva (2005) afirmam que em se tratando de qualquer proposta didático-metodológica que busca a construção do conhecimento há concepções e pontos de vista parcialmente formalizados e explícitos aos processos de ensino e aprendizagem, estes fundamentados numa concepção de mundo e de ciência, em que se manifestam as dimensões teórico-conceituais, as metodologias específicas e os procedimentos inerentes a construção do conhecimento.

De acordo com Dominguini (2008, p. 5), “o conhecimento científico consiste em um saber sistematizado que busca explicar a ordem dos fenômenos naturais ou sociais de forma racional, produto de uma atividade metódica de investigação.”

Logo, para que os alunos possam se apropriar dos conhecimentos oriundos da ciência há a necessidade de organizar o processo de ensino-aprendizagem. Nesse caso, “a linguagem aplicada pela ciência não é a mesma linguagem utilizada em sala de aula [...] Ao ser levado à sala de aula na forma de conteúdo de ensino,

este saber sistemático é adaptado e transformado em conhecimento escolar." (DOMINGUINI, 2008, p.8)

Nesse sentido, afirma ainda que a organização do conhecimento científico para fins de ensino se dá na forma de conteúdos escolares, os quais são elaborados de modo didático a fim de permitir a sua transmissão pelo docente e possibilidade de assimilação pelos estudantes, sendo os conteúdos escolares "um conjunto de saberes que o contexto social vigente compreende como necessário a serem transmitidos às novas gerações."(p.2)

No presente estudo, enveredando por referenciais diversos para a abordagem sobre aspectos gerais da polissemia conceitual dos modelos científicos e proposições em torno dos modelos didáticos articulados a aspectos inerentes ao ensino de Ciências e formação de professores, apresentamos e discutimos os resultados da pesquisa intitulada "Análise conceitual de modelos na formação inicial de professores de Biologia e a modelagem com conteúdos de genética."

1. "Toda ação humana tem um interesse": eis que surge a proposta de pesquisa.

A partir de reflexões, provenientes de uma experiência com produção de modelos didáticos com alunos em formação inicial em Biologia, destacando em especial, a própria concepção de modelos que ora se tornava questionável, durante o processo de construção e socialização, evidenciado nas interrogativas abaixo é que os primeiros sinais se instalam como possível interesse de uma proposta de estudo: De que modelo falo? O que representa um modelo em termos de idealização das formas? O que são e para que servem os modelos? Os modelos têm relação analógica ou apenas se adéquam a compreensão de um fenômeno? Modelos didáticos podem ser jogos ou podem ser propostos em alguma situação similar?

Diante dessas premissas iniciais expostas é que se deu o despertar pelo interesse em buscar respostas através da execução de um estudo que tratasse da temática, uma vez que considerando o contexto teórico lido até então de forma bem incipiente, apresentava pouca fundamentação com o que tinha desenvolvido na minha experiência enquanto professor formador de futuros docentes, como também professor de biologia no ensino médio.

Logo, as dúvidas diante dos questionamentos acima se tornavam indícios de que algo poderia ressurgir como possibilidade de um novo olhar de quem ainda tentava persistir com os alunos sobre a produção de algo, que além de imagético e fascinante, traduzia nos discursos dos alunos possibilidades pedagógicas que serviriam para incremento de suas aulas, enquanto futuros professores.

Desvelar essas questões, no entanto, ao meu ver, recai em reconhecer que o produto inicial do conhecimento a ser produzido foi a prática efetuada na construção dos modelos didáticos, que mesmo com substancial teórico não tão abrangente, como nesse caso, levou a caminhos de intencionalidade criativa, conscientemente ou inconscientemente, de modo que despertou para o amadurecimento de perspectivas e possibilidades de novas visões que possam revelar a verdadeira face da compreensão daquilo que falo, que interrogo, que por vezes, se confunde na busca da compreensão, mas que insiste em buscar os modelos como tangível e apreciável na busca de um professor que procura não ser o modelo ideal de uma causa, mas representante de um conhecimento que ora se produz academicamente sobre modelos que, com certeza, se traduzirão e intensificarão no percorrer de outras trilhas científicas.

Decorreu com isso, que para as novas visões sobre os modelos era essencial refletir no momento sobre a necessidade da busca de um maior aprofundamento das questões que envolvem a temática, dado a sua importância no ensino de Ciências, no sentido de elencar considerações mais abrangentes que fundamentassem a minha proposta de pesquisa.

Enveredando por esses vieses reflexivos e questionadores, a presente proposta de pesquisa surgiu durante as aulas em que a atividade de produção dos modelos didáticos foi realizada no componente curricular “Docência em Ciências: saber científico / saber escolar II”, no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, da Universidade Estadual de Feira de Santana.

Vale salientar que o referido componente curricular apresenta como ementa: “o exercício da docência na área das ciências biológicas. Os conceitos de gene, hereditariedade e informação na Biologia e sua constituição como objeto de ensino na Educação Básica. O determinismo genético veiculado nas mídias e suas implicações no ensino de Ciências e Biologia”. A disciplina é ofertada aos estudantes do curso, no 4º semestre, com uma carga horária de 45 horas.

Face à intenção de desenvolver um trabalho que permitisse propiciar reflexões em torno de vários questionamentos dos estudantes, foram efetuadas nos semestres letivos 2007.1 e 2007.2 diversas atividades, especificamente, a de produzir modelos didáticos no que se refere ao ensino de conteúdos de genética de modo a auxiliar no desenvolvimento da sua posterior prática profissional.

Conseqüentemente, os resultados obtidos de tal atividade foram supostamente pensados como contribuição a minha formação acadêmica e profissional, e, especificamente, com o ensino de Ciências, levando em consideração as perspectivas e possibilidades da pesquisa junto ao Curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) e Universidade Federal da Bahia (UFBA).

No contexto descrito, é de se considerar que a abordagem dos conteúdos proponentes no desenvolvimento das aulas perpasse pela formação inicial dos futuros professores, promovendo a articulação entre os conhecimentos científicos e escolares da biologia.

Vale ressaltar que as discussões dos estudantes em aulas, a partir das atividades solicitadas, giravam, muitas vezes, em torno das suas dúvidas e dificuldades sobre a sua futura prática pedagógica, uma vez que concomitante a esse componente curricular era ministrado também, pelo Departamento de Biologia, o componente curricular “Genes, cromossomos e hereditariedade”, enfocando os conhecimentos específicos da Genética, o que muitas vezes os faziam refletir de que maneira deveriam desenvolvê-los pedagogicamente com os estudantes na educação básica.

Considero relevante informar que os estudantes apontaram, a partir da produção dos modelos didáticos e em avaliações realizadas após as etapas definidas num roteiro produzido para a aula (**planejamento temático, argumentativo e organizacional** – relativo à escolha do tema com indicação de argumentos para fundamentar o processo de organização da produção de modelos; **momento produtivo** – designado para a produção dos modelos e **experimental** – correspondente a fase de socialização dos modelos produzidos), como aspectos importantes: a contribuição das reflexões didático-pedagógicas na formação docente; o reconhecimento dos modelos executados como possibilidade de um bom

recurso de apoio pedagógico na abordagem dos conteúdos; a abertura de novas perspectivas para a criatividade do professor no planejamento de suas aulas, bem como a socialização dos modelos apresentados como indicativo da diversidade de estratégias (modos operacionais dos modelos) no auxílio da construção do conhecimento.

A partir do exposto, tanto na experiência descrita e em seus resultados quanto na revisão teórica desenvolvida, foi o que despertou o interesse em executar esse estudo. Ainda mais, é oportuno salientar sobre a necessidade de ter realizado um maior aprofundamento das questões envolvendo a temática no sentido de buscar considerações mais abrangentes que fundamentassem a proposta de pesquisa e que se tornem seguramente alicerces que permeiem por uma construção investigativa de caráter fidedigno e válido para o proveito dos que apreciam o conhecimento produzido.

2. ???? As interrogações que conduzem para as minhas intenções...

A partir das considerações trazidas, senti a necessidade de levantar alguns questionamentos, como:

(I) A confecção de modelos didáticos, por estudantes de biologia em formação inicial, pode ajudar na promoção de sua aprendizagem diante de algumas questões didático-pedagógicas para sua atuação profissional futura?

(II) Os modelos didáticos, produzidos por estudantes de biologia em formação inicial, poderão auxiliar na aprendizagem de conteúdos de genética de estudantes da educação básica (ensino fundamental e médio), diante de uma possível aplicabilidade em uma escola?

(III) Que relações estabelecer entre os conhecimentos escolares dos estudantes de biologia em formação inicial no planejamento e produção dos modelos didáticos e entre os conhecimentos científicos sobre a temática no processo de ensino e aprendizagem?

(IV) Quais conteúdos de genética podem ser relevantes para o ensino de biologia com a utilização de modelos didáticos?

(V) De que modo os estudantes em formação inicial em ensino de biologia refletem sobre a ludicidade dos modelos didáticos no ensino de conteúdos da genética?

(VI) Qual o panorama atual de pesquisas no ensino de Ciências e Biologia que tratam de modelos didáticos para o ensino de conteúdos de genética?

Em verdade, tais questionamentos serviram para nortear nesse estudo algumas reflexões constituídas na elaboração do marco teórico produzido, bem como nos resultados provenientes das respostas dos estudantes pesquisados.

Para tanto, foi realizado um aprofundamento teórico que contribuísse na compreensão dos aspectos que envolvem a produção e a aplicação de modelos didáticos no ensino de Ciências e Biologia, inclusive, com conteúdos de genética, além do aprofundamento das questões metodológicas pertinentes ao favorecimento da fidedignidade dos resultados obtidos.

Com efeito, vale ressaltar que a proposta de pesquisa partiu das seguintes hipóteses:

(1) estudantes de Biologia em formação inicial ao produzirem e aplicarem experimentalmente modelos didáticos desenvolverão reflexões acerca dos saberes escolares e científicos que contribuirão para o ensino e aprendizagem de ciências;

(2) modelos didáticos no ensino de Biologia com conteúdos de genética constituem-se como ferramenta pedagógica capaz de motivar os estudantes a desenvolver o interesse na construção do conhecimento com temas atuais da genética;

(3) mecanismos de autonomia dada a estudantes de Biologia em formação inicial na produção de estratégias didáticas permitem a sua aproximação e o desenvolvimento dos seus saberes escolares e científicos para atuação no ensino de ciências;

(4) temas atuais de genética que estejam relacionados no contexto da criação dos modelos didáticos permitem estimular o estudante em formação na busca de um conhecimento mais aprofundado.

Levando em conta as hipóteses definidas, reconheço que, possivelmente, a realização da pesquisa poderá contribuir com dados empíricos para discussões sobre o ensino de Ciências e Biologia com ênfase na produção e aplicação de modelos didáticos no ensino de conteúdos de genética por professores em formação

inicial. Além disso, favorecer o debate em torno dos saberes escolares e científicos que auxiliem na formação profissional dos estudantes de Biologia no que concebe a idéia de produção da referida estratégia didática, bem como sobre diversos fatores que estão associados ao ensino e aprendizagem.

Saliento ainda, que o meu interesse em trabalhar na Linha de Pesquisa "Ensino de Ciências", no Programa do referido Mestrado, foi que ao realizar a atividade já descrita anteriormente com estudantes de Biologia em formação inicial, pude perceber com eles na disciplina que muitos dos questionamentos feitos a respeito da possibilidade de produção de modelos envolvendo conteúdos de genética no ensino de Ciências e Biologia merecem ser investigados e aprofundados. Por conseguinte, a oportunidade de ter desenvolvido uma pesquisa que suscite discussões acerca da importância dos modelos didáticos no processo de formação inicial de professores envolvendo conteúdos da genética, fazendo o levantamento de indicadores, fundamentos técnicos e pedagógicos poderá apontar reflexões e perspectivas importantes no campo de ensino de Ciências.

Alem disso, por acreditar que um conhecimento pautado em referenciais sobre modelos didáticos no ensino de Ciências, fundamentados em questões no campo educacional terão contribuições relevantes em atendimento a uma produção acadêmica que direcione de forma mais intensa a minha vida profissional e acadêmica, permitindo-me abrir um leque de informações na área de Ensino de Ciências.

Em verdade, muitos questionamentos que foram apresentados anteriormente são pontos essenciais das discussões que esse estudo propiciou. No entanto, a dinâmica da investigação, considerando seus momentos de partida rumo à busca de respostas, foi norteada pelas seguintes interrogativas:

1. Quais os conceitos dos licenciandos em Biologia da UEFS sobre os modelos científicos e modelos didáticos?

2. Quais questões epistemológicas (entendimento dos fenômenos biológicos), sociais e de aprendizagem (caráter pedagógico e/ou didático) sobre conteúdos de genética são apontadas por estes estudantes como proposições que fundamentam possibilidades de elaboração de modelos didáticos?

3. Intenções traçadas para o percurso...

Baseado nas questões indicadas anteriormente foram demarcados os objetivos gerais e específicos do presente estudo, conforme expostos abaixo:

3.1 Objetivos Gerais

- Analisar os conceitos dos licenciandos em Biologia da UEFS sobre modelos científicos e modelos didáticos.
- Avaliar os argumentos epistemológicos/sociais e os de aprendizagem levantados pelos estudantes em relação aos conteúdos de genética como evidências para a promoção de atividades de modelagem.

3.2 Objetivos Específicos

- Verificar aspectos gerais associados aos conceitos dos licenciandos em Biologia sobre os modelos nas Ciências e modelos didáticos;
- Evidenciar a ocorrência, nas visões dos estudantes, de aspectos apontados na literatura como sendo necessários para que uma representação possa ser considerada um modelo científico ou didático;
- Identificar as relações entre os argumentos epistemológicos/sociais e os de aprendizagem levantados pelos estudantes e os discutidos na literatura sobre a temática;
- Detectar saberes ou questões envolvidas nas experiências dos estudantes no ensino básico associados aos conteúdos de genética;

4. De quais partes compõe-se meu atalho?

As partes em que se organizam a estrutura da pesquisa realizada estão divididas em quatro capítulos. Em relação ao capítulo 1, correspondente ao marco teórico apresentado, optamos por trazer as representações dos modelos nas Ciências; os fundamentos das analogias nas representações dos modelos; a natureza das teorias científicas; o ensino de genética e as possíveis questões que possam justificar o uso de modelos didáticos; caracterização conceitual sobre modelos didáticos e modelagem no ensino de Ciências e a formação de professores.

No capítulo 2, é abordada a metodologia considerada na investigação, detalhando o seu percurso através da caracterização do campo empírico e dos sujeitos participantes da pesquisa, bem como da descrição das etapas de coleta e análises dos dados, tendo como suporte referências teóricas e metodológicas da pesquisa em educação.

No capítulo 3, é discorrido sobre os resultados obtidos, bem como as suas discussões, provenientes das interpretações diante das informações colhidas e articuladas a marcos teóricos.

No capítulo 4, o tratamento é feito em relação às considerações sobre a pesquisa, associando ao contexto possibilidades sugestivas para a continuidade do trabalho ou pretensão de trabalhos a serem produzidos com a temática.

Ao final, as referências utilizadas no estudo estão disponibilizadas, ainda mais os apêndices: modelo de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e roteiro de atividade apresentados aos sujeitos da pesquisa. Em acréscimo, são apresentados os anexos, constituídos por: fluxograma dos componentes curriculares do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da UEFS, protocolo de registro do projeto de pesquisa submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da UEFS (CEP/UEFS), Ofício de aprovação da pesquisa pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UEFS.

1. REVISÃO DE LITERATURA

A abordagem teórica que fundamenta a temática na presente pesquisa, especificamente, no contexto dos modelos nas Ciências é respaldada nos estudos de vários autores, visto a sua polissemia conceitual. Ainda mais, articulada as várias visões de teóricos no tocante aos aspectos relativos à analogia dos modelos; a natureza das teorias científicas; os modelos didáticos e o processo de modelagem no ensino de Ciências e a formação de professores, e, por fim, o papel dos modelos na construção do conhecimento na genética e no ensino de genética.

Por sua vez, para o tratamento desses aspectos no estudo é inerente constituir informações a partir dos seguintes questionamentos: O que são modelos nas Ciências? O que são modelos didáticos? Qual o papel das analogias na construção dos modelos? Quais fatores e atribuições são importantes para considerar o papel dos modelos no ensino de genética? Quais aspectos relativos aos modelos didáticos e a modelagem permeiam a necessidade da discussão sobre a sua produção na formação inicial de professores?

Estes questionamentos constituem-se como proposições norteadoras que asseguraram o acesso a informações essenciais que contribuíram na discussão dos resultados finais da pesquisa.

1.1 Modelos na Ciência: representações no contexto do conhecimento científico.

Mendes (2008, p.46) aponta que em “revisão de literatura verificamos que os temas **modelo** e **modelagem** têm aparecido com freqüência crescente nas publicações em ensino de ciências. O termo modelo aparece com diversos usos e sentidos.”

Lima (2007) destaca vários autores da literatura nacional e internacional que tem tratado sobre a temática dos modelos no tocante à sua importância na construção do conhecimento científico, bem como a sua influência no ensino-aprendizagem de Ciências na Educação Básica.

Por sua vez, em se tratando de teóricos que realizaram estudos sobre esses temas, Paz et al (2006) fazem menção a Bunge (1974), Astolfi (2001), Bassanesi (1994), Martinand (1986), Pietrocola (1999), Pinheiro (1996, 2001) com aplicação dos modelos nas ciências exatas, em especial, na matemática. Diante disso, fazem uma ressalva no tocante ao estudo de modelos com conteúdos de ciências biológicas por acreditarem ser uma tarefa ousada, uma vez que são poucas as publicações nessa área.

Nesse sentido, trazemos considerações em torno do que propõem teóricos que abordam sobre modelos, partindo de uma revisão bibliográfica que situa os seguintes aspectos: os conceitos de modelos na Ciência e sua utilização; a modelagem; modelos científicos e didáticos e sua relação com as analogias e metáforas; a natureza das teorias científicas; o ensino de genética e as possíveis questões que possam justificar o uso de modelos; caracterização conceitual sobre modelos didáticos; os modelos didáticos no ensino de Ciências e a formação de professores.

Por isso, a exposição teórica trazida sobre os conceitos de modelos para o seu entendimento foi oportuna para delimitar a tipologia considerada neste trabalho que é o modelo didático. Por outro lado, reconhecemos que outras tipologias associadas ao considerado auxiliem na abordagem das discussões dos resultados encontrados na presente investigação.

De início, julgamos ser inerente expor a distinção apontada por Núñez e Lima (2008) de três tipos de modelos no ensino das Ciências Naturais. Isso porque reconhecemos como uma forma de situar considerações mais diretas que possivelmente facilitam a compreensão inicial da temática, especificamente, do entrelaçamento entre os modelos na construção do conhecimento científico.

- os modelos da Ciência: caracterizado pelo reconhecimento e consenso da comunidade científica, como parte de uma teoria, expresso enquanto representação do conhecimento científico.

- os modelos didáticos: constituídos para fins de ensino do conhecimento científico no contexto escolar, tendo a sua elaboração por professores ou presentes nos livros didáticos. Relacionam-se com os objetos concretos, além de subsídios que possam auxiliar na aprendizagem dos alunos, como ilustrações, objetos, gráficos, esquemas, analogias, etc.

- os modelos dos alunos: evidenciados nas representações construídas pelos alunos sobre o objeto de estudo, de natureza individual com mediação coletiva e o contexto sociocultural. Tornam-se, na verdade, expressões do tipo de compreensão do aluno sobre o conhecimento escolar.

Galagovsky e Adúriz-Bravo (2001), definem dois tipos de modelos, o de sentido comum e o científico, sendo o primeiro caracterizado por uma construção idiossincrática através de experiência do cotidiano no mundo natural e das interações sociais; eminentemente figurativos e quase pitorescos. Suposto como uma base de realismo ingênuo, pela qual o modelo funciona como um traçado da realidade captada pelos sentidos e não requerendo de entidades instrumentais auxiliares.

Ainda funciona como uma representação de primeira ordem, análoga à realidade que muitas vezes substitui e que se põe em ação com uma série de regras lógicas que freqüentemente diferem das do pensamento hipotético-dedutivo rigoroso. Muitas vezes, substituem uma série de causas lineares e irreversíveis.

O segundo, o modelo científico, constituindo-se pela construção da ação conjunta de uma comunidade científica, que tem a disposição de seus membros ferramentas poderosas para representar aspectos da realidade. De início, a ciência procede um recorte da realidade que considera relevante, o qual abstrai, simplifica, reestrutura e análoga os diferentes elementos dando lugar a um sistema em particular, o qual, por sua vez, é somente um dos possíveis sistemas que essa porção da realidade selecionada admite. Ainda mais, passam a ser representações de segunda ordem, produzidas sobre os sistemas, que são em si abstrações da realidade.

Portanto, no âmbito da construção do conhecimento científico a relação dos fenômenos com a realidade do mundo que nos cerca e que estamos envolvidos, de modo a compreender como tal realidade pode ser entendida através de representações, pode ser considerada com o que assume Pietrocola (2001, p. 29), “as realidades estão sempre condicionadas às formas a que procedemos para produzir uma representação”. Menciona ainda o autor que:

> o conceito de modelo define com clareza este jogo entre a realidade e o conhecimento que torna possível sua construção. No seu estado puro, o conhecimento se reveste de um caráter conceitual e aparentemente sem vínculos com a realidade.(p. 29)

Logo, ao considerarmos a compreensão do conhecimento científico associando a uma representação da realidade atribuída em um modelo construído requer entender a associação existente entre os fenômenos considerados e os objetos que os constituem. Ainda mais, considerar Lima (2007, p. 55) quando aponta que "a distinção entre modelos e realidade constitui um outro ponto importante na compreensão dos modelos científicos e, assim, do conhecimento científico."

Salienta a autora que "a compreensão da natureza do conhecimento científico por parte dos professores e alunos nos ensinos fundamental e médio é uma questão que deve ser levada em consideração nas aulas de Ciências." (p. 68)

Machado e Vieira (2008, p. 5) comentam sobre a compreensão do caráter dos modelos na Ciência em relação à visão epistemológica bungeana, indicando uma categoria chamada de objeto-modelo que se constitui quando "uma teoria científica não se aplica diretamente ao objeto real ao qual se refere, mas a uma **representação** desse objeto real".

Ainda sobre a visão bungeana apresentam uma classificação dos tipos de modelos na ciência factual, sendo, portanto:

> 1. modelos concretos: são representações esquemáticas visuais de uma coisa. Desenhos, animações, diagramas simbólicos, maquetes, análogos materiais são exemplos de modelos deste tipo. [...] são, também, uma espécie de objetos-modelo, já que qualquer representação esquemática de um objeto real pode ser denominada de objeto-modelo.
> 2. modelo teórico: é, portanto, a mediação entre teoria geral e objeto-modelo, resultando em um sistema hipotético-dedutivo. Em suma, é por meio do modelo teórico que podemos representar o comportamento e/ou os mecanismos internos do objeto-modelo a partir da teoria geral. (p. 6 e 7)

Pinheiro et al. (2001, p.33) considerando o conhecimento científico como constituído por teorias estruturadas por modelos enfatizam que:

> a estreita relação entre a produção do conhecimento e modelos faz com que eles se tornem elementos que devem ser considerados no processo ensino-aprendizagem[...] Isso porque a compreensão e a reflexão sobre os papéis e as funções dos modelos podem contribuir para a compreensão de que aprender **Física**[1] oportuniza a apreensão de uma forma de representação e interpretação da realidade.

[1] O destaque em negrito é grifo nosso, entendendo que a compreensão trazida pode ter aproximações e aplicações com outras áreas de conhecimento, especificamente, a considerada nessa pesquisa que é o Ensino de Ciências e Biologia.

A representação de um objeto de conhecimento é o conceito científico validado em determinadas condições e caracterizada pela finalidade de explicar e prever situações. Pode ser expresso por diversas formas (frase, código gráfico ou matemático), podendo ser formulado diferentemente, a depender do campo conceitual no qual está inserido (PINHEIRO et al., 2001, p.35).

Nesse contexto, foi oportuno buscar reflexões teóricas sobre como essas diversas formas de expressar os conceitos científicos através de modelos no ensino de Ciências e Biologia se apresentam ou se comportam para a compreensão das realidades atribuídas às suas representações.

Para Kneller (1980) apud Pinheiro et al. (2001, p. 37), a essência das teorias são os modelos, atribuindo a estes a classificação abaixo:

> Modelo representacional, também conhecido como maquete, é uma representação física tridimensional, como um modelo do sistema solar apresentado em museus, como o de um avião ou um modelo de bolas da estrutura de uma molécula.
> Modelo imaginário é um conjunto dos pressupostos apresentados para a descrição de como um objeto ou sistema seria se fossem satisfeitas determinadas condições ou pressupostos. Um modelo imaginário pode servir para propor que a estrutura imaginária é semelhante à estrutura real.
> Modelo teórico é tido como o tipo mais importante de modelo utilizado pela Ciência. É definido como um conjunto de pressupostos que tratam de explicar um objeto ou um sistema (modelo de bola de bilhar, modelo corpuscular da luz). Um modelo teórico atribui ao objeto ou sistema uma estrutura ou mecanismo interno.

Krapas et al.(1997), em estudo realizado, através da seleção de artigos considerados significativos, traçam um quadro dos usos e sentidos de modelos apresentados na literatura internacional no período de 1986 a 1996, elaborando desse modo um sistema de categorias relativas aos sentidos de modelos.

Nesse sentido, enfatizam algumas características encontradas, na qual destacam sobre “a polissemia do conceito de modelo e a existência de diversos tipos de modelos (mental, conceitual) para diversos autores; o papel central da analogia na formação dos modelos; a importância pedagógica dos processos de modelagem.”(p.191)

Também evidenciam sobre modelos mentais em análise ao artigo de Duit e Glynn, em 1996, destacando que os modelos mentais são referidos a um conhecimento pessoal dos estudantes, proveniente da construção de processos de modelagem ou formação de representações mentais.

Ainda mais, fazem menção à diferença entre modelos mentais e modelos conceituais, sendo este último um produto que resulta de um processo de modelagem quando compartilhado por uma certa comunidade, ainda podendo ser transformado em um objeto concreto em determinadas situações.

Os dois modelos, portanto, são construídos por relações analógicas estabelecidas, o que corresponde na visão dos autores supracitados que do ponto de vista de um processo de aprendizagem construtivista, o raciocínio analógico é um aspecto fundamental.

Por outro lado, Krapas et al. (1997) evidenciam ainda estudiosos sobre modelo, fazendo referências sobre um argumento que se constitui pela necessidade de discussão do tema modelo e modelagem, ainda mais por razões que remetem a tal abordagem do tema, como:

> o reconhecimento do papel central dos modelos e modelagem na investigação científica e nas práticas dos cientistas, a adoção de uma perspectiva construtivista da aprendizagem, segundo a qual a dinâmica de interações em sala de aula envolve um entrelaçamento de modelos; e as evidências já acumuladas relativamente ao papel substantivo de modelos pedagógicos na educação em ciências. (p.190)

Em verdade, Krapas et al. (1997) afirmam que os autores considerados nesse contexto, indicam que a educação em ciências, ao abordar a temática sobre modelos, deveria incluir a aprendizagem dos modelos quanto a reflexão sobre o seu papel, bem como a aprendizagem dos processos de modelagem.

Logo, krapas et al. (1997, p. 192) partindo da definição de modelo como sendo “a representação de uma idéia, objeto, evento, processo ou sistema, e de modelagem como o processo de construção de modelos”, propõem cinco categorias expressas pela interação com as referências utilizadas, demonstradas abaixo:

> 1. Modelo mental: modelo pessoal, construído pelo indivíduo e que pode se expressar através da ação, da fala, da escrita, do desenho.
> 2. Modelo consensual: modelo formalizado rigorosamente, compartilhado por grupos sociais com o propósito de compreender/explicar idéias, objetos, eventos, processos ou sistemas. Exemplos relevantes para a educação em ciências são os modelos científicos contemporâneos e do passado.
> 3. Modelo pedagógico: modelo construído com o propósito de promover a educação. No sentido amplo, um modelo pedagógico inclui os processos de mediação didática, isto é, os processos de transformação de conhecimento científico em conhecimento escolar.

> 4. Meta-modelo: modelo formalizado rigorosamente, compartilhado por grupos sociais, e construído com o propósito de compreender/explicar o processo de construção e funcionamento de modelos consensuais ou de modelos mentais.
> 5. Modelagem como objetivo educacional: enfatiza a promoção da competência em construir modelos como propósito central do ensino de ciências.

Em relação a categoria 3 da referida citação, que caracteriza “modelo pedagógico”, ressaltamos a sua relação existente com a tipologia considerada no estudo (modelo didático), sendo as duas denominações comumente usadas com o mesmo sentido. Assim, enfatizamos que serão usadas de modo recorrente no texto dissertativo, em virtude da utilização de autores por uma das denominações, o que não descaracterizará o contexto das informações e discussões presentes.

Ainda assim, destacamos Islas e Pesa (2002), quando utilizam da classificação de quatro tipos de modelos proposta por Gilbert e colaboradores (1998), sendo o **modelo expresso** aquele relacionado a submissão pelo cientista a comunidade científica para obtenção de consenso; o **modelo mental** como aquele proveniente da construção mental para representação de um modelo; **modelo consensual** firmado pela sua aceitação pela comunidade científica, este por sua vez, podendo desencadear o **modelo pedagógico,** constituindo-se de transformações sobre o modelo consensual pelos docentes para o exercício docente.

Diante do contexto apresentado sobre a classificação conceitual dos modelos, observa-se que a tipologia considerada nessa pesquisa, perpassa pelo enfoque de várias questões no ensino, especificamente, em se tratando do conhecimento científico quando vista sob um enfoque de construção a partir dos saberes escolares, levando-nos a acreditar que esse campo de estudo ainda tem muito que revelar para contribuir com o ensino de Ciências no que tange às reflexões no âmbito pedagógico relacionada à formação inicial de professores no processo de construção e socialização de modelos didáticos.

Baseado em estudos de teóricos, Pinheiro et al. (2001) alertam para os vários usos dos modelos, pois em algumas situações, ele é proposto significando leis ou teorias construídas. Destacam que o modelo científico exerce um papel específico sobre o conhecimento determinando, portanto, ser um objeto de troca que pode ser controlado. Como também, o constitui como uma construção da mente que permite

substituir um conjunto de variáveis e que é construído a partir de alguma idéia que se faz do real.

Stewart e Rudolph (2001), apontam para a identificação de situações na prática durante a investigação científica, na qual os indivíduos fazem uso de modelos existentes para resolução de problemas e que sejam adequados, como também revisam os modelos explicativos já criados que esclareçam dados anômalos.

Estes teóricos afirmam que “os modelos explicativos servem como guias essenciais para a investigação científica dos fenômenos naturais.” Desse modo, explicam que a “redescoberta” de Correns, de Vries e Tschermark em relação ao trabalho de Mendel (1900) os levaram a utilizar o modelo de dominância mendeliana simples para estudos de padrões de herança genética em outras espécies, embora, a sua incompatibilidade com padrões adicionais de herança observados nos dados foi importante para aumentarem as investigações além do gênero de ervilhas (*Pisum*) utilizadas por Mendel.

Sobre a questão da solução de problemas com revisão de modelos, Stewart e Rudolph (2001) explicam que a história da ciência tem evidenciado diversos casos e que essa revisão é uma estratégia inicial prudente e eficiente do ponto de vista cognitivo.

Afirmam ainda, citando Kitcher (1993), que quando um modelo revisado, contudo de natureza semelhante ao antecessor, resolve satisfatoriamente a incompatibilidade modelos/dados, resulta ainda que quando é substituído pelo modelo antigo, este é tido como em desuso. Na condição do modelo revisado e seu antecessor evidenciarem utilidade na exploração dos fenômenos naturais, costumam coexistirem.

Portanto, exemplificam remetendo a história da genética onde houve ocorrência dessa coexistência com o surgimento de “famílias” de modelos que explicam os vários padrões de herança genética (dominância simples, co-dominância, alelos múltiplos, etc.). Os modelos referidos distribuem elementos que definem a prática da genética e possibilitam a inclusão de estrutura, língua, questões, padrões de raciocínio e métodos de investigação comuns.

Rotbain et al (2006), afirmam que nas disciplinas de biologia, dificuldades encontradas pelos estudantes em relação ao conhecimento sobre o DNA e RNA,

assim como em química no contexto sobre os processos químicos, residem em relação a abstrata natureza das partículas (átomos e moléculas) em nível microscópico. Por sua vez, muitos estudantes de biologia no ensino médio, caso não estudem química avançada, possuam dificuldade na compreensão de estruturas químicas que são apresentadas quase sempre nos livros didáticos como fórmulas químicas.

Por essas razões, é que o modelo de contas de colares utilizado no estudo dos autores para elucidação da estrutura molecular do DNA, RNA e moléculas das proteínas, além da representação dos processos de duplicação do DNA, transcrição e tradução da informação genética, teve como intenção a representação das moléculas e a maneira concreta de ocorrência dos processos, além do auxílio para o entendimento das fórmulas químicas.

Rotbain et al (2006), dizem que no ensino de biologia, dentre muitos objetivos, um deles é o de promover aos alunos uma compreensão acerca de que o DNA, RNA e proteínas apresentam uma forma única que dita a função da molécula. O que acontece é que há uma preocupação freqüente dos alunos com os aspectos estruturais das biomoléculas, levando ao desenvolvimento de equívocos sobre a ligação entre estrutura e função, como no caso, de que muitos alunos não têm a percepção sobre a estrutura do DNA como determinante na precisão do processo de duplicação.

Com efeito, diante das informações trazidas neste subtópico, justificamos a escolha da tipologia “modelos didáticos” considerada na presente pesquisa, o fato de estar mais condizente com a nossa proposta metodológica de investigação, já que os entendemos como simplificações dos modelos científicos constituídos a partir de uma devida produção. Logo, a produção dos modelos didáticos por alunos em formação inicial de professores apresenta evidências de aspectos associados aos processos de ensino e aprendizagem para o exercício docente e múltiplas possibilidades de discussão envolvendo os processos de mediação didática a partir das informações e resultados obtidos na coleta de dados.

Enfim, assumimos nesta investigação a definição de modelos didáticos como sendo recursos didáticos ou ferramentas pedagógicas resultantes de simplificações dos modelos científicos, que permitem operacionalizar a prática docente no que tange a abordagem de conteúdos para a explicação de determinados fenômenos,

sendo elaborados por professores e alunos. Consideramos nesse contexto, materiais visuais e tácteis de naturezas diversas (ilustrações, desenhos, kits gráficos, projeções bidimensionais, estruturas tridimensionais, objetos, maquetes, entre outros).

1.2 Os fundamentos das analogias nas representações dos modelos

Conforme Andrade e Ferrari (2002), tem havido um enorme interesse de pesquisadores em educação das questões lingüísticas no processo de construção da ciência e do conhecimento individual do aluno, sendo a linguagem metafórica e analógica constituinte de uma linha de pesquisa universal que tem se preocupado com as suas possibilidades de utilizações e abordagens e os seus efeitos no processo educacional.

Ferraz e Terrazan (2003) apontam a existência de diversos estudos que sinalizam para a compreensão de como ocorre o processo de analogias e metáforas no ensino de Ciências permeando sobre a sua utilização e formas adequadas para tal.

Galagovsky e Adúriz-Bravo (2001) afirmam que a comunicação dos modelos científicos entre especialistas utiliza elementos da linguagem literária que enriquecem a descrição do modelo científico, tais como a analogia e a metáfora.

Ferraz e Terrazan (2003), através de levantamento bibliográfico em literatura concernente às analogias, classificaram em três grupos as investigações que dão tratamento ao seu uso como instrumento no processo de ensino, sendo aquelas referentes à avaliação de estratégicas didáticas para uma utilização permanente de analogias como instrumento na construção de conceitos científicos; formas de apresentação das analogias em livros didáticos e o modo de utilização das analogias pelos professores em suas aulas.

De acordo com Duarte (2005), há uma intensificação no número de trabalhos relativo à utilização de analogias na educação em ciências nas décadas de 80 e 90, com a publicação de vários trabalhos em revistas, atas e congressos. Os enfoques são diversos definindo diferentes linhas de pesquisas, tais como: a utilização e exploração didáticas de analogias; as analogias em manuais escolares; as analogias na prática dos professores de ciências; as analogias e as concepções de

professores sobre o seu papel no processo de ensino-aprendizagem. Por sua vez, Lima (2007) salienta o papel das analogias na construção dos modelos restringindo a sua discussão a partir de estudos de vários teóricos.

De acordo com Ferry e Nagem (2008), a explicação para algum conceito ou modelo científico pelos professores de Ciências se dá pela recorrência de utilização de analogias, tendo como pressuposto de que para a apresentação de uma situação, de um objeto, de uma estrutura ou de um fenômeno semelhante ao que se quer ensinar o conceito ou até mesmo o modelo científico serão definidos com mais clareza e evidências, sendo a compreensão pelos estudantes atrelada ao fato de realizarem correspondências.

Partindo dessa ótica, foi fundamental apontar considerações em torno dos conceitos, da importância das analogias na construção e utilização dos modelos, atentando-se ao que coloca Lima (2007) e que tem relação com este trabalho quando afirma sobre o papel das analogias na construção dos modelos mentais, nos quais outros tipos de modelos são construídos.

Nessa perspectiva, situamos que a ênfase do estudo realizado não se ocupa em tratar dos modelos mentais. Entretanto, entendemos que o próprio processo de construção dos modelos, seja por professores ou estudantes em formação inicial, tem relação como os modelos mentais já que estes “fazem parte de todo processo de construção de modelos, seja na ciência ou no ensino” (FERREIRA, 2006, p. 7).

Afirma Lima (2007, p. 60) que tais modelos mentais são vistos como “estruturalmente análogos aos processos que acontecem no mundo exterior. E embora sejam incompletos e não representem diretamente a realidade, eles capacitam cada sujeito a fazer predições e a controlar a execução delas”.

O modelo analógico ou analogia pode permitir a construção dos conceitos científicos, uma vez que promove a sua visualização que na maioria dos casos são abstratos. Por sua vez, na educação pode ser considerado como um recurso no processo de ensino e aprendizagem (GONZÁLEZ et al, 2003).

Por outro lado, dizem ainda que a analogia consiste em estabelecer um conjunto de relações afim de comparar características semelhantes de determinadas partes da representação das estruturas de análogo (núcleo central da analogia que representa a mensagem) e tópico (o conhecimento ou conjunto de conhecimentos da matéria em estudo), permitindo assim a compreensão dessa relação analógica

(conjunto de relações estabelecidas entre o análogo e o tópico).

Conforme Duarte (2005), na literatura os termos utilizados para estabelecer relações analógicas diferem entre autores. Nesse caso, a autora apresenta uma classificação voltada a terminologias associadas à analogia acrescentando que a variedade apresentada não estabelece divergências entre os teóricos sobre o significado relativo aos termos, tendo assim:

> *Alvo, meta, tópico, tema* ...: Refere-se ao conceito/fenómeno, total ou parcialmente desconhecido, que vai ser objecto de compreensão, descrição, ilustração, explicação ou previsão, através da analogia; *Análogo, fonte, base, veículo, foro*...: Diz respeito ao conceito/fenómeno conhecido através do qual ocorre a compreensão, descrição, ilustração, explicação ou previsão do alvo; *Domínio*: Termo para designar a rede conceptual abrangente a que pertencem os conceitos alvo (meta, tópico, tema) e análogo (fonte, base, veículo). (DUARTE, 2005, p. 9)

A necessidade de ampliação do conceito de analogias para a sua compreensão, em virtude dos diversos estudos voltados aos seus aspectos funcionais e procedimentais, é apontada por Ferry e Nagem (2008) no sentido de possibilitar novas perspectivas no ensino, pesquisa e no desenvolvimento de novas metodologias. Oportunamente, trazemos no quadro abaixo alguns conceitos e autores indicados por Duarte (2005).

Conceitos de analogias	**Autores**
a analogia é entendida como um processo cognitivo que envolve uma comparação explícita de duas “coisas”, uma definição de informação nova em termos já familiares	Newby (1987),
as analogias têm uma função explicativa, quando colocam conceitos e princípios novos em termos familiares; têm uma função criativa quando estimulam a solução de um problema, a identificação de um problema novo e a generalização de hipóteses.	Glynn *et al* (1989, p. 383),
Processo através do qual se identificam semelhanças entre diferentes conceitos, sendo um deles conhecido, familiar, e o outro desconhecido.	Glynn (1991).
comparação baseada em similaridades entre estruturas de dois domínios diferentes, um conhecido e outro desconhecido; demarcam-se, deste modo, da consideração da analogia como uma mera comparação entre semelhanças superficiais, entre atributos presentes nos domínios considerados.	Duit (1991) e Treagust et *al* (1992),
[...] o raciocínio analógico auxilia na compreensão do conhecimento científico, na medida em que aproxima dois assuntos heterogêneos. Ou seja, um domínio menos familiar (assunto científico a ser esclarecido), chamado de “alvo”, é tornado compreensível por semelhança com um domínio mais familiar, chamado de “análogo”	Glyn et al (1998)

Quadro 1: Conceitos sobre analogias, retirados de Duarte (2005) de estudos realizados por alguns teóricos.

Tendo em vista que a nossa intenção não é dispor de uma abrangência conceitual sobre as analogias, ressaltamos que a apresentação de conceitos destacados no quadro acima auxiliou no entendimento sobre determinados aspectos inerentes a presente pesquisa, uma vez que os fundamentos trazidos estabelecem associações com os resultados e suas análises.

Com efeito, evidenciamos na seqüência outros fatores que substanciam uma fundamentação mais consistente e articulada aos conceitos trazidos. Nesse sentido, questões de ordem epistemológica sobre analogias e metáforas, bem como seu uso no ensino são tratadas. Com isso, o entendimento de tais questões assegurou um maior conhecimento para as discussões feitas.

Segundo Ferry e Nagem (2008), em relação à crítica ao uso de analogias e metáforas na epistemologia histórica de Bachelard, afirmam que os referidos recursos lingüísticos constituem-se somente a modelos de raciocínio e de modo algum cópia fiel da realidade.

Andrade e Ferrari (2002) discutem sobre as questões epistemológicas de Bachelard, relativa à linguagem metafórica e analógica na ciência e no ensino de ciências, na qual utilizou as bases dos conceitos de obstáculos epistemológicos e pedagógicos para alertar dos perigos da sua utilização na educação. Com isso, traçam algumas considerações essenciais que são pertinentes, ao nosso ver, de reflexões em práticas investigativas ou até mesmo de intervenções situadas em espaços formais de educação. Dentre essas questões, destacamos:

- Bachelard não é totalmente contra a utilização de analogias e metáforas, porém contraria aquelas que possam reforçar concepções da observação empírica, do senso comum ou quando elas se expressam como cópias fiéis da realidade, com isso tornando impossível o entendimento da pretensão de ensino, desenvolvendo ou fortalecendo, desse modo obstáculos epistemológicos e pedagógicos;
- O processo de explicação dos conceitos científicos pela utilização de analogias e metáforas na ciência e no ensino pode ser considerado por entender que esse tipo de linguagem seja uma ferramenta útil;
- O processo de aprendizagem do conhecimento científico é auxiliado pelas analogias e metáforas, uma vez que aproximam os conceitos tidos como

teóricos e abstratos das ciências de análogos mais habitual e melhor entendidos pelos estudantes;

- O mal uso das analogias e metáforas e consideradas como cópias fiéis da realidade, como também a sua transformação em esquemas gerais permanentes em vez de transitórias, pode representar perigos;
- Um preparo maior por parte dos professores em relação às analogias e metáforas é uma necessidade, sem que seja utilizada de forma espontânea e inadequada.

> Para Bachelard, as analogias, metáforas e imagens no ensino e na própria ciência "devem ser realizadas e desrealizadas", ou seja, devem ser passageiras, concebidas com caráter efêmero e provisório, jamais permanecendo de forma definitiva no pensamento (FERRY e NAGEM, 2008, p. 13).

Por sua vez, Ferraz e Terrazan (2003, p. 215) afirmam que o uso de analogias sem planejamento pode "causar confusões e favorecer o surgimento ou manutenção de concepções alternativas nos alunos." Portanto, acrescentam que a sua utilização no ensino deve ser orientada por uma "apresentação organizada para, entre outras conseqüências, evitar o reforço das concepções alternativas dos alunos em relação aos conceitos científicos aceitos (p.221)."

Lima (2007, p. 61) diz que

> a partir do modelo, podemos, sim, estabelecer analogias, mas ele em si não pode ser uma analogia, porque a observação do fenômeno quase nunca oferece indícios dos mecanismos internos das reações, sendo este fato inclusive uma das dificuldades para que os alunos compreendam a reversibilidade das reações, relações cinéticas e de equilíbrio químico.

Guimarães e Ferreira (2006) argumentam que o potencial de uso dos modelos tem um valor, que se reduz a exemplos simples de conceitos e idéias científicas, desse modo ocasionando perdas do ponto de vista estratégico de recurso no ensino.

A utilização de analogias pode desempenhar um papel muito importante na reestruturação conceitual de estudantes, facilitar a compreensão e visualização de conceitos abstratos, além de estimular o professor a levantar o conhecimento prévio dos estudantes (GALAGOVSKY e ADÚRIZ-BRAVO, 2001).

Duarte (2005, p.11) demonstra algumas potencialidades em defesa do uso das analogias no ensino de Ciências, sendo, portanto:

> 1.Levam à activação do raciocínio analógico, organizam a percepção, desenvolvem capacidades cognitivas como a criatividade e a tomada de decisões; 2. Tornam o conhecimento científico mais inteligível e plausível, facilitando a compreensão e visualização de conceitos abstractos, podendo promover o interesse dos alunos; 3. Constituem um instrumento poderoso e eficaz no processo de facilitar a evolução ou a mudança conceptual; 4. Permitem percepcionar, de uma forma mais evidente, eventuais concepções alternativas; 5. Podem ser usadas para avaliar o conhecimento e a compreensão dos alunos.

A autora resumidamente aponta, baseando-se nessas potencialidades, algumas dificuldades/problemas que estão voltadas ao uso de analogias no ensino das Ciências:

> 1. A analogia pode ser interpretada como o conceito em estudo, ou dela serem apenas retidos os detalhes mais evidentes e apelativos, sem se chegar a atingir o que se pretendia; 2. Pode não ocorrer um raciocínio analógico que leve à compreensão da analogia; 3. A analogia pode não ser reconhecida como tal, não ficando explícita a sua utilidade; 4. Os alunos podem centrar-se nos aspectos positivos da analogia e desvalorizar as suas limitações. (DUARTE, 2005, p.12)

Diante de todo exposto, é significante apontar que a utilização e produção de modelos por professores e estudantes em formação inicial requerem o entendimento sobre o papel das analogias e as questões epistemológicas envolvidas nelas. Logo, entendendo que o conhecimento científico pode sofrer alterações para a sua transformação em conhecimento escolar, conseqüentemente, os modelos didáticos para o contexto educacional trazem consigo aproximações análogas do campo científico, já que são simplificações dos modelos científicos.

1.3 A natureza das teorias científicas: realismo e anti-realismo científico.

> As teorias científicas possuem um valor-de-verdade (o verdadeiro ou o falso), uma vez que os enunciados teóricos referem a entidades externas à teoria, sendo que estas entidades realmente existem. (SILVA, 1998, p. 7)

Conforme Van Fraassen (2007), os estudos em filosofia da ciência tem se voltado ao conteúdo e à estrutura das teorias, bem como as relações da teoria como mundo e com os usuários da teoria. Sobre a estrutura geral das teorias científicas e

de uma caracterização geral de seu conteúdo existem desacordos filosóficos, sendo uma concepção comum até hoje aceita é que as teorias dão conta dos processos e estruturas observáveis dos fenômenos, os quais são ainda designados não diretamente acessíveis à observação, como também um sistema de tipos diversos é descrito por uma teoria em termos de seus estados possíveis.

A descrição referida acima por Silva (1998), aponta uma caracterização comumente utilizada para afirmação do realismo científico, ao qual seus seguidores na tentativa de explicar a ciência recorrem a entidades inobserváveis, estas sendo externas à teoria e descobertas pela própria teoria. Outra questão apontada é o fato de que a concepção de ciência possui um critério externo para a avaliação do conhecimento, sendo, por sua vez, um fator para mencionar sobre a verdade, que é estabelecida como correspondência das nossas proposições com o mundo[2], ou seja, uma proposição é verdadeira quando diz sobre o que acontece realmente no mundo. Logo, o mundo é constituído sob o ponto de vista ontológico e de propriedades autônomas. Assim, o mundo externo é estabelecido como lugar das proposições e das teorias.

Por sua vez, em se tratando do realismo científico, Van Fraassen (2007, p.30) afirma que:

> O realismo científico é a posição de que a construção de teorias científicas visa nos dar um relato literalmente verdadeiro de como o mundo é e de que a aceitação de uma teoria científica envolve a crença de que ela é verdadeira. De maneira equivalente, o anti-realismo é a posição segundo a qual o objetivo da ciência pode bem ser atendido sem fazer tal relato verdadeiro, e a aceitação de uma teoria pode, de modo apropriado, envolver algo a menos (ou diferente) que a crença de que ela é verdadeira.

Menciona também que o enunciado ingênuo do realismo científico que parte de uma visão de um mundo verdadeiro, fidedigno nos detalhes e a real existência de entidades postuladas no campo científico, bem como os avanços da ciência como descobertas e não invenções, leva-o a atribuir "ao realista científico a crença de que as teorias de hoje são corretas." (VAN FRAASSEN, 2007, p. 24)

[2] O significado de mundo estabelecido por Silva (1998) não se restringe somente ao mundo externo observável, como também ao constituído por entidades não observáveis.

Contudo, a referência ao enunciado ingênuo, segundo o autor, possui uma veracidade por responder a duas questões principais, sendo uma a que evidencia características da teoria científica como um relato sobre o que realmente existe, e a outra relativa à atividade científica como uma descoberta e não como invenção.

Segundo Chibeni (1993), o termo *realismo* é uma posição filosófica relativa a certas classes de objetos, ou de proposições sobre esses objetos, tendo-se como exemplos: os objetos matemáticos, os universais, os objetos materiais ordinários, as entidades não-observáveis postuladas pelas teorias científicas, entre outros.

Este autor apresenta algumas formulações do realismo científico encontradas na literatura, tais como:

> i) Algumas das entidades não-observáveis postuladas pela ciência (e.g. elétrons, vírus, campos magnéticos) realmente existem; ii) A ciência investiga um mundo independente de nossa cognição; iii) Vale a lei do terceiro excluído para as proposições teóricas da ciência, interpretadas literalmente, e o que as faz verdadeiras ou falsas são suas conexões com uma realidade independente de nossa cognição (p. 4).

Silva (1998) diz que no enfoque dado ao realismo científico, as entidades teóricas existem, não são construções mentais, são autônomas e descobertas e se configuram como bases teóricas das explicações científicas. Em acréscimo, são reveladoras da estrutura causal do mundo, além disso, permitem explicar em relação aos mecanismos causais, dando como exemplo, a força, inércia e gravidade.

Por outro lado, o autor afirma que, no anti-realismo, não há uma necessidade de estabelecer as entidades sob o ponto de vista ontológico, pois são consideradas como construções mentais e se colocam pela sua capacidade de explicação. Assim, a existência das coisas do mundo é atribuída a coisas particulares. Acrescenta ainda que:

> a experiência não pode legitimar a ciência e que a finalidade das teorias não é a verdade, mas apenas uma acomodação das nossas crenças a algum quadro teórico aceitável, de modo que elas possuam alguma utilidade epistêmica. (SILVA, 1998, p.8)

Uma questão central colocada por este autor para a discussão entre o realismo e o anti-realismo é o estatuto dos objetos estudados pela ciência. Para o realismo, os objetos das ciências são reais e sua existência independe dos sistemas estruturados de modo subjetivo para sustentar as crenças. Assim, o mundo é

constituído de entidades parcialmente autônomas e precede a mente e de maneira natural as teorias por ela produzidas. Ainda mais, no realismo há o reconhecimento da existência de um padrão extra-teórico para o julgamento dos produtos científicos.

Nessa perspectiva, Silva (1998, p.8) indica que:

> As teorias não apenas descrevem aparências, mas atribuem estatuto ontológico a estados de coisas – as teorias referem. A estrutura do mundo é descrita (hipoteticamente) pelas teorias, e é esta estrutura (objetiva) que permite a demonstração de que determinados sistemas teóricos são verdadeiros e que outros são falsos.

Em contrapartida, para o anti-realismo, há a negação do estatuto ontológico dos objetos científicos, sendo estes construções mentais que nos permitem o controle da natureza. Possui ainda argumentos contra o realismo, sendo o ontológico e o metodológico caracterizados, respectivamente, pela possibilidade de acesso epistêmico ao mundo e subdeterminação das teorias pelos dados.

Conforme Barra (1998, p. 18), entende-se que a subdeterminação das teorias pelos dados é que:

> as regras ou critérios metodológicos da ciência não selecionam inequivocamente uma única teoria entre todas aquelas possíveis de ser escolhidas. Três linhas de argumentação conduzem a essa conclusão. Primeiro, nenhuma teoria pode ser logicamente provada ou refutada por qualquer conjunto de evidências. Segundo, as regras das inferências científicas são tão ambíguas que elas podem ser aplicadas de maneiras muito diversas e inconsistentes. Terceiro, os critérios de escolha de teorias adotados pelos cientistas são muito ambíguos para determinar qualquer escolha.

Diante das considerações supracitadas, entendemos que a Ciência traz consigo um embate bastante problematizador entre o que seja real e o não-real relativo aos fenômenos, havendo por parte de historiadores e filósofos posicionamentos diversos em relação às teorias que explicam tais fenômenos. Desse modo, a complexidade das questões envolvidas no debate indica a necessidade de questionar qual o valor de verdade que está associado aos enunciados das teorias.

Nesse sentido, considerar uma abordagem sobre a natureza das teorias científicas no âmbito acadêmico é um fator essencial no processo formativo de professores. Ainda mais, levando-se em consideração que em se tratando da

construção do conhecimento científico, este passa a ser reconhecido por legitimação de uma comunidade científica.

Logo, no que se refere aos conceitos científicos postulados sobre um determinado conhecimento é considerado que sua explicação esteja associada a modelos científicos. Dessa maneira, consideramos que os professores formadores ao desenvolver suas práticas com estratégias de modelagem devem propiciar um aprofundamento dessa questão no sentido de conhecer como determinadas teorias relativas a alguns conteúdos explicativos de fenômenos foram construídas.

1.4 Modelos didáticos no ensino de Ciências e a modelagem na formação de professores.

No contexto da história da educação no Brasil, a prática docente em ciências sempre esteve voltada para a racionalidade técnica. Segundo Carvalho (2002), a atividade do profissional guiada pela racionalidade técnica tem como principal objetivo a solução de problemas mediante a aplicação rigorosa de teorias e técnicas científicas. Ou seja, a atividade docente consiste na priorização da mera transmissão de conteúdos em detrimento dos métodos que valorizam a participação e reflexão, tanto por parte dos professores quanto por parte dos estudantes.

No modelo da racionalidade técnica, também considerado como modelo Tradicional de Ensino, não há interação de conhecimentos entre professores e estudantes, e nem entre estudantes, seguindo-se a utilização única de livros didáticos como única fonte de conhecimentos válidos. Predomina entre os professores uma visão simplista do ensino e do ser professor, que consiste em transmitir verdades científicas consideradas imutáveis, que devem ser assimiladas pelos estudantes, sem qualquer preocupação com os contextos, sejam eles históricos, filosóficos e/ou sócio-culturais. Uma visão positivista, baseada na crença de que as leis e a ordem natural existem, são imutáveis e devem ser captados de forma direta, independentemente da subjetividade humana.

Conforme Gómez Garcia e Insausti Tuñón (2005), o modelo Tradicional de Ensino não contribui para a aprendizagem efetiva, mas, sim, para reforçar uma imagem distorcida da Ciência. Para Gil-Pérez et al (2001) a idéia de que possíveis deformações no ensino de ciências podem auxiliar no questionamento de

concepções e práticas assumidas de forma acríticas e a aproximar-se de concepções epistemológicas mais adequadas que, se devidamente reforçadas, podem ter incidência positiva sobre o ensino.

Borges e Lima (2007) quando abordam acerca da aprendizagem efetiva, se referem a diversos autores (Delizocoiv, Angotti, Pernambuco, 2002; Laburu, Arruda, Nardi, 2003; Krasilchik, 2004; Papadopoulos, 2005; Borges e Lima, 2007) que apontam para a importância de que ocorram situações diversificadas e interessantes no ensino de conteúdos científicos. Enfatizam ainda que a utilização de estratégias didáticas que permitem o diálogo entre teoria e prática constitui um caminho para envolver os estudantes nas aulas contribuindo, assim, para análises e reflexões nos processos que envolvem a construção de conhecimentos científicos. Neste sentido, Nanni (2007) ressalta que é importante haver uma relação entre os conteúdos trabalhados em sala de aula e as visões de mundo dos estudantes, suas experiências e expectativas.

Contudo, para que ocorra um ensino de Ciências que promova relações com as visões de mundo dos estudantes, é importante que o professor tome consciência de suas próprias concepções sobre o ensino das ciências, bem como de suas concepções sobre os processos de aprendizagem. No caso específico do ensino de Biologia, na atualidade, essa consciência parece surgir tanto na formação inicial quanto continuada.

Segundo Sarmieri e Fustina (2004) *apud* Justina e Ferla (2006), professores em formação inicial e contínua têm apontado como necessidades formativas a proposição de recursos didáticos que visem facilitar o processo de ensino e aprendizagem. No que tange à proposição de materiais didáticos que facilitam os processos de ensino e aprendizagem, os modelos didáticos constituem recursos interessantes.

Para Cavalcante e Silva (2008), os modelos didáticos permitem a experimentação, o que, por sua vez, conduzem os estudantes a relacionar teoria (leis, princípios, etc.) e a prática (trabalhos experimentais). Isto lhes propiciará condições para a compreensão dos conceitos, do desenvolvimento de habilidades, competências e atitudes, contribuindo, também, para reflexões sobre o mundo em que vivem.

Krasilchik (2004) infere que os modelos didáticos são um dos recursos mais

utilizados em aulas de biologia, para visualizar objetos de três dimensões. Contudo, podendo ter limitações diversas, a exemplo dos estudantes compreendê-los como simplificações do objeto real. Acrescenta ainda que, os avanços científicos no campo da biologia têm conduzido à necessidade de uma didatização dos conhecimentos nas salas de aula de ciências, isto é, à facilitação dos conhecimentos científicos biológicos em objetos de ensino.

Por exemplo, no campo da genética recentes descobertas ultrapassaram os limites acadêmicos e seus conhecimentos ocasionam implicações na sociedade. Temas como transgênicos, clonagem, Projeto Genoma Humano, terapia gênica, etc. são constantemente abordados pela mídia (CASAGRANDE e MAESTRELLI, 2006). Sobre essa situação, é assegurado considerar o que afirma Giacóia (2006) que, em vista da importância da genética para a alfabetização científica dos estudantes, fica evidente e indiscutível, a melhoria das técnicas de ensino de genética.

Galagovsky e Adúriz-Bravo (2001) fornecem uma classificação de recursos didáticos, pela ambigüidade com que tem sido utilizado o termo modelo didático, os quais podem ser utilizados nas aulas de ciências naturais, tais como: representações científicas, representações concretas, análogos concretos e modelos didáticos analógicos.

As **representações científicas**, referem-se a representação de um conceito científico através de imagens visualizadas por dispositivos tecnológicos como imagens digitalizadas, espectros de qualquer natureza, micrografias, raios X. Exemplos destas categorias podem ser representados por imagem de microscopia eletrônica, eletrocardiograma, fotografia infravermelho de uma superfície, ultrasom, ressonância magnética nuclear, espectro de massa e foto de satélite.

As **representações concretas** são representações visuais de certas imagens associadas a algum modelo cientifico em particular, geralmente simplificadores do conceito mais complexo, como desenhos, projeções bidimensionais e objetos tridimensionais. Podem ser exemplificados por um desenho de um orbital, esquema de uma célula, um modelo molecular (bolinhas e palitos), maquete de sistema solar, simulação em computador ou hologramas.

Os **análogos concretos** são conceituados como mecanismos didáticos facilitadores da aprendizagem de conceitos abstratos, os quais utilizam concepções e situações da estrutura cognitiva do estudante relacionado-se analogicamente com

os conceitos científicos. A utilização de mola na representação de movimentos de uma molécula interatômica verificável através de espectro de infravermelho e o uso de um sistema hidráulico a fim de representar um circuito elétrico simples com elementos em paralelo e em série, representam os seus exemplos.

O **modelo didático analógico** como dispositivo da ciência escolar relacionado ao sentido de uso do conceito de modelo científico para justificar, interpretar e predizer fenômenos, tendo como lei básica para a sua produção o conhecimento profundo do tema que se pretende ensinar. O exemplo nesse caso, indicam o modelo representativo da dinâmica celular a partir da interpretação da natureza da membrana citoplasmática.

Ao discorrer sobre a importância do trabalho com modelos nas aulas de Ciências, Lima (2007, p.73) faz alusão ao processo de modelagem afirmando que "é, portanto, uma construção de significados entre os modelos elaborados pelos alunos e os modelos científicos e didáticos. Nessa perspectiva, o papel do professor, no decorrer do processo é fundamental."

Por sua vez, a modelagem segundo Krapas et al. (1997, p. 195) se refere "aos processos pelos quais modelos são elaborados e modificados, situando-os no contexto educacional e atribuindo-lhes o caráter de objetivo central da educação em ciências."

Machado e Vieira (2008) trazem considerações sobre o uso de modelos no ensino de Ciências a partir do que expõe Pietrocola (1999) sobre a visão epistemológica de Mário Bunge que enfoca reflexões sobre o papel dos modelos em sala de aula, como também de Martinand (1986) sobre a modelização nas ciências físicas.

Desse modo, buscam um aprofundamento de discussões existentes no que se refere aproximar questões entre o modelo na Ciência e no ensino de Ciências. Logo, trazem um entendimento sobre modelização que "pode ser entendida como o processo da elaboração de modelos que por sua vez, propiciam a compreensão de um real complexo."(p.2).

Segundo Machado e Vieira (2008, p.3), autores como Pinheiro, Pietrocola e Pinho Alves (2001),

> apontam que um dos aspectos que diferencia os modelos construídos pelos cientistas e pelos alunos é o nível de sofisticação dos mesmos. Enquanto o cientista busca explicar o maior número de acontecimentos

> relacionados entre si, o estudante pode ficar satisfeito apenas com a explicação para o acontecimento estudado no momento.

Em considerações levantadas por Martinand (1986) sobre a modelização nas ciências físicas, Machado e Vieira (2008, p. 4) mencionam que o autor desperta "para a possibilidade de transformar os conteúdos do ensino, fazendo uso da modelização. Para tanto, aponta a importância de se refletir sobre o que se pode fazer modelizando, no que isso contribui e como isso funciona no pensamento científico."

Pinheiro et al. (2001, p. 42) apontam para o processo de modelização procedimentos, como "motivação, formulação de hipóteses, validação das hipóteses e novos questionamentos, e enunciado", caracterizados, respectivamente, sendo o primeiro como apresentação ao aluno de um significativo problema ou algo relacionado a experiências anteriores; o segundo, relacionados as expectativas teóricas correspondente a uma teoria prévia ou previsão para o objeto-modelo; o terceiro, atribuição e obtenção de dados quantitativos dos objetos através da experimentação, e, o último como etapa conclusiva da experimentação comparando o modelo empírico, os dados experimentais e as expectativas teóricas.

Machado e Veira (2008) abordam que é fundamental um aprofundamento sobre as atividades de modelização no ensino de Ciências, visto a polissemia conceitual na literatura. Portanto, apresentam elementos de uma atividade de modelização, esclarecendo não ser uma seqüência de passos para obtenção de modelos, nem tampouco, estabelecendo uma ordem temporal. Apenas buscam demonstrar critérios objetivos de análise no processo de atividades didáticas de modelização articuladas com o discurso sobre modelos no que se refere aos seus significados.

Sendo assim, os elementos referidos pelos autores são:

- constituição de um objeto-modelo (obtenção de uma representação teórica do objeto estudado, formando um modelo conceitual plausível);
- formulação clara do problema (referente a exposição de uma lacuna ou incoerência com saberes anteriormente disponíveis, sendo para o pesquisador, o conhecimento científico e para os alunos, são as representações);

- atribuição de propriedades suscetíveis de serem testadas (atribuição de variáveis testáveis ao modelo conceitual);
- construção de uma teoria do objeto-modelo (construção de um sistema hipotético-dedutivo), e;
- incorporação do modelo obtido em uma teoria geral (necessidade de vinculação do modelo teórico com leis gerais conhecidas) .

Nesse sentido, os autores afirmam que a contribuição desses critérios tem como foco a orientação para atividades de produção de modelos, especificamente, no ensino de Física. Contudo, alertam para a necessidade de investigar para quais conteúdos de ensino a validade desses critérios pode ser considerada.

Alude Lima (2007, p. 69) sobre a importância da modelagem no ensino de Ciências sugerindo que:

> a educação científica deveria discutir modelos alternativos na interpretação e compreensão da natureza, expor e contrastar esses modelos, bem como subsidiar os alunos a construir seus próprios modelos, interrogá-los e redescrevê-los a partir dos elaborados por outros, sejam eles seus colegas, professores ou os próprios cientistas.

Por outro lado, a autora destaca fatores importantes associados a possibilidade de licenciandos virem a construir modelos e auxiliar futuramente seus alunos com esse mesmo processo, dentre eles: “ (i) a compreensão do que é um modelo; (ii) a importância dos modelos na construção do conhecimento científico; (iii) as habilidades que podem ser desenvolvidas no processo de modelagem.” (p. 78)

No tocante aos fatores acima destacados, é cabível apontar Ferreira e Justi (2008, p. 32 - 33), quando asseguram que:

> pensar sobre como um fenômeno ocorre se torna cada vez mais difícil, à medida que o saber na escola se associa à memorização de fatos, equações e procedimentos. Contudo, a compreensão dos processos de produção de conhecimento e dos modelos elaborados nesses processos é necessária para a promoção de um aprendizado significativo, isto é, um aprendizado no qual o aluno estabeleça relações entre o que está aprendendo e o que já sabe e que favoreça a transposição de um dado conhecimento para outros problemas e situações. Nessa perspectiva, os alunos têm que ser capazes de pensar nos modelos, visualizar seu funcionamento em suas mentes e usá-los como ferramentas (como os cientistas fazem), indo além da simples declaração do conhecimento.

Em estudo realizado por Lima (2007), num total de 13 licenciandos em química investigados, 31%, correspondente a quatro estudantes, salientaram sobre a construção dos modelos na produção do conhecimento científico. Isso levando-a a afirmar como uma situação preocupante, uma vez que consideram como possível indicação do não reconhecimento do papel dos modelos na construção e socialização do conhecimento científico por parte dos demais licenciandos. Portanto, as discussões em torno dessa questão podem ser subsídios durante a formação inicial para reconhecer os modelos como parte do conhecimento científico.

Lima (2007, p.169) considera que:

> A diferenciação entre os modelos utilizados no ensino é essencial para que o professor possa propor atividades que envolvam a utilização de modelos nas aulas de Química, visto que, no âmbito da sala de aula, irá haver o processo de negociação de significados entre modelos construídos pelos alunos relacionados ao fenômeno químico em estudo e o modelo científico por intermédio dos modelos didáticos propostos pelo professor.

Enfatiza ainda que em se tratando dos aspectos mais considerados pelos licenciandos sobre os modelos didáticos foi que onze indicaram como uma forma de auxiliar a aprendizagem dos alunos, julgando assim como um resultado importante, justificado pela possibilidade de contribuir no sentido de que professores construam estratégias que subsidiem o uso de modelos didáticos ao longo de sua formação profissional.

Guimarães e Ferreira (2006) ao trabalharem com alunos em formação em Ciências Biológicas na UnB, em um componente curricular optativo que objetivava realizar pesquisa sobre modelos didáticos existentes sobre o ensino de Ciências, além de planejá-los e construí-los, partiram de alguns momentos diferenciados e articulados, apresentados na seguinte ordem: fundamentação teórica sobre o papel dos modelos no ensino de Ciências; construção de dois modelos (membrana celular e citoesqueleto) já produzidos por outros teóricos; escolha e produção dos modelos pelos alunos com elaboração de projeto de ensino, e, finalmente, a apresentação e discussões dos seus limites, abrangências e uso pedagógico.

As referidas autoras concluíram ao final que:

> o estudo de modelos na formação de professores de Ensino de Ciências pode possibilitar uma compreensão da dinâmica do processo científico de construção do conhecimento, promover uma reflexão sobre a própria formação científica e uma ampliação das perspectivas das abordagens

> pedagógicas, trazendo a dinâmica da Ciência para a reflexão em sala de aula. (GUIMARÃES e FERREIRA, 2006, p. 4)

Nessa perspectiva, é inerente acrescentar Islas e Pesa (2001, p. 320) quando afirmam como objetos de investigação com utilização de marcos teóricos consistentes “a transformação de um modelo científico consensual em um modelo de ensino, assim como o emprego destes últimos nas aulas e os resultados de aprendizagem a respeito”.

Logo, é possível articular essa afirmação com o que aponta Lima (2007, p. 70), quando diz que:

> proporcionar condições para que os alunos criem seus próprios modelos relacionados aos fenômenos observados, promove a uma melhor compreensão dos modelos científicos. Evita-se, assim, a confusão entre os modelos e a realidade, ao mesmo tempo em que aumenta o interesse dos alunos em aprender e interpretar. Isso pode levar a uma maior autonomia e, dessa forma, a desenvolver sua criatividade.

Em acréscimo a esses aspectos, no que diz respeito aos propósitos de elaboração e do emprego de modelos para trabalhar as Ciências, as respostas dos estudantes universitários, levaram Islas e Pesa (2001), em estudo realizado, a agrupá-las em: facilitar o estudo de um evento; reproduzir um fenômeno; explicar e predizer o comportamento da natureza, e, para dirigir a observação e para possibilitar a interpretação de dados.

Outro aspecto destacado por Lima (2007, p. 70) é sobre uma informação de Justi (2006) de que é raro a descrição nos textos científicos do processo de como se deu a construção de um determinado modelo, argumentando “que não existem regras gerais para a construção de modelos, o que implica, de um modo geral, supor-se que a capacidade de construir modelos é uma destreza que não pode ser ensinada.”

Ainda em relação ao processo de construção dos modelos, baseado nas maneiras de atuação do professor frente a essa tarefa proposta por Justi e Gilbert (2006b), Lima (2007) enfatiza a condição dos alunos, em determinado momento, serem permitidos a reconhecer a existência de múltiplos modelos para uma mesma situação, sendo portanto, propício para que seja construído um modelo consensual entre os membros da sala. Contudo, ressalta ainda sobre a importância do professor

conduzir a discussão enfatizando a capacidade que cada modelo tem de explicar e predizer e não julgar os modelos como corretos ou incorretos.

Outro aspecto trazido por essa autora é que “os alunos avaliem as limitações e validez dos modelos consensuais, entendendo, assim, que os modelos são susceptíveis a modificações.” (p. 73)

Conforme Braga et al (2009), possibilidades de uso de modelos pedagógicos são essencialmente importantes para tornarem os conteúdos abstratos bem significativos no processo de aprendizagem.

Como bem afirmam Guimarães et al (2006), pensar em melhorar a formação dos jovens, e, neste sentido, a educação científica destes, implica, em primeiro lugar, reconhecer os professores como sujeitos que são responsáveis por qualquer mudança significativa que possa ocorrer na educação escolar. Implica na importância de esses profissionais refletirem sobre as suas ações pedagógicas.

Maldaner et al (2006) destacam que os saberes produzidos a partir da prática profissional podem tornar-se importantes desde que sejam acompanhadas por práticas reflexivas (reflexão na ação e sobre a ação) que segundo alguns teóricos produz saberes de grande valia, tendo sido muitas vezes objetos de estudos por pesquisadores. Afirmam que considerações dessa natureza são trazidas na visão de autores como Tardif; Gauthier (2000).

Baptista (2003) indica que é preciso conduzir os futuros profissionais da área de ensino de ciências a partir das suas próprias concepções e experiências para ampliar seus métodos de ensino e recursos didáticos. Sob esta visão, é oportuno concordar com Carvalho e Gil-Pérez (2001) no sentido de haver interesse dos docentes em preparar atividades que possam garantir uma aprendizagem efetiva na construção do conhecimento científico, orientando-a ao tratamento de situações problemas e que possam dar sentido ao processo de ensino.

1.5 O ensino de Genética: situando argumentos para a possível aplicabilidade de modelos didáticos na construção do conhecimento.

A Genética como área de conhecimento tem sido destacada atualmente, juntamente com a área de Evolução, como eixo articulador de algumas reformas

curriculares no curso de Ciências Biológicas. Além disso, apresentados como temas nas propostas de documentos oficiais da educação básica que indicam diretrizes para o trabalho pedagógico do professor e da escola. Em relação à Genética, o seu contexto se dá em virtude da crescente expansão de desenvolvimento dos avanços da Biotecnologia e da Genética Molecular, os quais têm influências na sociedade, na educação científica e no cotidiano das pessoas.

Xavier et al (2006) revelam que a Biotecnologia e a Genética Molecular são temas que comumente têm sua explicação em decorrência do grande apelo social e pela influência direta na vida das pessoas, sendo assim, conteúdos relevantes no contexto escolar.

Além do mais, discorrem sobre os debates constantemente travados sobre conteúdos articulados às temáticas, a exemplo de transgênicos, terapias gênicas, clonagem, células-tronco, teste de paternidade, entre outros, e lembrando que o espaço da sala de aula não deve ficar alheio a essas temáticas ou deixar de abraçar a Nova Biologia, convenção essa justificada por ser a Genética atual um tema que está relacionado ao estudo e a aplicabilidade de novas tecnologias associadas ao DNA.

Nascimento (2005) afirma que houve um aumento na quantidade de reportagens de divulgação científica relacionadas à Genética que circulam cotidianamente através de jornais impressos e televisivos, revistas, documentários e notas em páginas da *Internet*, fazendo com que o cidadão leigo freqüentemente entre em contato com as atualidades desse campo de conhecimento. Com isso, essa diversidade de novidades científicas veiculadas na mídia acaba por criar uma demanda no contexto escolar, no qual professores e os próprios materiais didáticos devem estar sempre atualizados.

Em verdade, o contexto referido acima, revela a necessidade de destacar algumas considerações gerais em torno do ensino de Genética que as situem como argumentos importantes para pensar a modelagem como estratégia para a construção do conhecimento científico em sala de aula com conteúdos de Genética. Para tanto, utilizamos de referenciais teóricos que fundamentam questões associadas ao ensino de Genética.

Tem sido verificado na literatura sobre o ensino de Biologia que em se tratando de conteúdos da Genética, há uma vasta gama de problemas que impedem ou dificultam o trabalho docente e da escola.

Rotbain et al (2006), estabelecem que o acelerado ritmo da pesquisa em Biologia Molecular desenvolvido nas últimas décadas e as implicações desse contexto para o ensino médio tem ocasionado muito interesse na investigação sobre as concepções dos estudantes sobre a genética molecular.

Acrescenta ainda os autores que boa parte destes estudos tem convergido em relação à compreensão dos estudantes acerca das funções do DNA como material genético, sendo mais específico, no seu entendimento conceitual sobre DNA, RNA, genes, cromossomos, proteínas e dos processos de duplicação, transcrição e tradução do DNA.

Paiva e Martins (2005) afirmam que há uma considerável literatura sobre pesquisas de ensino e aprendizagem na área de Genética e Hereditariedade e que atualmente houve um significativo aumento de estudos a respeito do entendimento dos estudantes sobre as estruturas, processos e mecanismos de herança e sua implicação para o ensino. Indicam ainda que:

> Cada vez mais, o foco dessas pesquisas é em como a compreensão do estudante pode ser usada para o desenvolvimento de um ensino que leva a uma mudança conceitual. Isso levanta a questão sobre o que poderia significar “mudança conceitual” no contexto de genética e hereditariedade (p. 2).

Ao analisarem as idéias e conceitos prévios de estudantes do ensino médio, sobre alguns temas na área da genética (transmissão da informação genética, diferenças e similaridades no DNA dos seres vivos, biotecnologia), observaram evidências dos alunos terem conceitos prévios diante de diversos temas que fazem parte do currículo.

Segundo Rotbain et al (2006) apud Malacinski e Zell (1996), o surgimento das dificuldades de compreensão dos conceitos e processos em genética pelos alunos se dá na Genética Molecular como resultado da ênfase dos mínimos detalhes e conceitos abstratos.

Castelo Branco (2005), citando Harres (1995), indica que este autor ao trabalhar com as concepções dos alunos sobre Concepções sobre a Natureza da Ciência (CNC), estas eram inadequadas, dentre elas, especificamente, indica sobre

a falta de compreensão do papel das teorias e sua relação com a pesquisa e das experiências com modelos e teorias.

No que se refere às concepções de ciências dos professores, as pesquisas, de um modo geral, revelam uma visão de ciências em aproximação com o realismo ingênuo, “crente na objetividade e infabilidade do método científico e na superioridade da ciência, a qual utiliza a metodologia indutiva e que não reconhece as influências históricas e contextuais.” (p. 32).

Em alteração a este panorama, o autor propõe incentivar momentos de discussão sobre a natureza da ciência, o que possibilitaria a reflexão e o questionamento dos professores sobre as suas concepções, além disso sugerindo a utilização de modelos científicos para resolução de problemas e o estudo da História da Ciência.

Xavier et al (2006), em estudo realizado com livros didáticos de Biologia sobre temas da Nova Biologia, têm abordado em relação a presença ou não de ilustrações referentes aos temas comparados à sua ocorrência nos livros analisados. No caso das suas presenças não tem vinculação com o texto de modo adequado, apresentando um número de ilustrações aquém da quantidade de vezes que é citado textualmente, desse modo, suprimindo-as o que ocasiona para o aluno a falta de referência visual. Logo, os professores podem criar outros modelos didáticos, em substituição ao apresentado nos livros didáticos, que permitam sanar problemas decorrentes dessa natureza.

Por sua vez, Paiva e Martins (2005) dizem que em se tratando da abordagem dada no espaço escolar sobre estudo da genética no ensino médio, a falta de integração ou fragmentação entre os temas também pode ser constatada na maioria dos livros didáticos. Acrescentam também que há poucos livros que abordam sobre determinados avanços do conhecimento em Biologia Molecular, como os estudos de diferenciação e controle da vida celular e de manipulação gênica .

Nesse caso, ressaltamos que devido à importância desses temas e de vários outros associados à Genética, nas situações referidas pelo autor, podem os conteúdos serem desenvolvidos, possivelmente, através de atividades com o processo de modelagem pelos professores ao detectarem problemas desse caráter. Contudo, buscando aprofundamento dos temas com outras fontes teóricas.

Castelo Branco (2005), em estudo realizado, traça sobre as implicações da "descoberta" da dupla hélice, no qual buscou relacioná-la aos propósitos da educação científica. Além de trazer uma abordagem sobre o ensino de genética no Brasil a partir de uma revisão bibliográfica indicando as suas deficiências e necessidades.

Assume o autor supracitado que frente aos desafios decorrentes dos avanços da genética a socialização dos conhecimentos produzidos pela ciência deve caber a escola, podendo o ensino de genética participar desse processo, uma vez que os seus conteúdos têm ocasionado intenso interesse pelos estudantes, os quais são bombardeados com informações sensacionalistas e distorcidas através da mídia.

Por outro lado, alude sobre o despreparo dos professores para trabalharem com temas ligados as novas abordagens e conceitos da genética, como tecnologia do DNA recombinante, clonagem e transgênese.

Logo, no tocante ao ensino de genética, Castelo Branco (2005, p.25) evidencia que cabe "socializar, não apenas os conhecimentos produzidos pela ciência da genética, como também, o percurso dessa produção."

Ainda sobre essa questão aponta Griffiths (1993, p.25), o qual infere que:

> o ensino de genética pode contribuir para a alfabetização científica, evitando, no entanto, dogmatizar seus conceitos [,,,] sugerindo que a genética deve ser abordada de forma questionadora, salientando que, para que não fiquemos passivos diante de tantas discussões, não só na arena científica, temos que estar bem informados. Porém, apenas a informação não é suficiente, há que se questionar a aplicação dos conhecimentos de genética e os procedimentos envolvidos na sua construção (por exemplo, manipulação de embriões humanos). Para tanto, é preciso compreender os conceitos básicos da genética para analisarmos e discutirmos conscientemente.

Conforme Justina e Ferla (2006, p.37.), a ocorrência da alfabetização científica e técnica em genética passa pela necessidade de que sejam ultrapassados os fatores limitantes na atividade pedagógica, nos quais citam: "a abordagem fragmentada e descontextualizada dos tópicos; o livro didático como único recurso didático-metodológico e o estudo da genética mendeliana em detrimento da genética moderna".

Nesse sentido, remetem essa condição à superação desses fatores, podendo estar associada a uma dinâmica de aula que estimule o interesse dos alunos, levando-os a instigarem a resolverem os problemas que devem emergir das próprias

atividades, organizadas e orientadas pelo professor para a compreensão de um conceito e dos procedimentos envolvidos.

Stewart e Rudolph (2001), ao realizarem estudos sobre a resolução de problemas na genética clássica, desenvolvimento de cursos de ensino médio sobre genética e biologia evolutiva e pesquisa sobre a solução de problemas na biologia evolutiva, indicam que o desenvolvimento de suas investigações baseiam-se na crença da possibilidade do desejo e desenvolvimento dos alunos entenderem acerca das estruturas conceituais das disciplinas científicas, dos diversos padrões de raciocínio usados pelos cientistas nessas áreas, e da ciência como um empreendimento de resolução de problemas e com base em modelos.

Na área de genética a ênfase do curso desenvolvido pelos estudos, é estimular os discentes a resolver os problemas do tipo modelos e dados, no qual ocorre a aprendizagem dos detalhes de vários modelos de genética e desenvolvem trabalhos com os problemas conceituais oriundos disso, ou seja, *aprendem ciência por meio de resolução de problemas* (STEWART e RUDOLPH, 2001).

Nessa ótica, os estudantes iniciam com os problemas do tipo modelos e dados para gerar e interpretar dados utilizando o *software* Conjunto de Construção Genética (GCK em inglês) após a compreensão do modelo dominante simples de Mendel. Os alunos no curso executam cruzamentos e analisam resultados, utilizam padrões de raciocínio específicos para genética e tendo possibilidades realizam análises estatísticas a fim de desenvolverem explicações com base em modelos referentes aos padrões de herança observáveis em uma dada população. Em seguida, são disponibilizados problemas que os levam a obrigatoriedade de reverem o modelo.

Rotbain et al (2006), referendando estudos de Kindfield (1992); Lewis & Wood-Robinson (2000); Marbach-Ad (2001), indicam dificuldades no ensino de genética molecular, dentre elas, respectivamente, a compreensão limitada da natureza da informação genética e a generalizada confusão relativa as estruturas biológicas básicas (célula, cromossomo e gen) e a sua relação; incapacidade dos alunos na explicação dos mecanismos e etapas intermediárias envolvidos numa ligação relacionada a processos do gene/DNA, bem como metade dos estudantes apresentavam dificuldades de explicação sobre as funções do RNA, consequentemente, evidenciando falta de entendimento conceitual dos processos de

transcrição e tradução; praticamente a inexistência de experiência direta sobre os processos subcelulares (transcrição e tradução) é que tem tornado difícil a sua compreensão por parte de estudantes e até professores universitários de genética quando foram analisados seus conhecimentos acerca desses processos.

Nesse sentido, os autores recomendam aos pesquisadores construtivistas diante das dificuldades supracitadas, reforçarem o ensino de genética molecular através do uso de modelos.

Rotbain et al (2006), em estudo voltado à análise do uso de modelos no ensino de genética molecular no ensino médio, observaram que o uso de um desses modelos por um grupo de alunos aumentou seus conhecimentos em genética molecular em comparação ao grupo controle, ou seja, da amostra de alunos que foram ensinados de forma tradicional em sala de aula.

Concluíram nesse estudo que apesar da importância do uso de um modelo tridimensional, como no utilizado (modelo de contas de colar), os alunos poderão melhorar sua aprendizagem em relação ao modelo tradicional desde quando possam ser envolvidos em atividades de ilustração, como o modelo de ilustrações, este compreendido essencialmente de fórmulas químicas do DNA, RNA e das moléculas de proteínas e de figuras descritivas dos principais processos moleculares.

Portanto, as evidências de todos os aspectos demonstrados nesse capítulo e as considerações feitas a partir deles ocupam um papel importante na mediação entre os argumentos e fatores referentes aos modelos que são apontados como interlocuções da pesquisa realizada.

2. TRAÇANDO O CAMINHO METODOLÓGICO

Para a execução do presente estudo, escolhemos por caracterizá-los numa abordagem qualitativa, que segundo Ludke e André (1986); Bogdan; Biklen, (1994) concebem como características na investigação em aulas, a interpretação da fala, da escrita, dos gestos e ações dos professores e alunos.

Bogdan; Biklen, (1994, p. 48) consideram na pesquisa qualitativa o ambiente natural como fonte direta dos dados, já "que as ações podem ser melhor compreendidas quando são observadas no seu ambiente habitual de ocorrência."

Consideram ainda a investigação qualitativa como sendo descritiva, uma vez que os dados recolhidos são obtidos através de palavras ou imagens, sendo citações utilizadas nos resultados escritos da investigação para ilustrar uma afirmação ou substanciar um ponto de vista.

A escolha pela referida abordagem foi devido à possibilidade de junto aos sujeitos da pesquisa, buscar informações que respaldem as intenções da investigação. Desse modo, sendo estas informações merecedoras de aprofundamento no que tange a compreender os olhares dos investigados sobre os modelos nas Ciências e modelos didáticos, bem como os aspectos relacionados à produção dos modelos didáticos com conteúdos de genética no ensino de Ciências.

A investigação teve como modalidade qualitativa a pesquisa de intervenção, que de acordo com Miranda e Rufino (2007) é um método de análise que possibilita a mediação entre a teoria e a prática a partir de uma problematização da realidade de modo a propor alternativas de ação baseadas no conhecimento teórico visando transformar a realidade.

Por outro lado, consideram que a pesquisa de intervenção tem um potencial formativo e que deve ser realizada no espaço educacional estabelecendo um contato direto do pesquisador com os sujeitos para a tomada de dados por meio de práticas pedagógicas.

Portanto, "os pressupostos básicos nesta modalidade de pesquisa são: trabalho em grupo, problematização definida no campo, intervenção com atividades diversificadas e planejamento coletivo" (MIRANDA e RUFINO, 2007, p. 8).

Diante dessas considerações, na aplicação de procedimentos e estratégias

que fossem inerentes aos propósitos do estudo desenvolvido procurou-se por fundamentar no tocante à promoção de validade e fidedignidade dos resultados obtidos a partir das informações provenientes da coleta de dados e das suas análises.

Na perspectiva das análises, optamos por organizar e agrupar as informações transcritas, provenientes dos instrumentos de coleta de dados utilizados, no sentido de verificar o contexto das manifestações dos sujeitos através de suas respostas, "respeitando, tanto quanto o possível, a forma em que estes foram registrados ou transcritos" (BOGDAN e BIKLEN, 1994, p.48), de modo a "estabelecer uma compreensão dos dados coletados, confirmar ou não os pressupostos da pesquisa e/ou responder às questões formuladas, e ampliar o conhecimento sobre o assunto pesquisado, articulando ao contexto cultural da qual faz parte" (MINAYO, 1994, p. 69).

2.1 – Situando o campo empírico

Pelo fato de os sujeitos da pesquisa serem estudantes do Curso de Licenciatura de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), no componente curricular Docência em Ciências: saber científico/saber escolar II, é essencial declarar alguns aspectos gerais que caracterizem o campo empírico.

A Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), constituiu o campo empírico do estudo. Está localizada no município baiano de Feira de Santana, esta apresentando uma população de 584.497 habitantes (Censo de julho de 2006), sobre a Zona de planície entre o Recôncavo e os tabuleiros semi-áridos do nordeste baiano, numa extensão de 1.344 Km^2 (sede municipal 111 Km^2), distando 108 Km em relação à capital, numa altitude de 324 metros acima do mar, tendo um clima quente e úmido. (http://www.feiradesantana.ba.gov.br/conteudo.asp?id=6)

A UEFS é uma instituição pública e gratuita, mantida pelo governo do Estado da Bahia, sob o regime de autarquia. Criada pela Lei 2784 de 24.01.70, autorizada a funcionar pelo Decreto Federal 77496 de 27.04.76, instalada em 31.05.76 e reconhecida pela Portaria Ministerial nº 874/86 de 19.12.86. Possui hoje sete

módulos onde são desenvolvidos as atividades acadêmicas e Centros Administrativos I, II e III onde são desenvolvidas atividades administrativas. Conta ainda com um Centro de Informática, Parque Esportivo, Prédio da Biblioteca, Creche, Centro de Educação Básica, Residência Universitária, Observatório Astronômico, Estação Climatológica, Centro de Treinamento Xavantes, Sede de Educação Ambiental, Centro Universitário de Cultura e Artes, Museu Casa do Sertão e seis Clínicas Odontológicas. Com objetivo de formar e capacitar novos profissionais a UEFS oferece vários Cursos de Graduação, além dos Cursos de Pós-Graduação onde constam Especializações, Mestrados e Doutorados. (http://www.uefs.br/portal/a-universidade/localizacao-e-abrangencia)

Dentre os cursos oferecidos, o Curso de Ciências Biológicas da UEFS é oferecido nas modalidades Licenciatura e Bacharelado desde 1998, ambas reconhecidas pelo Conselho Estadual de Educação, reformulando, num primeiro momento, e para atender às novas Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação de professores em nível superior, a sua Licenciatura no ano de 2003. (http://www.uefs.br/colbio/)

Dentre os componentes curriculares, dispostos na grade curricular do referido curso de licenciatura (**Anexo 01**), o envolvido no presente estudo é denominado de "Docência em Ciências: saber científico / saber escolar II", apresentando como ementa: "o exercício da docência na área das ciências biológicas. Os conceitos de gene, hereditariedade e informação na Biologia e sua constituição como objeto de ensino na Educação Básica. O determinismo genético veiculado nas mídias e suas implicações no ensino de Ciências e Biologia". A disciplina é ofertada aos estudantes do curso, no 4º semestre, com uma carga horária de 45 horas.

2.2 – A escolha dos sujeitos

Considerando que os estudantes seriam fundamentais durante a pesquisa para a obtenção de dados que respaldassem os objetivos da pesquisa, era essencial, para o propósito de inclusão no espaço da sala de aula, a aceitação da docente.

Portanto, houve contato com a professora do componente curricular a fim de expor o propósito da pesquisa e viabilizar a possibilidade de realização de coleta de dados durante alguns períodos de suas aulas. O consentimento da professora do componente curricular foi legitimado posteriormente, com a autorização assinada e enviada juntamente com o projeto de pesquisa ao Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Estadual de Feira de Santana (CEP/UEFS).

Não obstante, nesse mesmo período, solicitamos também a autorização do diretor do Departamento de Educação da UEFS para a coleta de dados da pesquisa, uma vez que se daria nas aulas do componente curricular Docência em ciências: saber científico/ saber escolar II, pertencente ao referido setor.

O projeto de pesquisa elaborado para a realização da pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Feira de Santana (CEP/UEFS), registrado sob o Protocolo 030/10, CAAE 0029.0.059.000-10 (**Anexo 2**), sendo posteriormente aprovado por ofício (**Anexo 3**), que permitiu iniciar o estudo com os estudantes do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, da UEFS, matriculados no semestre 2010/1.

Com a aprovação do projeto de pesquisa pelo CEP / UEFS, procedemos à escolha dos sujeitos da pesquisa buscando, primeiramente, o necessário conhecimento relativo à quantidade dos alunos matriculados na disciplina Docência em Ciências: saber científico / saber escolar II, sendo solicitada à professora a lista de presença dos estudantes no semestre 2010/1. Do total de alunos na lista, somente foram considerados para a coleta de dados aqueles que freqüentavam as aulas.

Vale salientar que a disciplina supracitada serviu apenas como facilitadora no que se refere à utilização do espaço da sala de aula para organizar as atividades de intervenção a fim de executar a tomada dos dados da pesquisa.

Logo, a escolha dos sujeitos considerados no estudo se deu pelo fato de estarem matriculados e freqüentando o referido componente curricular, no qual a abordagem de seus conteúdos está relacionada com assuntos da genética envolvendo a articulação entre o conhecimento científico e o conhecimento escolar.

Ainda mais, no semestre anterior os alunos já haviam cursado outro componente curricular (Docência em Ciências: saber científico/saber escolar I) que enfocava as duas formas de conhecimento supracitadas, contudo, relativo às

questões evolutivas. Este fato poderia, possivelmente, facilitar no desenvolvimento de suas informações na coleta de dados, uma vez que aspectos epistemológicos no ensino de Ciências discutidos nele têm, na sua maioria, relações no contexto com outras áreas de conhecimento, como no caso da genética.

Uma das estratégias utilizadas para viabilizar a participação dos sujeitos referidos foi fornecer, anteriormente à execução da coleta de dados, especificamente, no dia 12 de maio de 2010, informações aos estudantes que se encontravam durante a visita e exposição em sala de aula, sobre o propósito da atividade de pesquisa. Ainda mais, para garantir as suas presenças durante a realização de coleta de dados foram informados sobre o cronograma de datas dos encontros em aula.

Foi comunicado também aos estudantes que as informações coletadas têm caráter sigiloso e confidencial, garantindo o anonimato na pesquisa desde a coleta e análise dos dados e posterior divulgação dos resultados, não tendo a possibilidade de serem identificados, conforme disposto no TCLE, o que de certo modo influenciou na disponibilidade de participação dos sujeitos.

2.3 - Apresentando os sujeitos da pesquisa

Os sujeitos da pesquisa foram somente doze alunos freqüentes, de um total de treze matriculados, que manifestaram interesse e consentimento em participar da pesquisa através da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE (**Apêndice 1**).

A aceitação por parte dos sujeitos foi realizada após leitura, na sala de aula, localizada no Pavilhão de Aula Teórica 19 (PAT 19), da Universidade Estadual de Feira de Santana / UEFS, do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. A leitura realizada do referido termo teve como intenção propiciar informações aos estudantes sobre os objetivos e procedimentos da pesquisa, de modo a optarem pela participação ou não.

Vale salientar que desses doze alunos freqüentes que participaram da primeira aplicação de um dos instrumentos de pesquisa (questionário aberto), um deles, em seguida, após fornecer os dados, informou não poder continuar como

sujeito da pesquisa por estar trancando a sua matrícula em virtude da necessidade de trabalhar, daí, restando, portanto, onze estudantes na segunda aplicação de outro instrumento de pesquisa (roteiro de atividade).

A primeira etapa em campo resultou em uma visita realizada para exposição do propósito da pesquisa aos estudantes. Daí, optamos em primeira mão, assim como em outras etapas seguintes, não identificar o perfil dos sujeitos, uma vez que julgamos que em suas respostas no primeiro questionário aplicado e em suas falas provenientes dos encontros isso ocorreria de modo natural, ao mesmo tempo, que teria uma relação com as informações dadas, nesse caso sendo significativo na interpretação dos resultados.

2.4 – Apontando os procedimentos metodológicos

No presente estudo foram consideradas algumas etapas que direcionassem a busca das informações obtidas durante a coleta de dados.

Conforme Carvalho (2006, p.14), em se tratando da estruturação metodológica de uma pesquisa, esta “visa cercar a coleta de dados de todos os cuidados para que estes respondam com maior confiabilidade e precisão possível, as questões levantadas”.

Dentre as etapas, um levantamento e atualização bibliográfica realizados contribuíram para assegurar uma maior fundamentação e proposições da utilização de modelos nas Ciências e modelos didáticos no ensino de Ciências, especificamente com conteúdos da genética, envolvendo a sua contribuição no desenvolvimento dos saberes escolares e científicos de estudantes de biologia em formação inicial.

Ainda mais, no campo empírico, foram realizados sete encontros semanais conforme descritos nos sub-itens abaixo, especificando o dia de cada uma das suas ocorrências, totalizando uma carga horária de 21 horas.

Em acréscimo, os procedimentos executados na coleta de dados nesses encontros foram: aplicação de questionário na fase inicial de coleta de dados; aplicação de roteiro de atividade (planejamento temático, argumentativo e organizacional) para a produção dos modelos didáticos, sendo este aplicado em dois dias, sendo a especificação destes apresentados adiante de maneira mais

detalhada.

Por sua vez, para a análise de dados foi considerada a interpretação e análise das informações resultantes dos seguintes instrumentos de coleta de dados: questionários abertos, aplicados no início da coleta de dados, bem como roteiro de atividade disponibilizado para o planejamento da produção dos modelos didáticos articulando as questões trazidas durante a socialização. De modo geral, servindo de base para discussões e reflexões dos problemas, hipóteses e objetivos levantados no projeto.

A estratégia dos encontros, em sala de aula, com os alunos freqüentes no componente curricular foi discutida e planejada, previamente, com o professor do componente em questão, inclusive, dentro da proposta do plano de ensino a fim de não prejudicar a dinâmica do curso. Vale salientar, conforme já citado, que na **primeira semana**, especificamente12 de maio de 2010, houve a visita aos estudantes em sala de aula para conhecimento do projeto de pesquisa, sendo apresentadas a seguir as semanas seguintes e suas respectivas datas:

Segunda semana (19/05/2010) - Visão geral dos estudantes diante dos conhecimentos sobre modelos nas Ciências e modelos didáticos no ensino de Ciências:

Esse momento foi constituído pela busca de informações em torno do conhecimento dos alunos, de modo individual, sobre modelos nas Ciências e modelos didáticos no ensino de Ciências, utilizando-se de questionários abertos**,** dividido em quatro blocos.

Conforme Diehl e Tatim (2004, p. 69), o questionário com perguntas abertas “permitem ao informante responder livremente, usando linguagem própria, e emitir opiniões.” Afirmam ainda sobre a limitação em extensão e em finalidade desse instrumento metodológico, em se tratando de ser muito longo ou curto demais a quantidade de perguntas poderá trazer algumas implicações, a exemplo, de fadiga e desinteresse, e, não oferecer informações suficientes, respectivamente.

Contudo, a aplicação dos questionários, na fase inicial de coleta de dados, embora tenha sido apresentada com uma questão para cada bloco, as informações obtidas corresponderam à intenção. Ainda mais, foi considerado o modo mais

inerente, oportuno e rápido no que se refere à obtenção de olhares em torno da questão e, de certo modo em tempo hábil, favorecendo agrupar as informações que pudessem respaldar a maneira de organizar as fundamentações teóricas a serem expostas aos estudantes no encontro da semana seguinte. Nesse caso, o conhecimento obtido pelos alunos, sugestivamente, facilitaria organizar suas idéias em torno da proposta de produção de modelos didáticos com conteúdos de genética em momento posterior.

Além do mais, um fator importante para considerar as suas aplicações decorre do fato da carga horária de três horas de aulas possibilitar a coleta das informações num só momento, uma vez que foi considerado executar a sua aplicação em quatro blocos distintos com objetivos diferenciados, embora articulados à pretensão da pesquisa.

Outra questão referente à produção do questionário para a sua aplicação foi o cuidado em situar instruções gerais que pudessem orientar os informantes em dar as suas respostas assegurando informações consideráveis, corroborando com Diehl e Tatim (2004, p. 69) no sentido de que "deve-se atentar para instruções definidas e notas explicativas, a fim de que o informante tome ciência do que se deseja dele". Nesse caso, as instruções gerais foram adaptadas de trabalho realizado por Almeida (2009).

Portanto, a divisão dos quatro blocos, descritos abaixo, foi expressa na ordem em que foi aplicada, sendo que todos apresentavam instruções gerais no sentido de não haver qualquer intervenção do pesquisador, no caso de dúvidas por parte dos sujeitos da pesquisa.

BLOCO 1 – versa sobre a perspectiva de conhecer o entendimento dos alunos sobre os modelos nas Ciências, através de um único questionamento feito.

BLOCO 2 – destinado a obter outras informações sobre os modelos nas Ciências, dessa vez, utilizando-se de cenários que pudessem, sugestivamente, propiciar aos sujeitos da pesquisa, a capacidade de ampliar a sua visão relacionando-a às imagens e a descrição dos cenários expostos. Justifica-se essa proposta por considerar, possivelmente, que no primeiro momento (BLOCO 1) se os estudantes apresentassem dúvidas ou desconhecimento da questão aberta, os cenários poderiam, ocasionalmente, auxiliar nas suas concepções, sendo que, para o estudo isso tornaria um aspecto importante para assegurar de modo mais fidedigno as

informações coletadas.

Nesse sentido, a proposta dos cenários foi baseada em trabalho realizado por Almeida (2009, p. 43), utilizando-se de procedimento efetuado por Anderson; Fisher; Norman (2002) que propuseram “o desenvolvimento de itens e contextos baseados em eventos evolutivos reais já estudados”.

Essa proposição, pelos autores, se deu através de críticas realizadas em torno dos instrumentos utilizados na investigação sobre as concepções dos alunos sobre a seleção natural, que, por sua vez, os levaram a discutir os problemas relativos à utilização de situações hipotéticas nos instrumentos anteriores.

Logo, os cenários considerados neste estudo foram relativos à exposição de imagens que retratam os modelos nas Ciências, nas áreas de biologia, física e química, com pequenas descrições do tempo, da história e do contexto relativo ao conteúdo apresentado. Necessariamente, sem haver situações hipotéticas, como o utilizado pela autora supracitada.

Justifica-se o uso das imagens e descrições dos modelos, nas três áreas de conhecimento, em virtude da relação que estabelecem entre si na construção do conhecimento que, por sua vez, durante o ensino básico (fundamental e médio) os sujeitos da pesquisa, possivelmente, tiveram acesso aos livros didáticos que, provavelmente, apresentavam os referidos modelos ou em recursos didáticos utilizados por professores em suas aulas. Ainda mais, por considerar que na sua futura profissão os aspectos referentes aos conteúdos dos modelos considerados podem ser utilizados.

Os cenários apresentados na coleta de dados são descritos abaixo, fazendo alusão às referências imagéticas e textuais da sua elaboração, tendo para todos um questionamento principal: qual o seu entendimento sobre **modelos nas Ciências**?

O primeiro cenário apresentado, referente a área de Biologia, relaciona-se ao modelo da molécula de DNA proposto por Watson e Crick em 1953, com a imagem e descrição retirada da obra “DNA: o segredo da vida”, de autoria de James D. Watson, 2005.

CENÁRIO 1: [...] 28 de fevereiro de 1953, todas as principais características do modelo de DNA se encaixaram. [...] Foi um momento e tanto. [...] A dupla-hélice fazia sentido em termos químicos e também em termos biológicos.[...]Nos meses subseqüentes, Crick e, em menor grau, eu nos deleitamos mostrando nosso modelo molecular para um fluxo contínuo de cientistas curiosos.[...] o manuscrito que enviamos a revista *Nature* no início de abril foi publicado três semanas depois, em 25 de abril de 1953. Foi acompanhado de dois outros artigos mais extensos de Franklin e Wilkins, ambos confirmando a precisão geral de nosso modelo.(p. 65,67 e 70)

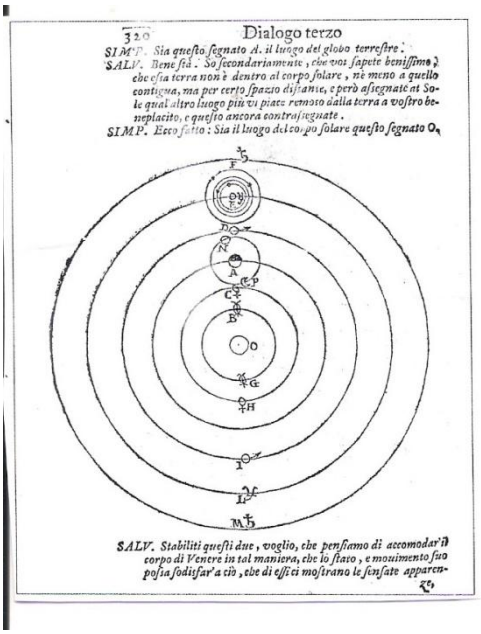
Fonte: WATSON, J. D**. DNA:** O segredo da vida. Companhia das Letras, São Paulo, 2005.

1953: Francis Crick (a direita) e eu junto ao nosso modelo de dupla-hélice.

O segundo cenário, relacionado à área de Física, refere-se ao modelo de Galileu Galilei sobre a disposição dos planetas no universo, sendo as imagens e descrição retiradas do livro Galileu Galilei: o primeiro físico, de autoria de Maclachlan, J., 2008.

CENÁRIO 2: [,,,] Galileu começou a refletir mais atentamente sobre a disposição copernicana dos planetas. As descobertas feitas com o telescópio o haviam convencido de que Aristóteles errara. Mas, em sua opinião, o esquema ptolemaico não era melhor. As duas teorias antigas situavam a Terra no centro do universo, com o Sol, a Lua e outros planetas em sua órbita. [...] Galileu começou, então, a defender o sistema de Copérnico, que supunha a Terra em órbita do Sol. [...] Este diagrama que Galileu apresentou em seu livro Diálogo sobre os dois grandes sistemas mostra claramente o sistema copernicano: o Sol no centro do universo, com os planetas (e suas luas recém-descobertas) orbitando o Sol. (p. 55, 56 e 89).

Fonte: MACLACHLAN, J. **Galileu Galilei:** o primeiro físico. Companhia das Letras. São Paulo. 2008.



O terceiro cenário, referente à área de Química, refere-se ao modelo atômico proposto por Rutheford, tendo a Ilustração retirada do artigo Gazeta do racionalismo cristão /Conceitos de física moderna 2 – a saga do átomo, disponível em

http://www.google.com.br e a sua descrição proveniente do artigo “A construção de modelos atômicos no ensino de química”, de Simões, E. e Soares, E. C., s/d., disponibilizado no endereço eletrônico descrito abaixo no cenário.

CENÁRIO 3: Na primeira década do século XX, entre os inumeráveis experimentos realizados por Ernest Rutherford, o experimento da folha de ouro foi o marco decisivo no surgimento de um novo modelo atômico. Tal **modelo** se firmava no esclarecimento de uma série de fatos observados. [...] O átomo planetário que era a idéia de Rutherford recebeu muitas críticas da física clássica [,,,].

Fonte: SIMÕES, E. & SOARES, E. C. **A construçao de modelos atômicos no ensino de química**. Universidade Federal de Mato Grosso. S/DDisponível:http://www.ie.ufmt.br/semiedu2009/gts/gt4/comunicacaooral/elane%20chaveiro%20soares.pdf

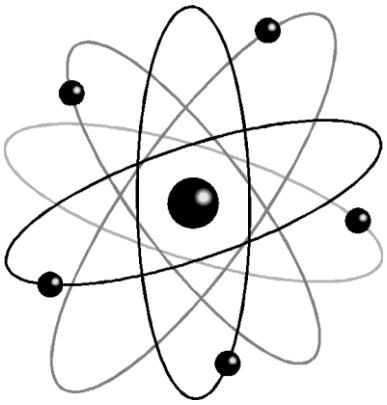


Ilustração retirada do artigo Gazeta do racionalismo cristão /Conceitos de física moderna 2 – a saga do átomo. Disponível em http://www.google.com.br

BLOCO 3 – caracterizado pela busca de informações no que se refere ao entendimento dos alunos sobre os modelos didáticos, através de um único questionamento feito: qual o seu entendimento sobre **modelos didáticos**?

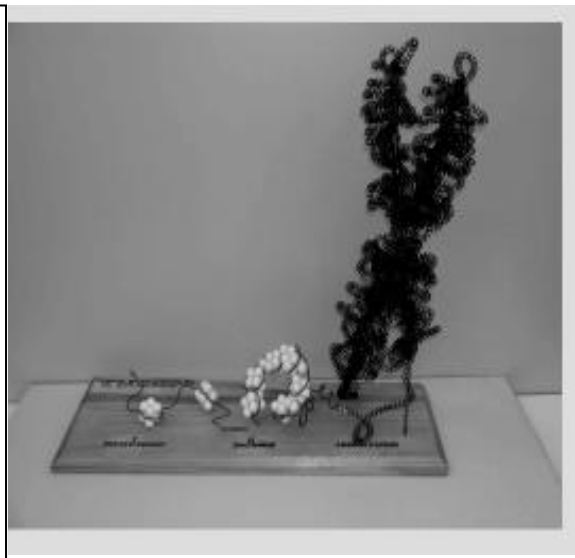
BLOCO 4 – constituído pela intenção de obtenção de informações mais abrangentes referentes à visão dos estudantes sobre os modelos didáticos em Biologia. Para tanto, efetuou-se o desenvolvimento de cenários, dessa vez, utilizando-se de imagens e descrições de modelos didáticos produzidos com conteúdos de genética. Vale ressaltar que as descrições apresentadas têm enfoques voltados apenas ao processo de produção, isentando sua importância e contribuição no ensino de Ciências e Biologia, uma vez que esses fatores podem influenciar as suas respostas.

Do mesmo modo que no BLOCO 2, os cenários apresentados nesse bloco indicam as referências imagéticas e textuais da sua elaboração, diferenciando apenas em relação ao questionamento principal supracitado no BLOCO 3.

O primeiro cenário apresentado, relaciona-se à imagem e descrição de um modelo didático da estrutura da molécula de DNA, proposto por Justina e Ferla (2006).

CENÁRIO 1: Um exemplo de modelização, na área de genética, foi quando, em 1953, James Watson, Francis Crick, Maurice Wilkins e Rosalind Franklin sugeriram uma representação tridimensional para explicar a estrutura da dupla hélice da molécula de DNA [...] Hoje podemos representar tal estrutura através de modelos didáticos na sala de aula. Brandão, Acedo (2000) defendem a utilização de modelos didáticos no ensino de genética [...] Este trabalho teve como objetivo apresentar sugestão de modelo didático [...] A estrutura escolhida para a representação foi a de "compactação de DNA eucarioto".

Fonte: JUSTINA, L.A.D. & FERLA, M.R. **A utilização de modelos didáticos no ensino de genética –** exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto. Arq Mudi. Maringá/PR, p. 35, 37, 2006.



Modelo didático de compactação de DNA eucarioto

O segundo cenário, referente a um modelo didático sobre expressão fenotípica, apresentado em trabalho produzido por Setúval e Bejarano (2009).

CENÁRIO 2: [...]foi realizada uma atividade prática, relacionada à produção e aplicação experimental de modelos didáticos com conteúdos de genética. Foram produzidos, ao final do processo, 05 modelos didáticos, dentre eles, intitulado: "a expressão do fenótipo nos padrões básicos de herança " [...]Vale destacar que na produção dos modelos didáticos, as questões e os argumentos trazidos pelos estudantes devam ser considerados como fatores importantes para o debate em torno da sua utilização no ensino de Ciências e Biologia.

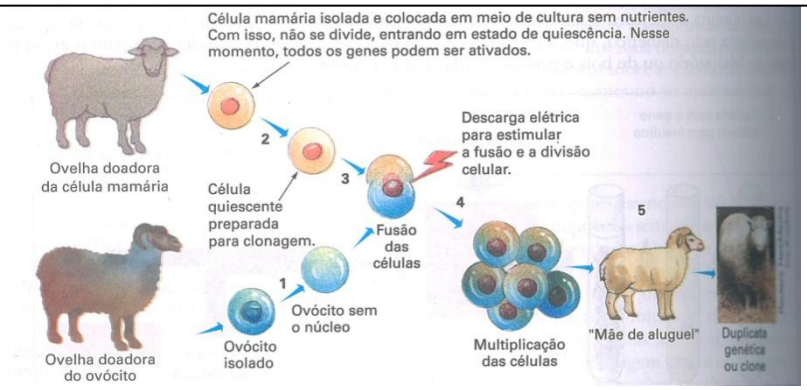
Fonte: SETÚVAL, F. A. R.; BEJARANO, N. R. R. Os modelos didáticos com conteúdos de genética e a sua importância na formação inicial de professores para o ensino de ciências e biologia. **Anais** / ENPEC, Florianópolis/SC, 2009.

Modelo didático referente ao conteúdo expressão fenotípica

O terceiro cenário, relacionado ao modelo didático sobre o processo de clonagem da ovelha Dolly, disposto no livro didático de Biologia, volume único de autoria de Lopes e Rosso (2005).

CENÁRIO 3: Um exemplo muito conhecido e divulgado de clonagem a partir de células somáticas é o caso da ovelha Dolly[...] Vale ressaltar que o processo de clonagem não é tão simples quanto parece[...] Esquema simplificado mostrando como a ovelha Dolly foi clonada (elementos representados fora de proporção: cores-fantasia em alguns elementos).

Fonte: LOPES, S. & ROSSO, S. **Biologia** – volume único. 1ª Ed. Editora Saraiva, São Paulo,2005.



<u>Terceira semana (26/05/2010)</u> - Fundamentação teórica sobre os modelos nas Ciências e modelos didáticos / Solicitação de formação de grupos para posterior produção de modelos didáticos com conteúdos de genética:

Momento constituído por uma intervenção teórica por parte do pesquisador, em sala de aula, mediada pela socialização dos fundamentos teóricos sobre a temática, possibilitando aos estudantes uma visão geral sobre os modelos nas Ciências e os modelos didáticos, especificamente, no ensino de Biologia.

Daí, considerar que essa abordagem e a possível compreensão pelos estudantes, poderia ser o ponto de partida para formularem as suas idéias quando lançada a proposta de produção de modelos didáticos em momento posterior, atrelado ao fato da possibilidade de buscarem referenciais teóricos que contribuíssem para um maior conhecimento da questão, de modo a constituírem subsídios para a idealização da referida proposta.

Portanto, a intervenção teórica na pesquisa parte do argumento que em se

tratando da possibilidade de inclusão, posteriormente a esta condição, de uma atividade prática relativa à produção de modelos didáticos, pudesse revelar dados que tragam discussões reflexivas em torno da necessidade de incorporar nos componentes curriculares voltados ao ensino de Ciências e Biologia, a abordagem do conteúdo modelos nas Ciências e modelos didáticos, uma vez que enquanto fui professor da instituição (local de estudo), no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, pude constatar que as discussões ainda eram bastante incipientes, necessitando assim, articular o conteúdo associando ao conhecimento científico e ao conhecimento escolar.

Oportunamente, após a intervenção teórica, houve abertura do diálogo entre os sujeitos da pesquisa para discussão sobre o assunto. Ainda mais, ao final da discussão, houve a solicitação aos estudantes de formação de grupos e indicação de proposta de construção de modelos didáticos com conteúdos de genética, em momento posterior.

Nesse caso, sendo estabelecido um intervalo de duas semanas consecutivas, para que os estudantes no período de 3 horas/aulas a cada semana, discutissem suas propostas de produção dos modelos didáticos (planejamento temático, argumentativo e organizacional) e elaboração de lista dos materiais que foram utilizados, ficando sob a responsabilidade do pesquisador providenciá-los, mediante o envio pelos grupos, em tempo hábil, observando a data prevista à produção do modelo.

Quarta semana (02/06/2010): Planejamento temático, argumentativo e organizacional para posterior produção de modelos didáticos com conteúdos de genética:

Para o início da discussão da proposta de produção de modelos didáticos pelos grupos, foi disponibilizado um roteiro de atividade **(Apêndice 2)** visando apresentar alguns critérios pontuais para auxiliar no planejamento e organização, bem como servindo de aspectos a serem demonstrados durante as apresentações dos modelos didáticos produzidos.

Os critérios por mim formulados foram baseados em leituras realizadas e obedecem às seguintes caracterizações, conforme expostos abaixo:

1-Indicação de um conteúdo em genética: escolha de um conteúdo como possibilidade de construção de um modelo pedagógico.

2- **Formulação de um problema:** refere-se à exposição de uma lacuna, incoerência com saberes ou questões relacionadas a experiências anteriores com o conteúdo escolhido.

3- **Estabelecimento de justificativa de escolha do modelo:** caracterizado pelo levantamento de argumentos que justifiquem a produção do modelo proposto.

4- **Apontamento de questões epistemológicas:** constituindo-se da indicação de argumentos envolvendo questões epistemológicas (entendimento dos fenômenos biológicos), sociais e de aprendizagem (caráter pedagógico e/ou didático).

5- **Indicação de possíveis contribuições dos modelos produzidos:** relativo à exposição das expectativas esperadas em torno do modelo proposto para a produção.

Os quatro grupos formados para executarem o planejamento de produção dos modelos didáticos com conteúdos de genética estabeleceram o título associado aos conteúdos por eles definidos, como mostrado a seguir:

Grupo 01- Sistema ABO e Rh

Grupo 02- Expressão Gênica (Transcrição e tradução de DNA)

Grupo 03- Estrutura molecular do DNA

Grupo 04- Hereditariedade, variabilidade genética e meiose

A partir disso, para o desenvolvimento do roteiro foram disponibilizados livros de Biologia[3], sendo 2 do ensino superior e 9 do ensino médio, para que os

[3] Os livros utilizados nesse procedimento foram relativos aos do Ensino Superior: De Robertis, E. D. P. e De Robertis Jr., E. M. F. **Bases da Biologia Celular e Molecular** (1993); Gardner, E. J. e Snustad, D. P. **Genética**. 7ª edição. Editora Guanabara. Rio de Janeiro, 1987; e do Ensino Médio:

estudantes pudessem observar as questões epistemológicas e didáticas trazidas neles em relação ao conteúdo designado para a produção do modelo didático e realizassem anotações que correspondessem aos itens propostos nos critério s. Além disso, outro objetivo de aplicação do roteiro, em atendimento a buscar informações aos fatores envolvidos na temática, era permitir aos estudantes evidenciarem questões individuais e coletivas referentes às suas experiências de aprendizagem de conteúdos no ensino básico e superior sem necessariamente fazer a utilização dos livros disponibilizados, mas que de alguma forma pudessem fazer relações entre essas duas instâncias.

Ficou estabelecido que após essa etapa os grupos formados deveriam, duas semanas depois (16/06/2010), em sala de aula, iniciar a confecção dos modelos. Duas semanas após a data supracitada, já em 30/06/2010, também em sala de aula, fariam a exposição e socialização dos modelos produzidos, evidenciando uma discussão a partir dos critérios supracitados, bem como questões referentes às observações feitas durante a apreciação dos livros e discussões nos grupos durante a produção dos modelos.

Para a apresentação dos modelos pedagógicos, foi proposta a cada grupo a entrega de uma produção escrita, resultante do roteiro de atividade com os critérios definidos, em duas cópias, a serem distribuídas, respectivamente, ao pesquisador, servindo como suporte para analisar as questões trazidas pelos alunos no referido roteiro, e a docente do componente curricular em questão para proceder à avaliação dos estudantes.

Nessa produção escrita, a abordagem pretendida foi no sentido de evidenciar as questões relacionadas aos critérios dispostos na condução do processo produtivo, desde o momento da escolha do conteúdo até as observações feitas durante todo o processo da produção dos modelos.

Em virtude das dificuldades apresentadas pelos estudantes em relação ao cumprimento da execução da proposta neste dia de planejamento evidenciadas pelas suas manifestações orais, foi necessário dar continuidade a essa etapa na semana do dia 16/06/2010, implicando em alterações no cronograma pré-

---

Lopes, S. e Rosso, S. **Biologia** volume único (2005); Adolfo, A. et al. **Biologia** volume único (2005); Paulino, W. R. **Biologia** volume 1 (2005); Paulino, W. R. **Biologia** volume 3 (2005); Paulino, W. R. **Biologia** volume único (2002); Lopes, S. **Biologia** volume único (1996); Soares, J. L. **Biologia** volume 1 (1992); Cesar, da S. J. e Sezar, S. **Biologia** 1 (1990); Lopes, S. **Bio, livro azul** (1986).

estabelecido.

Entre essas manifestações, destacamos: tempo restrito de 03 horas de encontro dificultava um maior aprofundamento das questões discutidas, atrasos de estudantes de alguns grupos impedia a interação dos sujeitos na socialização das idéias e pontos de vista, além de falta de outros subsídios teóricos que pudessem auxiliá-los na condução do roteiro de atividade.

Quinta semana (16/06/2010) - Continuidade do planejamento temático, argumentativo e organizacional.

A continuidade da aplicação do roteiro de atividade contou com a presença de cinco estudantes. Nesse caso, a quantidade considerada era dois grupos com dois componentes em cada um e o terceiro com um.

A situação apresentada dificultou o bom andamento da estratégia e de certo modo ocasionou contraposições nas dificuldades apresentadas, uma vez que no primeiro momento do planejamento houve a negociação para suprir essas lacunas. Nesse sentido, as justificativas dadas posteriormente por alguns estudantes foram relativas à utilização do tempo do encontro ao cumprimento de outras atividades do curso por conta da quantidade de componentes curriculares no semestre.

Em contrapartida, mesmo com o terceiro grupo faltando um componente, o desenvolvimento dessa continuidade de planejamento ocorreu tranquilamente, inclusive, foi o único grupo que cumpriu a atividade no momento inicial do planejamento, sendo que neste dia já iniciou a produção do modelo didático proposto.

Por outro lado, os outros estudantes foram efetuando a continuidade do roteiro para em seguida, fora da sala de aula, ajustarem a produção escrita com os acréscimos dos outros participantes dos seus grupos.

Vale lembrar que em virtude do semestre do curso estar quase finalizando e restando poucas aulas para cumprir os conteúdos restantes a serem trabalhados na disciplina e que estavam no plano de ensino, o que traria algumas implicações na formação dos estudantes caso não fossem considerados, foi designado que na semana do dia 30/06/2010 seriam apresentados os modelos produzidos e que nesse

intervalo de duas semanas, os grupos poderiam se reunir em outros momentos para realizarem as discussões finais e produção da escrita, bem como produzirem os seus modelos.

- Produção dos modelos didáticos com conteúdos de genética:

Esse momento caracterizado como sendo o momento da confecção dos modelos didáticos pelos quatro grupos de alunos, num total de quatro modelos não aconteceu totalmente em sala de aula, conforme estabelecido na proposta inicial, com exceção de apenas um grupo.

Nesse sentido, os três grupos restantes produziram seus modelos extraclasse, uma vez que não foi disponibilizada a aula seguinte para tal condição conforme justificativa apresentada acima e que estaria voltada para a socialização dos modelos didáticos produzidos.

Sexta e Sétima semanas (30/06/2010 e 07/07/2010) - Socialização dos modelos didáticos produzidos.

Momentos em que os modelos produzidos pelos estudantes foram apresentados por meio de uma exposição em sala de aula, com o propósito de evidenciar as considerações feitas no momento das apresentações, através do acompanhamento do roteiro de atividade (parte escrita).

2.5 Análise dos dados

As transcrições dos questionários abertos, relativos aos pontos de vista dos estudantes sobre os modelos nas Ciências (BLOCOS 1 e 2) e modelos didáticos (BLOCOS 3 e 4), foram realizadas logo depois da sua aplicação, tendo sido o seu teor disposto em um editor de texto (Microsoft Word). As respostas escritas dos sujeitos da pesquisa foram transcritas literalmente, tendo sido identificadas por

termos relativos aos conceitos estruturantes da genética, a fim de garantir o anonimato das identidades.

Os termos considerados foram: GENE, CROMOSSOMOS, DNA, GENOMA, CARIÓTIPO, GENÓTIPO, FENÓTIPO, FENOCÓPIA, CLONAGEM, TRANSGÊNICOS, GENES ALELOS E CROMOSSOMOS HOMÓLOGOS.

Buscamos analisar os dados dos questionários abertos, referentes aos pontos de vista dos estudantes sobre os modelos científicos, através de aspectos apontados na literatura como sendo necessários para que uma representação possa ser considerada um modelo científico, conforme expostos abaixo:

- Reconhecimento e consenso da comunidade científica, parte de uma teoria, representação do conhecimento científico. (Núñez e Lima, 2008);
- Representação de aspectos da realidade e abstrações da realidade; descrição do modelo científico por analogia e metáfora (Galagovsky e Adúriz-Bravo, 2001);
- Interpretação da realidade. (Pinheiro et al., 2001);
- Funções de compreensão, explicação, previsão, cálculo, manipulação e de formulação (Pinheiro et al., 2001);
- Representação de uma idéia, objeto, evento, processo ou sistema. (Krapas et al.,1997);
- Entidades como previsão de fenômenos; entidades explicativas, compreensivas e interpretativas de fenômenos; (Lima, 2007; Concari, 2001)
- Realidade a ser modelada; forma simplificada de representação e explicação; forma de melhor visualização do objeto em estudo (Lima, 2007)
- Guias essenciais para a investigação científica dos fenômenos naturais." (Stewart e Rudolph, 2001);
- Construções provisórias e perfectíveis. (Adúriz-Bravo, 1999)
- Transformação dos modelos (Galagovsky e Adúriz-Bravo, 2001)

Do mesmo modo, procedemos nas análises dos questionários abertos, referentes aos pontos de vista dos estudantes sobre os modelos didáticos, utilizando

de aspectos apontados na literatura como sendo necessários para que uma representação possa ser considerada um modelo didático, conforme expostos abaixo:

- Permissão a experimentação conduzindo os estudantes a relacionar teoria (leis, princípios, etc.) e a prática (trabalhos experimentais) (Cavalcante e Silva, 2008);
- Recursos utilizados em aulas de biologia (objetos de três dimensões); simplificações do objeto real (Krasilchik, 2004);
- Auxílio no ensino e a aprendizagem do conhecimento científico (Lorenzini e Anjos, 2004; Galagovsky e Adúriz-Bravo, 2001);
- Representação de um conceito científico através de imagens visualizadas por dispositivos tecnológicos; representações visuais de certas imagens e simplificadores do conceito mais complexo; mecanismos didáticos facilitadores da aprendizagem de conceitos abstratos relacionando-se analogicamente com os conceitos científicos; dispositivo da ciência escolar para justificar, interpretar e predizer fenômenos (Galagovsky e Adúriz-Bravo, 2001);
- Auxílio na compreensão do nível micro; fonte nos livros didáticos; (Lima, 2007).

Todos os aspectos supracitados funcionaram como categorias, uma vez que auxiliaram na organização e agrupamento dos dados. Por sua vez, facilitaram as reflexões feitas nas discussões e a análises dos resultados. Segundo Minayo (1994, p.70), as categorias consistem em “agrupar elementos, idéias ou expressões em torno de um conceito capaz de abranger tudo isso.”

Portanto, nas discussões realizadas em todos os blocos considerados há a exposição das respostas dos estudantes, desse modo, configurando os aspectos dos modelos científicos e didáticos.

Nesse caso, os termos que identificam os sujeitos são apresentados com a indicação das siglas **SC** (sem cenários) e **CC** (com cenários) para situar a condição submetida durante a aplicação do questionário e a informação dada.

Em relação à análise dos dados do roteiro de atividade, primeiramente houve a transcrição das respostas relacionadas aos critérios postulados, tendo sido o seu

teor disposto em um editor de texto (Microsoft Word). Por conseguinte, as respostas foram utilizadas para discussão dos resultados articulando com aspectos epistemológicos, pedagógicos e do ensino de biologia de maneira a evidenciar possíveis argumentos, possibilidades, perspectivas, oposições, aceitações ou aproximações relativas à produção e o uso de modelos científicos e didáticos no ensino de Ciências e Biologia, especificamente, com os conteúdos de genética. Para tanto, foram utilizados códigos alfabéticos **(A, B, C e D)** para identificar os 04 grupos**,** sendo cada um, respectivamente**,** associado à ordem numérica crescente apresentada.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e discussões a serem apresentados estão ordenados numa seqüência de 03 subtópicos, tendo em vista a organização e agrupamento das informações para facilitar a compreensão das análises realizadas. Portanto, os dois primeiros foram constituídos com o propósito de evidenciar as análises das concepções solicitadas nos 04 blocos definidos no procedimento inicial da coleta de dados.

Nesse caso, no primeiro subtópico, consideramos os BLOCOS 1 e 2, que retratam, respectivamente, os conceitos de modelos nas Ciências sem cenário (visão subjetiva) e com cenários (imagens e descrições), o mesmo acontecendo, no subtópico 2, em relação aos BLOCOS 3 e 4, modificando apenas que os conceitos estarão voltados aos modelos didáticos.

Logo, a proposta de exposição dos resultados e discussões nesses dois subtópicos é intencionalmente idealizada para evidenciar a ocorrência, nas visões dos estudantes, dos aspectos apontados na literatura como sendo necessários para que uma representação possa ser considerada um modelo científico ou didático.

No terceiro subtópico, estabelecemos o roteiro de atividade, utilizado no planejamento da produção dos modelos didáticos, como objeto de análise para discutir aspectos relacionados aos critérios estabelecidos para tal fim. Assim, permitindo avaliar sobre suas reflexões no tocante a articular com parâmetros importantes para o ensino de Ciências, bem como a sua relação com a possibilidade ou não de utilização dos modelos didáticos produzidos no ensino de Ciências e Biologia.

3.1 - Os olhares dos estudantes sobre modelos nas Ciências.

Tomamos como base para proceder as análises dos resultados aspectos apontados na literatura para que uma representação possa ser considerada um modelo científico. Nesse sentido, optamos por evidenciar, dentre os autores considerados nesse estudo, uma compreensão de Ferreira et al (2007, p. 2) que assegura o conceito de modelos científicos como sendo “representações de

fenômenos naturais tais como entidades ou processos criados pela comunidade científica com a função básica de ressaltar algum aspecto ou aspectos da realidade." Por isso, entendemos que os aspectos da realidade ressaltados nessas representações são apoiados em simplificações, aproximações, abstrações, interpretações, explicações, predições, eventos, estruturas, idéias, fatos observados, parte de uma teoria, bem como articulados a sua mutabilidade, finalidade didática e investigativa e relacionada a analogias.

Foi analisado que, de modo geral, o conteúdo escrito dos estudantes em relação aos seus pontos de vista sobre os modelos nas Ciências expressa aspectos de sua representação indicados na literatura. Contudo, existindo variações e diferenças no tratamento dado pelos estudantes ao conceituarem a respeito do tema, bem como limitações no que tange a ausência de um maior aprofundamento.

Islas e Pesa (2001**),** em estudo realizado, mostram que há diferenças na conceituação de modelos científicos entre estudantes universitários, apontando então, a importância de se estudar essa problemática, devido que a relevância do modelo na construção do conhecimento científico exige a esta estratégia como um dos conteúdos procedimentais que deveriam ser tratados de modo explícito na educação científica em todos os níveis e entre os futuros docentes, já que a competência e a formação epistemológica neste modo de conhecer os propiciariam melhores condições de abordá-lo apropriadamente em sua futura atividade docente.

Com o objetivo de expor os aspectos observados em relação aos pontos de vista dos licenciandos sobre os modelos científicos e o seu número de ocorrência foi utilizada uma tabela (**Tabela 1**). Vale salientar que a contagem de ocorrências foi realizada considerando os pontos de vista sem cenários e com cenários. Além disso, foi detectado que, em alguns pontos de vista dos estudantes, num único conceito dado havia a presença de mais de um aspecto.

Tabela 1: aspectos relacionados aos modelos científicos pelos estudantes.

Aspectos	Número de ocorrências
Modelos como finalidade didática no ensino	03
Modelos como descrição associados a analogias	01
Modelos como entidades explicativas dos fenômenos	02
Modelos como interpretação da realidade	01
Modelos como entidades de abstrações da realidade	01
Modelos relacionados a uma estrutura física e material (estrutural)	05
Modelos como representação de fatos observados	01
Modelos como "guias essenciais para investigação científica dos fenômenos naturais"	05
Modelos como instrumento de visualização para entendimento de conteúdo exposto.	01
Modelos como aproximações da realidade	03
Modelos como estrutura elaborada ou modelada	02
Modelos como representação de teorias	04
Modelos como possíveis de transformação	03
Modelos como construções provisórias e perfectíveis	02

Foi observado em Lima (2007), que alguns desses aspectos de representação sobre os modelos científicos também foram evidenciados em seu estudo com licenciandos em química, a saber: entidades que auxiliam a explicação, compreensão e interpretação de fenômenos, representação de fatos; forma de uma melhor visualização do que está sendo estudado; entidades passíveis de mudanças; parte de uma teoria.

Destacamos que no BLOCO 1 duas das respostas revelaram falta de conhecimento. Foi perceptível, no início de suas exposições, uma descrição vaga e dissociada de entendimento do conceito de modelos. Conforme um dos estudantes, o entendimento exposto foi:

> Quando penso em modelo, imagino uma maneira, algo que sirva, de certa forma, a nos direcionar no desenvolvimento de algum trabalho, algo que queiramos realizar. Falar de modelos nas Ciências é algo meio complicado, é acredito muito amplo, porque ciências, no meu entender, trata-se de descoberta, a partir de buscas constantes, de algo novo. **(GENE / SC)**[4]

Ao final desta resposta, é evidenciado que o estudante demonstra uma determinada visão sobre as Ciências, embora de modo muito vago e restrito. Scheid et al (2009) asseguram que numa pesquisa realizada com estudantes de um curso de licenciatura em Ciências Biológicas, estes não possuem a imagem da ciência que a educação científica poderia lhes proporcionar. Foi revelado que as suas

[4] Segundo disposto na metodologia, as respostas dos sujeitos da pesquisa são indicados por termos relativos a conceitos estruturantes do ensino de genética.

concepções em relação à natureza das ciências são inadequadas, bem como às origens e finalidades do conhecimento científico e às características do conhecimento científico.

Desse modo, analisamos que um conceito mais aprofundado dos estudantes em formação inicial sobre as Ciências articulado as concepções de sua natureza traduz um aspecto significativo para formularem seus conceitos sobre os modelos científicos, bem como sobre o conhecimento no que se refere à idéia da criação e surgimento dos modelos científicos a partir de observações, estudos investigativos e descobertas que se traduzem em teorias científicas. Segundo Concari (2001), a aplicação das teorias científicas para explicar feitos demanda a construção de modelos.

Em outra resposta de um dos estudantes, é afirmado que:

> O modelo nas Ciências para mim se trata de um termo novo, então não tenho uma idéia ou conceito bem definido a respeito desse tema. **(FENOCÓPIA / SC).**

Essa falta de conhecimento sobre os modelos nas Ciências, possivelmente, esteja associado ao fato do estudante estar no 4° semestre do curso, e, conforme detectado, no seu decorrer não há uma discussão teórica e prática acerca dos modelos científicos e didáticos. Por outro lado, a resposta dada, provavelmente, tem relação com a sua própria compreensão sobre a natureza da Ciência, levando-nos a afirmar que possa ser por desconhecimento ou por uma visão equivocada ou inadequada.

Lima (2007, p. 64-65), entende que “o aprendizado sobre Ciências, por outro lado, deve possibilitar aos alunos o desenvolvimento de uma visão adequada sobre a natureza dos modelos.” A autora, ao estudar o tema com alunos em formação inicial em química, afirma que é essencial que os estudantes “compreendam o papel dos modelos no ensino-aprendizagem e como podem estar presentes nas atividades didáticas que elaboram.” (p.69).

A continuidade da resposta de **Fenocópia S/C** remete a aquisição de uma noção sobre os modelos científicos em momentos pontuais da sua formação como possibilidade de garantir o entendimento conceitual de assuntos abordados durante as aulas:

> No pouco conhecimento que adquiri nesse tempo da graduação, modelos foram propostas para garantir a compreensão de alguns termos e situações ou composição sobre determinado assunto, como o modelo da dupla-hélice do DNA, modelo do mosaico fluido da membrana plasmática. **(FENOCÓPIA / SC)**

A consideração do estudante é voltada a uma finalidade didática, não apresentando uma abordagem mais específica da natureza dos modelos científicos. Em se tratando ainda da finalidade didática, este aspecto foi observado em duas respostas, que por sua vez, apresenta em ambas, mais dois aspectos relacionados: modelos como descrição associados a analogias e modelos como transposição de conceitos científicos.

> Entendo que os modelos em Ciências, podem ser utilizados de acordo com dois enfoques. O primeiro tipo de modelo é aquele voltado para o Ensino de Ciências, onde utiliza-se de analogias ou elementos estruturais (maquetes,por exemplo) para representar o que é visto na teoria, de uma determinada disciplina, visando o aproveitamento por parte do aluno dos conteúdos ministrados. O segundo tipo de modelo, são formas de representar alguma teoria, que pode ser rejeitada ou não, a fim de demonstrá-la e testar se esta é valida. **(CLONAGEM / SC)**[5]

> Modelos, sob o meu ponto de vista, seriam instrumentos de ensino, que trariam intrínseco na sua construção a transposição dos conceitos científicos de forma didática. **(CROMOSSOMOS HOMÓLOGOS / SC)**

Provavelmente, a finalidade didática representativa nessas descrições tenha como base a mesma experiência revelada na visão do estudante anterior durante a graduação. Ambas as descrições refletem a contribuição dos modelos para o ensino e aprendizagem. Diante desse contexto, é possível afirmar que não cabe nos cursos de formação de professores somente a utilização de modelos científicos ou até mesmo didáticos como garantia de exposição para compreensão de um assunto. É necessário haver, por parte de algum componente curricular, uma maior intensificação na discussão sobre a Ciência, decorrendo assim o debate sobre o papel dos modelos, a sua conceituação e importância no desenvolvimento de um conteúdo, bem como a relação entre os modelos e as analogias. Para tanto, corroborar com Ferreira (2006, p.11) quando propõe que “o conhecimento sobre o que são modelos, suas aplicações e limitações se coloca como aspecto fundamental

[5] A resposta do estudante relativa ao segundo enfoque é apresentada e discutida nas páginas 94 e 95, respectivamente, devido a uma questão de organização e coerência textual, sendo apresentada juntamente com outras respostas que indicam os modelos científicos como parte ou representação de uma teoria.

a ser desenvolvido para que o aluno possa participar de atividades relativas à modelagem.”

A partir da possibilidade de atividades com modelagem, estabelecidas pelo professor, é importante reconhecer que merecem uma exposição que as situem como um fator preponderante de como as teorias explicativas sobre os fenômenos foram produzidas e enunciadas para a construção do conhecimento científico.

No que concernem as analogias, Guimarães e Ferreira (2006, p.1) observaram, em trabalho realizado com alunos em formação inicial em Biologia, Química e Física numa disciplina optativa, que em suas práticas pedagógicas a utilização de analogias e modelos era freqüente, porém, “os licenciandos não atentavam para a natureza representacional dos modelos, tomando-os como recortes fiéis da realidade.” Ressaltam ainda que o professor deve expor aos alunos as relações entre o análogo (o modelo) e o alvo (o fenômeno que se pretende representar), além dos atributos e limitações diante da comparação entre ambos.

Por sua vez, Islas e Pesa (2002) ao investigarem professores de Física no ensino médio sobre o significado atribuído ao modelo científico, afirmam que boa parte deles o concebe como uma cópia da realidade, tendo-a com a mesma uma relação de analogia.

Consideramos que a transposição de conceitos científicos como finalidade dos modelos é uma questão importante para ser discutida na formação inicial. Entretanto, os professores devem estar atentos a dois aspectos que se distinguem na abordagem dos conceitos científicos que são a transposição didática e a recontextualização.

Marandino (2005, p.166), afirma que:

> Na teoria da transposição didática o foco de análise é a transposição dos conceitos científicos no processo de ensino, enquanto na perspectiva da recontextualização a ênfase é a transferência dos textos entre diferentes contextos de produção e reprodução. Desse modo, uma das principais diferenças entre esses conceitos, ao nosso ver, está no papel do processo social na transformação do conhecimento científico.

Por outro lado, Lopes (1997) aborda a constituição de um conhecimento escolar, apontando também que essa perspectiva surge com a noção de transposição didática, e que se dá pela sua análise. Contudo, utiliza-se do termo

mediação didática ao invés deste para apropriação do conhecimento científico pela escola.

Portanto, cabe aos professores formadores ao trabalhar na perspectiva de modelagem com estudantes em formação inicial estimulá-los a identificar que saberes devem ser ensinados para cumprimento da função social do ensino.

Diante dessas considerações, acrescentamos ainda que a futura prática docente dos estudantes em formação inicial ou dos professores em atividade com processo de modelagem requer, reflexões no tocante a necessidade de constituírem técnicas e habilidades que promovam sua produção. Salienta Lima (2007) que nos cursos de formação de professores, os estudantes pudessem desenvolver habilidades em atendimento a possibilidade de planejarem atividades juntamente com os seus futuros alunos a fim de direcionar sobre o entendimento e construção de modelos nas Ciências. Por sua vez, Felipe et al.(2005) afirmam que um elemento essencial de habilidades de ensino com base em modelo é incentivar os alunos ao deslocamento entre os diferentes modos e níveis de representação.

Evidenciamos novamente que em único conceito é apontado mais de um aspecto de representação dos modelos científicos. Na resposta abaixo analisamos-a como entidades explicativas dos fenômenos que são observados pelos cientistas e interpretações da realidade.

> Modelos são representações daquilo que se está querendo explicar [...] O modelo enquanto representação fornece mecanismos para as interpretações do que acontece na realidade, sendo uma forma de aplicar o ‘como’ e o ‘porque’ de determinados fenômenos. **(GENOMA / SC)**

É notório na resposta seguinte mais dois aspectos presentes na literatura voltada a representação do conceito considerado: representação de abstrações da realidade, e, novamente, entidades explicativas.

> [...] modelos são uma representação espacial daquilo que não pode ser visto. Porém essas representações fornecem uma boa explicação para a real estrutura desses objetos de estudo, respondendo eficientemente todas as questões acerca de tais fenômenos. **(GENOMA / CC)**

Percebemos que nas duas descrições acima os aspectos presentes estão relacionados à possibilidade dos modelos científicos buscarem respostas aos

fenômenos. Isso demonstra que os estudantes ao exporem seus conhecimentos prévios tendem a situar os modelos como possível de explicar de modo eficiente todos os fenômenos observados. No entanto, Ferreira et al (2007, p. 2) alerta que "enquanto representação, um modelo não consegue abarcar todos os aspectos associados a uma realidade complexa. Os modelos possuem portanto, abrangências e limitações."

No tocante aos modelos como entidades explicativas dos fenômenos, Pinheiro et al. (2001, p. 38) indicam que os modelos por se apresentarem flexíveis exercem funções que "podem servir para compreender, explicar, prever, calcular, manipular, formular", sendo mais perceptíveis em relação ao seu grau de importância e presentes neles as funções explicativa e preditiva.

Consideramos que a visão apresentada na resposta seguinte tem um direcionamento voltado ao que aponta o autor supracitado, visto que as funções estabelecidas acima podem ser entendidas no contexto da capacidade que um modelo tem de responder sobre questões associadas aos fenômenos, tendo nessa perspectiva a explicação e descrição como aspectos que favorecem o entendimento sobre alguns fatores associados a tais fenômenos.

> [...] quanto mais questões um modelo é capaz de responder mais próximo da realidade ele é considerado. **(DNA / CC)**

Concari (2001) afirma que explicar volta-se ao incremento do entendimento das causas dos fenômenos, também se referindo à prova empírica das proposições das teorias que lhes dão apoio. Descrever implica em definir o fenômeno, suas características e componentes, como também as condições em que se apresenta e os diferentes modos como podem se manifestar.

Ao nosso ver, na perspectiva dos modelos científicos como interpretações da realidade, primeiramente devem, ao serem elaborados, constituir elementos que possam representar aspectos da realidade que levem a sua interpretação. Para esta condição, entendemos que o uso de instrumentos e técnicas mais sofisticados na constituição de um modelo é essencial.

Assumem Galagovsky e Adúriz-Bravo (2001) que em relação a um modelo científico produzido por uma comunidade científica seus representantes envolvidos nessa ação devem dispor de instrumentos tecnológicos. Ainda mais, complementam

que um fenômeno interessante da constituição dos modelos científicos é a suposição da utilização de entidades instrumentais auxiliares que fornecem dados além dos captados pelos sentidos com ajuda destes instrumentos tecnológicos.

De acordo com o designado pelo estudante de que os modelos científicos constituem-se como representação de abstrações da realidade, evidenciamos essa representação em relação ao seu processo de produção e a sua finalidade associando ao que afirma Ferreira (2006, p. 12) que:

> [...] em ciência modelos são construídos, muitas vezes, para entidades que não podem ser diretamente observadas e cuja existência nós podemos apenas imaginar ou, ainda, modelos podem advir apenas de teorias - sem considerar o fenômeno em si.

Conforme González et al (2003), os modelos científicos tendem a ter um alto nível de abstração, devido também ao seu alto grau de formalização. Isto significa que, muitas vezes, os alunos têm dificuldade na compreensão de conceitos científicos, requerendo para a aprendizagem em ciências reconstruir em sala de aula os conceitos científicos.

Diante do exposto em relação aos três aspectos evidenciados nas respostas dos estudantes, analisamos que, embora, sejam de certa maneira correlatos ao estabelecido na literatura, necessitam de um maior embasamento teórico para abranger seus conhecimentos. Desse modo, sugerimos que nos cursos de formação inicial de professores essa proposição deva constituir-se como iniciativa pedagógica tanto como atividade de ensino ou de pesquisa.

Um depoimento escrito revelou a representação dos modelos científicos sendo apresentado em relação ao aspecto físico e material (representação estrutural), bem como de viabilidade de sua modificação através de experimentações e testes, como também de adequação ao surgimento de novos fenômenos, tendo nessa perspectiva, aspectos voltados aos fenômenos da realidade.

> Os modelos são estruturas, desenhos, figuras que servem para representar de forma mais legível certos fenômenos, de maneira a orientar novos experimentos. **(GENÓTIPO / SC)**

É de considerar que tal conceito se insere primeiramente na perspectiva de modelos mentais (representação social interna) que na sua teoria, segundo Moreira (1999) apud Felipe et al (2005), o sujeito utiliza de representações internas que podem ser proposições, estruturas análogas do mundo e imagens. Em seguida relacionamos a um conceito voltado ao modelo expresso (submetido à comunidade científica), no qual este "se dá através de descrição escrita, de descrição oral, fórmulas, analogias, desenhos ou outra forma de representação." (FERREIRA, 2006, p. 7)

Desse ponto de vista, é significativo abordar com estudantes em formação inicial sobre a distinção de conceitos envolvidos nos modelos científicos, em virtude da existência de uma polissemia conceitual. Esta devendo ser entendida para tentativa de organização do campo semântico, de modo a facilitar nos processos de construção do conhecimento científico acadêmico, bem como na construção do conhecimento escolar, sendo neste caso, associado à criação de estratégias, a exemplo da produção de modelos para fins didáticos.

Ainda mais, outros depoimentos indicaram os modelos científicos como uma estrutura física e material, sendo que desta vez orientados para auxiliar no entendimento relativo aos fatores e características associados à ocorrência de determinados fenômenos, conforme apresentados:

> Os modelos são [...] para representar determinada estrutura. O exemplo mais clássico de modelo é o da molécula em dupla hélice do DNA criado por Watson e Crik para atender às características atribuídas a esta molécula [...] **(DNA / SC)**
>
> [...] modelos científicos são espécies de esquemas, que são criados com base em muitas pesquisas para poder tornar "palpável" uma estrutura que até então só se conhecia de forma ideológica, ideologias essas que são guiadas por indícios e descobertas da ciência **(TRANSGÊNICOS / SC)**
>
> Eu ainda continuo achando que modelos científicos correspondem a representações esquemáticas de elementos ou parte dele, para que se possa ter uma visão materializado deste elemento ou sistema de elementos. **(TRANSGÊNICOS / CC)**
>
> Modelos são figuras representativas sobre determinado assunto que são propostas por cientistas e estudiosos após muitas pesquisas. **(FENOCÓPIA / CC)**

O aspecto de representação estrutural analisado nas respostas acima dos licenciandos pode ser entendido como manifestações materiais de algo abstrato (entidades abstratas) que relacionando a visão de Ferreira et al (2007, p 2) sobre os

modelos, estes “são desenvolvidos com a finalidade de reproduzir uma parte de uma dada realidade que, em geral, não pode ser diretamente observada por meio dos sentidos.” Portanto, elegem como tais “diagramas, gráficos, esquemas, desenhos, construções com objetos tridimensionais, simulações computadorizadas, entre outros”.

Analisamos que o entendimento sobre as representações estruturais dos modelos tem uma relação com o que pode ser explicado por elas sobre a realidade utilizando-se da afirmação de Felipe et al (2005), sobre a denominação de modelo quando o institui como sendo o possível entendimento a representações físicas, explicações ou idéias referidas a objetos ou processos reais.

Observamos que a concepção posterior é remetida a criações para representação de fatos observados e como possibilidade de orientação para modificação de um modelo com fins de adequação explicativa de fenômenos. Dessa forma, revelando uma tendência de pensar na perspectiva de que observação/fenômenos tem relação com a realidade que se quer representar para definir uma teoria, porém, necessitando para tal fim de investigações científicas.

> Modelos são criações de observadores, que com o uso de experimentos ou simples observações montam modelos que representam os fatos observados, usando também o modelo para orientar outros observadores que podem experimentar e modificar o modelo, adequando-o a novos fenômenos. **(GENÓTIPO / CC)**

Esta citação, além de estabelecer correspondência com o aspecto representação de fatos, ainda está inserida no aspecto “guias essenciais para investigação científica dos fenômenos naturais”, tendo este, abaixo, outras respostas que o caracterizam:

> [...] modelos servem nas ciências para guiar as investigações científicas. **(FENÓTIPO / CC)**
>
> Modelos são criações de observadores, que com o uso de experimentos ou simples observações montam modelos que representam os fatos observados[,,,] **(GENÓTIPO / CC)**
>
> Os modelos nas ciências, são representações de observações e conceitos que se tem de uma determinada estrutura a partir de pesquisas realizadas sobre determinados assuntos. (**CARIÓTIPO / CC)**

> Modelos são figuras representativas sobre determinado assunto que são propostas por cientistas e estudiosos após muitas pesquisas. **(FENOCÓPIA / CC)**

Percebemos que as respostas dos estudantes admitem o surgimento dos modelos a partir de questionamentos feitos por cientistas que buscam, através de suas investigações, responder e explicar sobre fatos e fenômenos por meio de uma representação aproximada da realidade constituída por um objeto estrutural, para a produção do conhecimento científico.

Nesse contexto, entendemos que ao pensar na produção do conhecimento científico, os cientistas se envolvem numa relação com a natureza, ou seja, na observação dos fenômenos da natureza e acabam por construir modelos que sustentam as suas teorias e "é com base em modelos teóricos que explicam, mas também criam natureza, que as ciências constituem a própria forma como o natural é apreendido" (LOPES, 2007, p. 190).

Outro aspecto importante destacado na resposta de um dos estudantes é relativo à visualização dos modelos para facilitar o entendimento de fatos observados nos fenômenos no que tange a compreensão de conceitos envolvidos nestes, bem como a fidelidade para esclarecimento do que se observa.

> O objetivo é representar da maneira mais fiel possível, um determinado experimento e facilitar a visualização para a sociedade como um esclarecimento dos fatos observados. **(FENOCÓPIA / CC)**

Setúval e Bejarano (2009) revelam que o aspecto visual de um modelo, seja científico ou didático, para explicação de um determinado processo, e, consequentemente, favorecimento ao desenvolvimento cognitivo, tem a sua importância pela correspondência com os modelos mentais que "na Ciência Cognitiva,[...] são usados para caracterizar as formas pelas quais as pessoas compreendem os sistemas físicos com os quais interagem" (BORGES, 1997, p. 209). Sendo assim, consideram que essa relação pressupõe inicialmente o surgimento de uma idéia no imaginário como forma de estabelecer modos de abordagem de um fenômeno ou processo, fazendo uso da comparação (analogias).

Nesse sentido, o referido aspecto observado, supostamente, se constitui como evidência de que em algum momento no ensino básico ou superior, atividades com a utilização de modelos podem ter ocasionado alguma aprendizagem relativa a

um conteúdo. Logo, o reconhecimento sobre a importância dos modelos, norteado pelo seu aspecto visual poderá levar o estudante em formação inicial, quando solicitado a participar de atividades de modelagem a exercitar a sua criatividade através da utilização de recursos materiais que visualmente traduzam o fenômeno do que se pretende representar de forma significativa, possibilitando a sua compreensão.

Verificou-se ainda três respostas associadas a dois estudantes que entendem os modelos científicos associados a aproximações com a realidade dos fenômenos, conforme descrição abaixo:

> Os modelos são frutos de criações científicas [...] Tenta-se criar uma aproximação com a realidade baseada no que se conhece sobre o que se pretende representar. **(DNA / SC)**
>
> [...] quanto mais questões um modelo é capaz de responder mais próximo da realidade ele é considerado. **(DNA / CC)**
>
> São modelos utilizados pela ciência para um entendimento de algum assunto. Modelo usado para se aproximar da realidade.**(GENES ALELOS / CC)**

Em sua pesquisa com estudantes em formação inicial em química, Lima (2007) indica que, num total de treze estudantes, dois deles ressaltaram o modelo científico como uma forma de aproximação da realidade.

Vale ressaltar que apesar da primeira fala remeter os modelos científicos a idéia de aproximações com a realidade, o estudante os inferem, nessa perspectiva, a partir da sua criação. Desse modo, levando a outro aspecto dos modelos científicos como estruturas modeladas ou elaboradas para representar os mecanismos de determinados fenômenos com suas explicações fundadas nas teorias que são estabelecidas para tal condição.

A afirmação na segunda fala sobre a intensidade de respostas de um modelo estabelecer maior aproximação com a realidade permitiu analisar que o estudante avançou no seu conceito, implicando, desse modo, que o seu ponto de vista estabelece uma correspondência com o que tem sido apontado na literatura.

Segundo Ferreira et al (2007, p. 2), “certos modelos são mais apropriados para representar determinados tipos de fenômenos que outros”. Portanto, a condição de um modelo ser mais apropriado que outro pode estar envolvida com essa maior aproximação com a realidade, em virtude de que, provavelmente, o seu

dinamismo tenha associação com a intensidade com que os fenômenos possam ser explicados.

Outra resposta que remete os modelos como estruturas modeladas ou elaboradas é:

> Os modelos nas ciências, são representações elaboradas no intuito de melhorar a compreenção de um determinado conceito que se tem de uma determinada estrutura, e também para melhor explicar os mesmos. **(CARIÓTIPO / SC)**

Segundo Lima (2007, p. 64), por meio de modelos elaborados, os cientistas formulam questões acerca do mundo, descrevem, interpretam fenômenos, elaboram e testam hipóteses e fazem previsões.

Nessa ótica, entendemos que a visão do estudante revela o caráter de produção dos modelos científicos sendo executada por uma comunidade científica. De certo modo, é essencial considerar que estudantes em formação inicial não entendam essa atividade produtiva de forma aleatória, mas reconhecendo conforme Galagovsky e Adúriz-Bravo (2001) que o procedimento da ciência é fazer um recorte relevante da realidade fazendo uso de abstrações, simplificações, reestrutrações e estabelecendo relações analógicas a fim de se ter um sistema específico.

Ainda foi verificado que estudantes enfocaram o entendimento sobre os modelos científicos como parte de uma teoria, ou seja, representação de uma teoria. Afirma Van Fraassen (2007, p. 24) que “na filosofia da ciência, a expressão ‘realismo científico’ denota uma posição exata sobre a questão de como deve ser entendida uma teoria científica, e o que realmente é a atividade científica.” Conforme Silva (1998), o mundo externo é independente das teorias científicas, sendo ao realismo científico que as leis científicas são descobertas, tendo o anti-realismo uma posição contrária que as entende como invenções.

Nas respostas são demonstrados alguns aspectos articulados a própria construção da Ciência, a exemplo da possível rejeição ou aceitação de teorias; demonstração e validade das teorias e importância dos modelos no direcionamento de outras descobertas.

> [...] O segundo tipo de modelo, são formas de representar alguma teoria, que pode ser rejeitada ou não, a fim de demonstrá-la e testar se esta é valida. **(CLONAGEM / SC)**

> [,,,] entendo que os modelos nas Ciências são representações de uma teoria, depois de vários estudos e que confirmam a teoria levantada (no contexto de cada época). Esse modelos são importantes pois, a partir deles os estudos sobre os determinados assuntos, terão outro direcionamento.**(CLONAGEM / CC)**
>
> Modelos são formulações de idéias teóricas que utilizam como base experimentos (empíricos) e conhecimentos teóricos anteriores para explicar uma determinada questão que ainda não foi exclarecida totalmente. **(FENÓTIPO / CC)**

Em verdade, o construto do conhecimento na Ciência foi permeado de embates entre os cientistas que defendiam suas teorias, conseqüentemente, a validade dos seus modelos, os quais quando em conflito diante de outras explicações para os fenômenos, necessitavam ser revistos. Sobre a questão da solução de problemas com revisão de modelos, Stewart e Rudolph (2001) explicam que a história da ciência tem evidenciado diversos casos e que essa revisão é uma estratégia inicial prudente e eficiente do ponto de vista cognitivo.

Sobre a questão referida é fato que na formação docente a abordagem teórica sobre os modelos científicos requer do professor formador atentar que estes, enquanto representações de uma teoria, necessitam de um maior aprofundamento para que os estudantes possam fazer articulações que venham possibilitar a construção do conhecimento numa visão que englobe a Ciência como ponto de discussão, especificamente, a sua natureza e o seu contexto histórico.

No que se refere ao pensar científico pelos alunos, Machado e Vieira (2008, p. 3) dizem que "a compreensão sobre como as teorias científicas se relacionam com a realidade, isto é, como se dá a apreensão da realidade pelo pensamento racional, é um dos aspectos mais importantes."

Isla e Pesa (2003) declaram que as teorias supõem modelos, embora a literatura denomine os modelos de teorias. Partindo da afirmação das autoras, foi observada a correspondência entre o que a literatura denomina sobre os modelos com a resposta da estudante:

> Modelos são teorias desenvolvidas a partir de observações e experimentos, e esses modelos são colocados para nós de forma visível, prática, para que se possa ter um melhor entendimento. **(GENE / CC)**

Em acréscimo a análise, foi observado que o licenciando na sua colocação traz elementos característicos das teorias (observações, experimentos) integradas

aos modelos científicos (experimentos, visibilidade, entendimento). Essa observação tende a propor que nos cursos de formação inicial, os estudantes tenham acesso às informações relativas aos elementos característicos envolvidos na formulação de teorias apoiados nas diferenças existentes entre o realismo e o anti-realismo científico. Assim, buscando conhecer, através da literatura sugerida pelo professor formador, os desacordos filosóficos sobre a estrutura geral das teorias científicas e de uma caracterização geral de seu conteúdo.

A utilização de alguns exemplos pelos estudantes nos seus pontos de vista revelou correspondência com outros aspectos inerentes ao reconhecimento de representação dos modelos científicos, conforme demonstrado a seguir:

> [...] Galileu refletiu com base em modelos anteriores e fez observação com telescópio, o que levou à uma coleta maior de informações e de acordo com a sua interpretação sobre o que ele via e seus conhecimentos prévios sugeriu um novo modelo. **(DNA / CC)**
>
> A medida que são feitos novos estudos, o modelo pode ser aprimorado e/ou mudado. **(FENOCÓPIA / CC)**

As respostas remetem a condição de transformação dos modelos. Essa perspectiva apontada mostra o caráter de substituição de um modelo por outro em decorrência de observações, fatos e descobertas novas, conforme indicado na literatura. Para Galagovsky e Adúriz-Bravo (2001), um modelo quando substitui outro envolve uma nova maneira de pensar como também de realidade em termos de forma diferente, embora não implique o abandono definitivo do modelo anterior.

É essencial considerar que as informações prévias dos estudantes referentes à possibilidade dos modelos serem transformados podem servir como subsídios para que os professores nos cursos de formação inicial possam executar práticas de natureza investigativa, solicitando aos estudantes pesquisas que busquem introduzir a História da Ciência no tocante ao estudo sobre algum modelo produzido e transformado em decorrência de teorias derrubadas. Com isso, contribuindo para o reconhecimento dos estudantes sobre a importância dos modelos na construção do conhecimento científico.

Em contrapartida, Guimarães e Ferreira (2006), sugerem que se realizem pesquisas nas licenciaturas que permeiem sobre a contribuição da História e da

Filosofia da Ciência para o uso de modelos na formação docente, e amplamente, o papel do seu uso na capacitação profissional dos professores de Ciências.

Vale salientar que a resposta seguinte de um dos estudantes não evidencia um conceito sobre os modelos, embora revele associação com o aspecto de transformação dos modelos, julgando não serem transformados, ou seja, os concebe como imutáveis.

> Apesar da ciência possuir uma diversidade de modelos, quando penso em modelo vem-me a mente uma idéia estática de modelo. Pois, em sua maioria, os modelos são apresentados para nós de uma maneira firme que não pode ser transformado ou sofrer mudanças. E apesar de saber da diversidade que os modelos podem ser apresentados, falar sobre eles é complicado, justamente, devido áquela visão de que é imutável, de que não pode ser modificado. **(CROMOSSOMOS / SC)**

Todavia, quando indica seu posicionamento sobre os modelos com a descrição dos cenários, o seu discurso muda reconhecendo-os como possíveis de mudanças, conforme descrito:

> Como vimos nos três cenários, exemplos de modelos que foram descobertas e que até os dias atuais são estudados. Mas ao estudar este modelo não passou-me a idéia de que, estes podem sofrer alguma transformação, nem que seja mínima, e passar assim a ser explicado de uma outra maneira. **(CROMOSSOMOS / CC)**

Podemos indicar que essa situação confirma que, muitas vezes, as informações dos licenciandos sobre os modelos científicos em relação a vários aspectos são limitadas, merecendo uma abordagem que venha minimizar ou resolver problemas dessa natureza. Para tanto, admitir Guimarães e Ferreira (2006, p. 4) quando concluem que “o estudo de modelos na formação de professores de Ensino de Ciências pode possibilitar uma compreensão da dinâmica do processo científico de construção do conhecimento.”

Um outro aspecto revelado nas respostas assinaladas abaixo diz respeito aos modelos como construções provisórias e perfectíveis. Galagovsky e Adúriz-Bravo (2001), apontam que um dos aspectos que caracterizam os modelos científicos situando-os numa posição epistemológica frente ao conhecimento científico é que são construções provisórias e perfectíveis, ou seja, nenhum modelo possui a verdade absoluta e definitiva sobre nada.

> [...] Este acontecimento mostra em particular que um modelo pode estar em vigor durante um tempo mas pode dar lugar a outro que venha a surgir e que seja mais bem referendado, respondendo a mais questões. **(DNA / CC)**
>
> Estes modelos muitas vezes são derrubados por novos experimentos e então substituídos. Ou ainda, podem ser confirmados por fatos observáveis. **(FENÓTIPO / CC)**

O referido aspecto supracitado revela a existência de fatores complexos associados ao entendimento dos modelos científicos, principalmente, levando-se em conta que em cada contexto histórico eles podem sofrer alterações ou serem derrubados mediante a observação e ocorrência de fatos novos.

Nesse contexto, a exposição aprofundada desse aspecto para alunos em cursos de formação inicial de professores é essencial. Julgamos que tais modelos não podem ser somente reconhecidos através de uma abordagem conceitual básica e simplista, mas atrelada a sobreposições (históricas, filosóficas e epistemológicas) que conferem a estes um dinamismo no modo como são produzidos e discutidos no âmbito de suas representações para a aceitação na comunidade científica.

Estes dois últimos aspectos apresentados são decorrentes do Bloco 2, no qual os cenários foram aplicados. Nesse sentido, as visões desses estudantes sobre os modelos científicos apresentam-se ampliadas em relação ao Bloco 1, implicando dessa forma que a utilização de estratégias que possam auxiliar os estudantes na formação de seus conceitos pode ser perfeitamente utilizada, como no caso dos cenários.

Do mesmo modo, as visões agrupadas abaixo sem cenários e com cenários, já analisadas anteriormente, revelam a evolução nas respostas dos estudantes:

> O modelo nas Ciências para mim se trata de um termo novo, então não tenho uma idéia ou conceito bem definido a respeito desse tema. **(FENOCÓPIA / SC).**
>
> Modelos são figuras representativas sobre determinado assunto que são propostas por cientistas e estudiosos após muitas pesquisas. **(FENOCÓPIA / CC)**
>
> O objetivo é representar da maneira mais fiel possível, um determinado experimento e facilitar a visualização para a sociedade como um esclarecimento dos fatos observados. **(FENOCÓPIA / CC)**
>
> Quando penso em modelo, imagino uma maneira, algo que sirva, de certa forma, a nos direcionar no desenvolvimento de algum trabalho, algo que queiramos realizar. Falar de modelos nas Ciências é algo meio complicado, é acredito muito amplo, porque ciências, no meu entender, trata-se de descoberta, a partir de buscas constantes, de algo novo. **(GENE / SC)**

> Modelos são teorias desenvolvidas a partir de observações e experimentos, e esses modelos são colocados para nós de forma visível, prática, para que se possa ter um melhor entendimento. **(GENE / CC)**

> Entendo que os modelos em Ciências, podem ser utilizados de acordo com dois enfoques. O primeiro tipo de modelo é aquele voltado para o Ensino de Ciências, onde utiliza-se de analogias ou elementos estruturais (maquetes,por exemplo) para representar o que é visto na teoria, de uma determinada disciplina, visando o aproveitamento por parte do aluno dos conteúdos ministrados. O segundo tipo de modelo, são formas de representar alguma teoria, que pode ser rejeitada ou não, a fim de demonstrá-la e testar se esta é valida. **(CLONAGEM / SC)**

> [,,,] entendo que os modelos nas Ciências são representações de uma teoria, depois de vários estudos e que confirmam a teoria levantada (no contexto de cada época). Esse modelos são importantes pois, a partir deles os estudos sobre os determinados assuntos, terão outro direcionamento.**(CLONAGEM / CC)**

Logo, as visões com cenários, constituídas de contextos ampliados, revelam o potencial formativo da intervenção realizada. Nesse sentido, intervenção dessa natureza pode propiciar melhores visões e reflexões na formação docente. Com isso, possibilitando evidenciar que estratégias como auxílio na formação de conceitos dos estudantes incluem-se como perspectivas e possibilidades no ensino de Ciências e Biologia.

Em verdade, essa perspectiva de estratégias, sugestivamente, poderá ter uma relevância na construção do conhecimento científico desde quando pautadas em objetivos concretos que levem em conta a formação do sujeito no tocante às reflexões históricas, filosóficas, epistemológicas, educacionais e pedagógicas.

Por outro lado, é de se afirmar que o estabelecimento de relações entre o conhecimento científico e o conhecimento escolar para o enfoque das concepções sobre os modelos nas Ciências não seja uma ação isolada e desarticulada entre ambos. Porém, sobrepostas e articuladas no contexto de uma visão de Ciências ressignificada, atendendo dessa forma as questões da contemporaneidade, e, ao mesmo tempo, trazendo aspectos da Ciência moderna que possam fortalecer o entendimento das bases do pensamento científico atual.

3.2 - Os olhares dos estudantes sobre modelos didáticos.

Ressaltamos mais uma vez que para proceder às análises dos resultados nesse subtópico, consideramos os aspectos apontados na literatura para que uma representação possa ser considerada um modelo didático.

Para tanto, optamos por ilustrar, um enfoque dado por Krapas et al (1997) ao realizarem estudo sobre mapeamento de usos e sentidos de modelos, que de certo modo abrange o contexto dado por outros autores considerados nesse estudo, no qual afirmam: os modelos pedagógicos (modelos didáticos) referem-se a uma representação simplificada de uma idéia, objeto, evento, processo ou sistema que se constitua em objeto de estudo, visando favorecer o processo de aprendizagem significativa, por parte dos alunos.

Sob esta ótica, salientamos que nessa representação simplificada associada ao referido favorecimento do processo de aprendizagem estão incluídos diversos aspectos que constituem indícios de sua caracterização, apontados por teóricos considerados nesse estudo. Nessa premissa, seja através de conceitos sobrepostos ou de suas finalidades relacionadas à construção de conceitos científicos, expressão do trabalho pedagógico, facilitadores no processo de ensino e aprendizagem, uso como ferramentas pedagógicas, permissão a experimentação (teoria e prática), representação visual de objetos em três dimensões, transposição didática, entre outros.

Analisamos que em se tratando dos pontos de vista dos estudantes em relação aos modelos didáticos, apresentam aspectos de sua representação indicados na literatura. Do mesmo modo que evidenciado em relação aos seus pontos de vista sobre os modelos nas Ciências, apontam variações e diferenças na abordagem dada, como também limitações de cunho teórico. As concepções dos estudantes sobre os modelos didáticos foram diversas, e, em sua maioria, evidenciaram contextos de relação com o modelo científico, simplificações de fenômenos, aprendizagem, expressão da prática pedagógica, funcionalidade produtiva e visualização.

Para sistematizar os resultados fizemos uso de duas tabelas, as quais evidenciam os pontos de vista dos estudantes sob duas perspectivas: a primeira

(**Tabela 2**), envolvendo diretamente aspectos da base conceitual sobre os modelos didáticos, e, a segunda (**Tabela 3**), as finalidades a eles associados.

Antes da exposição dos resultados a serem demonstrados com o auxílio das duas tabelas, optamos por analisar as respostas de dois do total de doze estudantes investigados. Nesse sentido, observamos que em se tratando das respostas dadas na questão do BLOCO 3, coincidentemente em relação ao BLOCO 1, os respectivos licenciandos revelaram pouca fundamentação sobre a compreensão dos modelos didáticos. Ressaltamos, portanto, que essas respostas serão analisadas relacionando-as com as suas respostas no BLOCO 4, com cenários.

De acordo com um dos dois estudantes, sobre modelos didáticos afirma como sendo:

> Desenvolvimento de um trabalho, buscando trazer ao indivíduo, da forma mais real possível, o conhecimento. Se através de um livro texto (modelo didático), seja através de uma aula expositiva, ou qualquer outra atividade. (**GENE / SC)**

Embora seja considerado que os modelos didáticos auxiliam no desenvolvimento do trabalho pedagógico do professor para construção do conhecimento, a exposição do estudante não reflete necessariamente o conceito voltado como recurso instrumental para a exposição de conteúdos científicos que traduzam de forma simplificada os processos dos fenômenos observados. Justi (2006) diz que o que ensinamos nas aulas de ciências são simplificações dos modelos científicos denominando-as assim de modelos curriculares, inferindo ainda a necessidade de distinguir tais modelos dos modelos para o ensino que são representações produzidas no intuito de auxiliar os alunos na aprendizagem de um modelo curricular, sendo os mais utilizados os desenhos, maquetes, simulações e analogias.

Por sua vez, com o auxílio dos cenários (BLOCO 4) expõe:

> É a apresentação, mais próxima da realidade, de um conteúdo, seguido da exposição prática do mesmo, onde o aluno pode relacionar o conteúdo teórico, prático e a sua compreensão do tema proposto. (**GENE / CC)**

A linguagem utilizada pelo estudante confere uma seqüência lógica de argumentação, no entanto, deixa implícita a referência material que constitui o modelo didático, ou seja, ao se referir a “apresentação”, não expõe claramente qual

estrutura, evento ou objeto é relativa a essa ação para relacionar a teoria do conteúdo com a estratégia prática a ser utilizada.

Logo, essa abordagem foi analisada sob o pressuposto de que “a apresentação em proximidade com a realidade” tem relação com a proposta de uso do modelo didático (referência material) pelo professor para fins explicativos de uma teoria em consonância com a prática na exposição de um determinado conteúdo para a sua compreensão.

Acrescenta outro estudante que:

> Não encontro muita diferença no modo de ver os modelos didáticos, das que já apresentei sobre os modelos nas ciências. Assim como nos modelos nas ciências, vejo os modelos didáticos também estaticamente. (**CROMOSSOMOS / SC).**

Comparando com a sua visão sobre modelos nas ciências, conforme a resposta seguinte analisamos que em ambas é notório o caráter estático do modelo, revelando que esse aspecto se deve por acreditar que não podem sofrer mudanças, conforme discutido no subtópico 3.1.

> Apesar da ciência possuir uma diversidade de modelos, quando penso em modelo vem-me a mente uma idéia estática de modelo. [...]não pode ser transformado ou sofrer mudanças. **(CROMOSSOMOS / SC)**

Essa observação implica afirmar que há, por parte do estudante, um paradoxo e ao mesmo tempo desconhecimento sobre o dinamismo que os modelos tendem a apresentar para explicação dos fenômenos naturais, sob diversas formas. Isla e Pesa (2001) sugerem a possibilidade de elaboração de modelos diferenciados para a representação de uma mesma situação. Por sua vez, Lima (2007, p.56) afirma que “o mesmo fenômeno pode ser representado por vários modelos, inclusive rivais entre si.”

Nessa ótica, analisamos que na própria história da Ciência teorias foram derrubadas e novos modelos científicos surgiram, assim como há em relação aos modelos didáticos uma diversidade de formas representativas que funcionam como recursos, muitas vezes, associadas a um mesmo conhecimento.

Portanto, sobre o que apontam os estudantes em relação ao caráter estático dos modelos didáticos, afirmamos que uma razão para justificar a sua mobilidade é

que podem sofrer variações de aplicações e de formas para a exploração de conteúdos no ensino de ciências.

Em relação ao seu ponto de vista com os cenários, percebe- se uma contradição em relação à concepção sem cenários quando se referiu aos modelos não sofrerem transformações, em virtude de apontar no conceito com cenários a mutabilidade de um modelo, como exposto na resposta:

> Quando nos é apresentado os modelos didáticos só ficamos sabendo os resultados e não o processo até chegar aquele modelo, logo, continua-se a idéia de modelo firme. Por isso é importante sabermos o processo para a formação daquele modelo, para termos a idéia de que um modelo pode ser mutável e apresentado de formas diversas. **(CROMOSSOMOS / CC)**

Essa situação é significativa por evidenciar que na visualização dos cenários e leitura de suas respectivas descrições, o estudante refletiu sobre a importância de se ter conhecimento sobre o processo de formação dos modelos. Com efeito, associamos que em se tratando de uma abordagem em sala de aula, a utilização de modelos existentes e artigos que descrevam sobre seus enfoques poderá revelar conhecimentos que contribuam na formação dos estudantes. Todavia, o professor formador ao destacar a possibilidade dessa estratégia deverá previamente se preparar em relação ao conteúdo escolhido a fim de direcionar o estudo voltado às proposições teóricas que levem os estudantes a exercitar uma prática de produção de modelos por problematização.

Stewart e Rudolph (2001) indicam que ao desenvolverem suas investigações relativas à genética e evolução o foco se dá no envolvimento dos alunos do ensino médio com problemas reais de modelos e dados, tidos como um meio de possibilitar o entendimento sobre as práticas disciplinares dessas duas áreas.

Na tabela abaixo, é evidenciado os aspectos observados em relação aos pontos de vista dos licenciandos sobre os modelos didáticos, destacando-se também seu número de ocorrências. Por sua vez, os utilizaremos na exposição de considerações discursivas. Da mesma forma que evidenciado em relação aos seus pontos de vista sobre os modelos nas Ciências, a contagem de ocorrências foi realizada considerando os pontos de vista sem cenários e com cenários; como também foi observado que, em alguns pontos de vistas dos estudantes, num único conceito dado havia a presença de mais de um aspecto, o que justifica a utilização de respostas de um mesmo estudante em aspectos diferenciados.

Tabela 2: aspectos relacionados aos modelos didáticos pelos estudantes (abordagem conceitual).

Aspectos	Número de ocorrências
Modelos didáticos como expressão do trabalho pedagógico	03
Modelo didático como ferramenta pedagógica	02
Relação entre o modelo didático e modelo científico	05
Modelos como representação de uma suposta realidade	01
Modelos didáticos como simplificação de conceitos científicos	01
Modelos didáticos como representação de conceitos científicos	03

Em se tratando da ocorrência dos aspectos supracitados, foi observado que a relação entre o modelo científico e modelo didático foi em quantidade maior. Esse quadro é bastante significativo, em se tratando das respostas dos estudantes que indicam, nos conceitos sobre ambos os modelos, fatores convergentes entre si, tais como adequações, criações, aproximações e construções baseadas, os quais são discutidas na página 106.

Observamos que três respostas associam os modelos didáticos ao aspecto de expressão do trabalho pedagógico, ou seja, aos modos de execução e disposição de assunto, conteúdo e conhecimento pelo professor, determinando que podem ser esquemáticos, simplificados e auxiliam na compreensão do que é abordado a partir dele, como representam as respostas:

> Modelos didáticos são agrupamentos de conceitos e práticas relacionadas ao ensino. (**FENÓTIPO / SC)**

> Modelos didáticos são para mim uma forma esquemática e compreencível de se apresentar a estudantes um determinado assunto e/ou estrutura de um determinado elemento. **(TRANSGÊNICOS / SC)**

> Modelo didático é uma forma esquematizada e simplificada de se dispor um conteúdo de determinada área de conhecimento [...] Então são construídos maquetes e pequenos esquemas que representam [ ] estruturas em três dimensões. (**TRANSGÊNICOS / CC)**

Embora reconheçamos os modelos didáticos como recursos que auxiliam na prática do professor, os estudantes ao explicitarem seus pontos de vista, os associam como algo estrutural que se materializa no trabalho pedagógico do professor ao conduzir o desenvolvimento de um conteúdo. No entanto, não é revelado o caráter do que seriam essas estruturas (agrupamentos e forma esquematizada), com exceção da terceira resposta que enfatiza como sendo

maquetes para representação de estruturas em três dimensões, bem como pequenos esquemas.

De acordo com Felipe et al (2005), os modelos de ensino podem ser conceituados como sendo desenvolvidos especialmente para ajudar os estudantes a entender modelos consensuais, devendo preservar a sua estrutura conceitual, além de demonstrar a interação dinâmica através de ações do domínio de ação da ciência, bem como relacionar com os seus conhecimentos prévios outras maneiras que podem construir a compreensão pessoal da ciência.

Em outras três respostas conforme demonstradas abaixo, os estudantes conferem aos modelos didáticos um aspecto relacionado a ferramentas pedagógicas, situando-os como recurso prático de ensino para desenvolvimento de um tema ou assunto a partir de uma aula expositiva ou outra atividade.

> A partir dos cenários é possível dizer que os modelos didáticos são ferramentas das quais podemos nos utilizar para oferecer aos estudantes uma compreensão mais completa a respeito de determinados temas. (**GENOMA / CC)**

> Modelos didáticos são formas pelas quais o conteúdo de um assunto possa ser mais facilmente compreendido e possam de certa forma representar a realidade, mesmo não sendo de forma literal. **(FENÓTIPO / CC)**

> O modelo didático é uma forma de representação visual de um resultado de um experimento/pesquisa científico para alunos da educação básica e na formação de professores. **(FENOCÓPIA / CC)**

Em relação ao fato de dois estudantes referirem-se a expressão “forma(s)”, analisamos como sendo consideradas ferramentas pedagógicas, uma vez que as manifestações produzidas por elas configuram exteriormente o objeto que representam para a compreensão dos estudantes.

Segundo Ferreira et al (2007) modelos são ferramentas que se bem utilizadas em sala de aula promove além do aprendizado de conhecimentos científicos, a reflexão sobre as formas de representação e desenvolvimento de tais conhecimentos.

Nessa ótica, podemos afirmar que em se tratando do conhecimento dos estudantes sobre os modelos didáticos como ferramentas pedagógicas, torna-se cabível uma discussão mais abrangente, durante a formação inicial, em torno de sua funcionalidade e aplicabilidade, o que poderá propiciará na futura prática profissional

dos estudantes o uso de estratégias com modelos didáticos, sendo sugerido como foco inicial a sua elaboração pelos alunos para construção e aprendizagem de conceitos científicos. Logo, sendo significativo nessa ação pedagógica que o professor institua saberes fundamentais em torno da importância dos modelos científicos para a construção do conhecimento científico que levem os discentes a compreenderem sobre sua relação com os modelos didáticos na definição de aspectos e finalidades sobre o seu uso em sala de aula.

Acrescentam ainda Ferreira et al (2007), na conclusão de seu estudo com licenciandos em formação inicial em Biologia que estes afirmaram terem concebido a utilização de modelos no ensino como ferramentas facilitadoras da aprendizagem, atentando para o fato que esse resultado reforça a base de pesquisa empírica na área.

Na análise realizada ficou demonstrada ainda que os estudantes apresentaram conceitos bastante coerentes no tocante à relação que fazem entre os modelos didáticos e os modelos científicos e se sustentam como complementares nas concepções dadas nos BLOCOS 1 e 2.

> Modelos didáticos são modelos criados na tentativa de se aproximar dos modelos científicos. (**DNA / SC)**
>
> Modelos didáticos tentam aproximar-se dos modelos científicos[...](**DNA / CC)**
>
> Modelos didáticos são construções baseadas nos modelos científicos[,,,] (**GENOMA / SC)**
>
> São modelos científicos que foram adequados[,,,]**(GENÓTIPO / SC)**
>
> Creio que possa fazer uma certa comparação entre modelos didáticos e modelos científicos. Pois em ambos o objetivo principal é tornar um conhecimento que antes era ideológico ou pouco claro em um conhecimento concreto e palpável. (**TRANSGÊNICOS / SC)**

Os estudantes revelam nas falas fatores característicos da articulação dos modelos didáticos com os modelos científicos, a exemplo de: aproximações; base de suas construções; adequações; tornar o conhecimento concreto e palpável, e, por fim as representações. Estas, aos nossos olhares, entendidas não como representações em si de uma aproximação com a realidade, mas simplificações de uma possível realidade atribuída pelo modelo científico.

De acordo com Lima (2007, p.33), “os modelos didáticos são, portanto, ferramentas mediadoras entre os modelos elaborados pelos estudantes e os modelos científicos em um processo de negociação e construção de significados.”

De fato, as colocações dos estudantes merecem indicar que os professores formadores na abordagem de conteúdos através do uso de modelos estabeleçam associações com os modelos científicos para que reconheçam a existência de diversos modelos alternativos que irão permitir compreender e interpretar melhor os fenômenos estudados.

Foi verificado que um dos estudantes estabeleceu que os modelos didáticos constituem-se como representações de uma suposta realidade, bem como sobre um determinado assunto.

> Modelos didáticos são representações de uma “suposta” realidade de um determinado assunto, que é dado em sala de aula [,,,](**CARIÓTIPO / SC)**

Paz et al (2006, p. 144) afirmam que “os modelos devem ser utilizados como recursos aproximativos e não como realidade.”

Reconhecemos, então, que a expressão “suposta” destacada pelo estudante revela um raciocínio hipotético de uma realidade abstrata, sendo ocultamente apoiada em aproximações que tendem a possibilitar o entendimento pelos estudantes de como entidades invisíveis explicam os fenômenos naturais.

Nesse sentido, analisamos que em se tratando da representação da realidade, esta não é a atribuição dos modelos didáticos, em virtude de que são simplificações dos modelos científicos que, por sua vez, são representações do conhecimento científico apoiadas em aproximações da realidade dos fenômenos do mundo.

Segundo Justi (2006), o termo representação não é usado somente naqueles casos em que exista um tipo de exibição de aspectos visuais da entidade modelada, mas também a uma representação parcial que ao mesmo tempo “resuma” e “traduza de outra forma” a natureza dessa entidade.

Diante do exposto, concebemos que o tratamento dado a realidade associada aos modelos didáticos seja enfatizada nos cursos de formação de professores, principalmente, fazendo associações com a realidade atribuída aos modelos científicos de modo a evitar concepções equivocadas entre ambos. Ainda mais,

propiciando que a abordagem dessa natureza seja através da modelagem por concordarmos com Machado e Vieira (2008) quando apontam que o objetivo de modelar é apreender o real e os modelos científicos contribuem como um incremento à compreensão da realidade do mundo.

Em dois depoimentos escritos, os estudantes concebem os referidos modelos atrelados ao aspecto de simplificação de conceitos científicos.

> Modelos didáticos são simplificações representativas de experimentos observáveis, que não transmite todas as informações a quem vai ser estudá-lo, de modo que pode tanto ajudar a compreensão quanto atrapalhá-la, o que torna esses modelos discutíveis. **(GENÓTIPO / CC)**
>
> São representações simplificadas de conceitos científicos[,,,] (**CLONAGEM / SC)**

De acordo com Lima (2007, p. 56), a partir de considerações consensuais de vários teóricos, "a simplificação é um dos objetivos importantes dos modelos e implica discriminar as variáveis relevantes e construir uma representação simplificada do complexo mundo real."

Logo, uma abordagem que dê conta da exposição de fatores relativos às simplificações dos modelos científicos para torná-los ensináveis perpassa pelo entendimento por parte dos estudantes da natureza dos modelos.

Sendo assim, indicamos que do ponto de vista pedagógico essas simplificações associadas aos modelos didáticos, quando na possibilidade destes virem a ser produzidos nos cursos de formação inicial ou pelos estudantes de ensino básico tenham como pressuposto básico o cuidado de não ocasionarem concepções alternativas no tratamento relativo ao conteúdo escolhido de maneira que não venham ter conseqüências na aprendizagem. Krasilchik (2004) afirma que para os estudantes compreenderem as simplificações nos modelos didáticos é necessário envolvê-los na sua produção para que ocorra a aprendizagem.

Em uma resposta o aspecto evidenciado foi referente aos modelos didáticos como representação de conceitos científicos, conforme demonstrado abaixo:

> Modelos didáticos, são representações de observações e conceitos sobre um determinado assunto dado em sala de aula. (**CARIÓTIPO / CC)**

Assumimos com a resposta dada que os modelos didáticos tendem a expressar conceitos científicos bem definidos, desde que elaboradas através de critérios que substanciem propósitos conceituais e de explicação de fenômenos de maneira adequada que favoreçam uma determinada compreensão. Por outro lado, modelos didáticos que são produzidos na tentativa de buscar responder várias questões em torno dele podem dificultar a aprendizagem dos estudantes.

Uma vez que entendemos que os modelos didáticos são criados tendo em vista finalidades epistemológicas e de ensino, primeiramente, evidenciamos-as utilizando-se da síntese das respostas dos estudantes e o seu número de ocorrências através da tabela 3 para discutirmos sobre as questões envolvidas no contexto.

Tabela 3: Finalidades relacionadas aos modelos didáticos evidenciadas nas respostas dos estudantes na abordagem conceitual sobre o tema.

Finalidades	Número de ocorrências
Facilitar a aprendizagem	10
Funcionalidade produtiva – modelagem	04
Transposição didática	01
Visualizar o objeto de estudo para compreensão dos processos pelos alunos	03
Permitir a abordagem do contexto epistemológico do conteúdo	02
Ilustração	01

Conforme demonstrado na tabela acima, o número de ocorrências relacionada com a finalidade relativa ao processo de aprendizagem foi bastante significativa, correspondendo ao trabalho realizado por Ferreira et al (2007) com licenciandos em Biologia e Lima (2007) com licenciandos em Química.

Analisamos que os estudantes concernem os modelos didáticos atrelados a referida finalidade por entenderem que direcionam, facilitam e auxiliam a prática docente, bem como a compreensão detalhada pelos alunos diante da abordagem de um assunto em sala de aula.

> [,,,] são direcionados à utilização em sala de aula com o intuito de oferecer aos estudantes uma melhor compreensão sobre os assuntos a serem estudados. (**GENOMA / SC)**
>
> [,,,] facilitar a compreenssão do aluno e auxiliar o professor numa aula expositiva. (**CARIÓTIPO / SC)**
>
> [...] buscam estabelecer formas mais adequadas de desenvolver a compreenção sobre um assunto. (**FENÓTIPO / SC)**

> [,,,] usado no ensino como suporte facilitador do entendimento. Não dá pra imaginar uma aula explicativa, sem apresentar algo concreto, palpável, que ajude o aluno a visualizar o fenômeno[,,,]**(GENÓTIPO / SC)**
>
> [...] proporcionar de forma simplificada a compreensão sobre o assunto proposto, levantando debates com argumentos considerados importantes pelos estudantes em torno de sua utilização no cotidiano. **(FENOCÓPIA / CC)**
>
> A expectativa é que os alunos compreendam determinados assuntos de forma mais detalhada.(**CLONAGEM / SC)**
>
> [,,,] permite a compreensão de estruturas ou detalhes dos conceitos ministrados. (**CLONAGEM / CC)**
>
> Nos modelos didáticos existe uma preocupação em tornar o conteúdo em foco mais fácil de ser compreendido por um determinado público. (**TRANSGÊNICOS / CC)**
>
> Modelo didático são modelos utilizados para melhor compreensão de um certo assunto. Por exemplo, o modelo de dupla hélice é um modelo para melhor compreender como o DNA está organizado. **(GENES ALELOS / SC)**
>
> Modelos didáticos são modelos que facilitam o entendimento dos conteúdos disciplinares, tornando-os mais conectivos de acordo com a idiossincrasia dos estudantes, levando em consideração os processos cognitivos envolvidos. **(CROMOSSOMOS HOMÓLOGOS / SC)**

A referida finalidade apontada pelos licenciandos remete refletir que a aprendizagem como conseqüência da prática com o uso de modelos deve permear por objetivos concretos e reais de ensino, uma vez que “apesar do grande uso de modelos no Ensino de Ciências, pesquisas na área mostram que muitos professores desconhecem seu potencial educativo.” (FERREIRA et al, 2007, p. 2).

Desse modo, reconhecemos a urgente necessidade de intensificar propostas no âmbito acadêmico que promovam ações estratégicas com a utilização de modelos, seja na pesquisa, ensino ou extensão. Krapas et al. (1997) concluem que o incentivo a produção de estudos sobre a temática, em programas de pesquisas, poderá se dar através da compreensão das possíveis utilizações de modelos/modelagem na pesquisa/educação.

Acrescentamos ainda que a incorporação das propostas referidas não ocorra somente através da produção dos modelos de forma meramente mecânica, mas ressignificada por objetivos concretos sobre seu conhecimento pedagógico com bases teóricas que promovam seu fortalecimento enquanto mecanismo de aprendizagem na compreensão dos fenômenos e construção dos conceitos científicos.

Portanto, sobre a aprendizagem dos conceitos científicos com a utilização dos

modelos didáticos articulamos com o que aponta El-Hani (2006, p. 4), a aprendizagem das ciências “não se trata somente de incluir uma abordagem dos processos de construção do conhecimento científico, mas de considerá-los no contexto histórico, filosófico e cultural em que a prática científica tem lugar.”

Três estudantes indicaram os modelos didáticos associados a uma funcionalidade produtiva, ou seja, relacionados a uma determinada execução de uma estrutura para utilização em sala de aula e que possibilite o entendimento do conhecimento científico. Nesse caso, temos como respostas:

> Podem ser confeccionados pelos professores para serem usados nas suas aulas como intermédio didático, ou solicitados pelos professores aos alunos para que estes auxiliem na construção do conhecimento científico. **(DNA / SC)**
>
> Modelos didáticos tentam aproximar-se dos modelos científicos podendo ser feitos professores para intermédio didático, como no cenário 1,podem ser solicitados aos alunos, como no cenário 2 ou estar presentes em textos ou livros didáticos como no cenário 3. De todo modo há que se cuidar para que na tentativa de ter uma maior compreensão dos alunos não se simplifique demasiadamente os modelos gerando uma comprenção equivocada. **(DNA / CC)**
>
> Então são construídos maquetes e pequenos esquemas que representam estruturas de células, órgãos, ou outra qualquer, que esteja em foco, de uma maneira bem simplificados e geralmente em três dimensões. (**TRANSGÊNICOS / CC)**
>
> [...]apresentadas a alunos ou feitas por eles, que permite a compreensão de estruturas ou detalhes dos conceitos ministrados. (**CLONAGEM / CC)**

Ficou evidente nas respostas que os modelos didáticos enquanto possíveis de serem produzidos tem como executores professores, alunos e ainda estarem presentes em textos ou livros didáticos. Sendo que a presença nestes últimos foi informada apenas por um estudante, o mesmo acontecendo em estudo realizado por Lima (2007) que num total de três alunos que indicaram o livro didático como fonte dos modelos, apenas um indicou a sua presença nele.

Pinheiro et al. (2001, p. 39) afirmam que:

> O processo de construção ou de apropriação de um modelo já construído é denominado modelização[...] A modelização é um processo que consiste na elaboração de uma construção mental que pode ser manipulada e que procura compreender um real complexo.

Nesse sentido, estratégias de modelização ou modelagem, que possibilitem os estudantes evidenciar aspectos mais relevantes e significativos sobre o processo na sua formação inicial para incluir em suas práticas enquanto futuros docentes, devem merecer destaque nos objetivos do ensino de componentes curriculares em que sejam possíveis de serem contempladas. Justi (2006) afirma que o responsável pelo processo de construção dos modelos em sala de aula é o professor, o qual escolhe o momento para que esse tipo de atividade seja iniciado no processo de ensino, e ao mesmo tempo, saber que modelos deverão ser elaborados pelos alunos e com quais objetivos.

Paz et al (2006, p. 144) dizem que embora o uso de modelos ou a modelização se constituam em "instrumentos" facilitadores para a compreensão dos conteúdos de ensino, esses ainda não se constituem com uma prática presente nos cursos de formação inicial de professores.

De todo exposto, afirmamos que para tal processo é necessário utilizar critérios válidos que direcionem essa prática no ensino de Ciências e Biologia a fim de que possamos estar cientes dos seus sentidos e significados frente aos conteúdos que se configurarem como sendo cabíveis a uma representação atribuída a uma possível simplificação da realidade num modelo didático constituído.

Em outra resposta, verificamos a transposição didática como finalidade atribuída aos modelos didáticos:

> Modelos didáticos são formas de representação sobre determinado assunto com o objetivo de transpor didaticamente a alunos os resultados de experimentos e pesquisas de maneira que esses alunos possam compreender melhor o assunto e levar essa concepção para seu cotidiano. **(FENOCÓPIA / SC)**

Sebata (2006, p. 52) diz que:

> O ensino de Ciências é diretamente associado ao conhecimento científico pelo fato de realizar o processo de transposição didática do conhecimento científico para o saber escolar, o conhecimento escolar também utiliza uma representação visual de modelos."

Sob a ótica da resposta acima consideramos que os professores formadores, nos cursos de Biologia, ao aplicarem atividades de modelagem abrangendo determinados conhecimentos científicos devem incorporar a transposição didática e

recontextualização de maneira a permitir que os estudantes estabeleçam finalidades pedagógicas compatíveis a um modo favorável de como devem ser utilizados os modelos didáticos no ensino .

Três estudantes indicaram argumentos, os quais constituímos como finalidade atribuída aos modelos didáticos, a possibilidade de visualizar o objeto de estudo para compreensão dos processos pelos alunos, como demonstrado abaixo:

> Não dá pra imaginar uma aula explicativa, sem apresentar algo concreto, palpável, que ajude o aluno a visualizar o fenômeno, é claro que tem-se que ser exposto os métodos de criação dos modelos, sua origem e suas limitações. **(GENÓTIPO / SC)**
>
> [...] Estes modelos possibilitam a visualização do objeto de estudo e compreenção dos seus processos pelo aluno. (**FENÓTIPO / CC)**
>
> A construção desse modelo tem como objetivo fazer com que os alunos "visualizem" os resultados de uma pesquisa e/ou experimento, conduzindo assim ao entendimento e aprendizagem acerca do assunto.**(FENOCÓPIA / SC)**

No que se refere a abordagem do contexto epistemológico foi verificado duas respostas:

> De todo modo há que se cuidar para que na tentativa de ter uma maior compreensão dos alunos não se simplifique demasiadamente os modelos gerando uma comprenção equivocada. **(DNA / CC)**
>
> [,,,] é claro que tem-se que ser exposto os métodos de criação dos modelos, sua origem e suas limitações. **(GENÓTIPO / SC)**

Analisamos que diante da abordagem dos estudantes os termos presentes em suas respostas, como métodos de criação dos modelos, origem, limitações e compreensão equivocada revelam a existência de fatores complexos associados ao entendimento dos modelos didáticos e que passa pela questão epistemológica.

Tendo em vista essa colocação, apontamos que para uma prática com a utilização ou produção de modelos didáticos na formação inicial requer a sua noção conceitual e dos modelos científicos. Ainda mais, que professores e estudantes possam estabelecer atividades prévias de modo a trazer questões epistemológicas que fundamentem cognitiva e pedagogicamente uma gama de aspectos de um

determinado modelo já existente ou de um conteúdo a ser trabalhado em sala de aula.

Destacam Lorenzini e Anjos (2004) que o uso de modelos didáticos com o intuito de facilitar o ensino e a aprendizagem do conhecimento científico escolar só será efetivado se estiver atrelado ao aporte epistemológico por parte dos professores, o que poderá guiar a seleção de conteúdos programáticos adequados a determinados contextos sócio-culturais.

Com efeito, essa possibilidade se dará mediante um novo olhar que direcione as práticas na abordagem dos conteúdos curriculares baseadas em propostas didático-pedagógicas associadas ao conhecimento científico de maneira contextualizada e ressignificada de sentidos da Ciência permeando por reflexões epistemológicas, além de históricas e filosóficas.

Uma das finalidades indicadas na resposta de um estudante foi a ilustração, conforme exposta:

> [...] Porém, alguns modelos são feitos de forma a simplificar e ilustrar demais processos ou estruturas representados. **(CARIÓTIPO / CC)**

Frente a essa colocação, observamos que um traço característico dos modelos didáticos é a sua função imagética, que tanto pode estar presente em materiais impressos (livros, esquemas, kits gráficos, entre outros) ou visualizadas nas estruturas concretas dos recursos materiais em que são produzidos (modelos do DNA com contas, modelo corpuscular do átomo com bolas de isopor, etc.).

Sendo assim, consideramos que a colocação do estudante é suficientemente importante para propor atividades de modelagem a partir de diversos materiais que sejam acessíveis aos estudantes. Entretanto, é de se considerar que ao elaborar seus modelos tenham esses materiais condições de não somente permitir uma estética que atenda a uma boa visualização, mas também de atender a critérios que fomentem nos alunos a capacidade de perceber se são viáveis ou não para representar de forma simplificada os fenômenos que se pretende representar.

Partindo disso, as ilustrações têm um papel importante na compreensão de assuntos e em se tratando de sua função como modelos didáticos, ao serem disponibilizadas merecem um refinamento de caráter estético quanto de finalidades em atendimento ao seu poder de explicação de um determinado fenômeno.

Vale ressaltar que as visões dos licenciandos sobre os modelos didáticos em relação aos modelos nas Ciências estabelecem muitas aproximações, implicando que essa condição deve ter sido ocasionada pela seqüência com que foi aplicado o procedimento metodológico referente aos questionários aplicados, os quais permitiram na situação dos cenários refletir sobre conhecimentos latentes, estes certamente, necessitando de um maior aprofundamento teórico, conforme já especificado nas análises dos resultados.

3.3 - O registro dos estudantes com base nos critérios pontuais do roteiro de atividade: tecendo possibilidades e perspectivas de elaboração e utilização de modelos didáticos com conteúdos de Genética.

Para efeito de apresentação dos resultados desse subtópico, indicamos como subsídios de suas discussões, fundamentos e enfoques presentes na literatura envolvendo o ensino dos conteúdos da Genética, especificamente, aqueles indicados pelos estudantes na produção dos modelos didáticos.

Retomamos que a designação dos 04 grupos formados tem relação com os conteúdos escolhidos e foram identificadas por códigos alfabéticos para facilitar na discussão dos resultados, conforme apresentadas a seguir:

A – Sistema ABO e Sistema Rh;

B – Expressão Gênica (Transcrição e Tradução de DNA);

C – Estrutura Molecular do DNA;

D – Hereditariedade, variabilidade genética e meiose.

Ressaltamos que a nossa intenção não é discutir sobre os modelos produzidos e a sua socialização pelos estudantes, mas sim avaliar aspectos decorrentes do roteiro de atividade que levaram a essas duas etapas, observando possíveis similaridades ou oposições com o que tem sido apontado na literatura.

Desse modo, nas análises realizadas ainda buscamos discutir os aspectos evidenciados sob a perspectiva de como o processo de modelagem ou o uso de modelos científicos e didáticos no ensino de Ciências e Biologia com conteúdos de Genética, tanto na formação inicial quanto no ensino básico, poderá contribuir para

tentar minimizar determinadas lacunas e problemas existentes. Além disso, enfatizando ao contexto as questões relativas à formação de professores e a História das Ciências.

De modo geral, foi observado que os estudantes de posse dos livros disponibilizados, no momento da aplicação do roteiro de atividade, para apontar questões epistemológicas e didáticas em relação ao conteúdo proposto para a produção dos modelos, indicaram questões bastante pertinentes com o que tem sido apontado na literatura sobre os conteúdos de Genética no ensino de Ciências e Biologia.

Em relação ao **modelo didático A**, o grupo responsável apresentou três problemas, sendo o primeiro relativo ao tratamento dos dois sistemas (ABO e Rh) em sala de aula de forma simplificada sem a exposição a nível celular; sendo que embora os sistemas referidos tenham interferência nas hemácias, são distintos e agem de formas diferentes no ser humano.

Conforme Goldbach e Macedo (2007, p.10), ao indicarem a abordagem simplificada na "genética escolar" a apontam como um aspecto crítico a ser discutido e superado, em virtude de que ao realizar levantamentos de trabalhos em três principais eventos de Ensino de Ciências e Biologia no Brasil (EPEB, ENPEC, EREBIO/ENEBIO), observaram que "está relacionada com a identificação corriqueira das características hereditárias como sendo basicamente de interpretação monogênica."

Em trabalho realizado, Batisteti et al (2007) analisaram os conteúdos sobre o sistema de grupo sanguíneo ABO em três livros de ensino médio e um do ensino fundamental, constatando que nos primeiros a abordagem é feita na temática genética, especificamente, no capítulo de alelos múltiplos. No segundo, o conteúdo é disposto no capítulo intitulado "Sangue", trazendo a sua constituição e suas propriedades imunológicas. Logo, segundo, os autores, este parece está mais apropriado com as condições e fatos da História sobre o tema apresentados em seus estudos.

Nesse sentido, informam que:

> A determinação do sistema de grupos sanguíneos resultou de estudos para o esclarecimento da estrutura e propriedades protéicas, envolvendo apenas conhecimentos imunológicos sobre as reações antígeno-anticorpo. Em momento algum houve a utilização de ferramentas genéticas, já que no

> período de 1900, os trabalhos de Mendel estavam ainda sendo "redescobertos", com a sistematização da nomenclatura que hoje é empregada pela genética. (BATISTETI et al, 2007, p. 6)

Ainda acrescentam que o modo como o conteúdo é apresentado em tais livros pode levar os estudantes a efetuar relações com o sistema ABO somente ao genótipo, isentando a ênfase no fenótipo e as características imunológicas envolvidas, sendo estes na realidade aspectos que esclareceram os grupos sanguíneos A, B, AB e O.

Consideramos que as colocações trazidas pelos autores decorram do fato de que em sala de aula e nos livros didáticos a menção a História das Ciências relativa a determinados conteúdos, como nesse caso, é ausente ou pouco fundamentado. Ainda assumem os autores que nenhum dos livros analisados expõem referências de estudos e pesquisas que levaram a proposta do sistema dos grupos sanguíneos, evidenciando somente uma descrição histórica superficial e sem qualquer contextualização.

Sob esta ótica entendemos que, certamente, essa situação traz implicações no ensino e aprendizagem, principalmente, se forem levados em consideração os muitos equívocos ou conceitos mal formulados sobre o tema por professores e estudantes.

Consideramos assim que estudantes em formação inicial e professores ao trabalharem na perspectiva do processo de modelagem associados ao sistema ABO e Rh, possam considerar na composição dos modelos também o nível celular. Contudo, leituras e discussões sobre o conhecimento da História da Ciência dos dois sistemas, antes do início de tal processo, possam ser realizadas a fim de garantir, possivelmente, modelos melhor elaborados que respondam a essa e outras questões também significativas.

O segundo problema apresentado diz respeito ao determinismo genético envolvido no tema, uma vez que a interpretação generalizada de ambos os sistemas quanto à ocorrência de produção de anticorpos pode levar a uma compreensão equivocada de algumas doenças, como a eritroblastose fetal.

Diante disso, consideramos que para minimizar essa situação, os professores poderiam trabalhar na abordagem dessa doença tendo como perspectiva estratégica o uso de um modelo didático em que possam, ao elaborá-lo, focar os aspectos biológicos e imunológicos sobre as reações antígeno-anticorpo para o entendimento

do conteúdo. Além disso, considerar aspectos históricos que fundamentem a compreensão de determinados conhecimentos que tais modelos possam explicar. Como também, que possam propiciar associações com o cotidiano das pessoas, uma vez que, boa parte dos estudantes do ensino médio e superior, provavelmente, desconheça tal fato.

Paiva e Martins (2005), apontaram que nas questões articuladas com a capacidade de relacionar os conhecimentos científicos com os aspectos do cotidiano e com temas atuais decorrentes dos avanços na biologia molecular, há uma dificuldade dos estudantes em envolverem-se com assuntos voltados à genética propagados nos diversos meios de comunicação.

Em se tratando dos temas científicos contemporâneos, Nascimento e Alvetti (2006) apontam que pesquisadores na área de educação em ciências expõem que não basta incluir esses temas nos currículos das disciplinas escolares científicas em atendimento a atualização de conteúdos para os estudantes. Portanto, a visão nesse contexto segundo os autores (p.31) é "pensar em mostrar a esses estudantes a Ciência e seu desenvolvimento como parte de um processo histórico, que é produto da vida social e que leva a marca cultural de sua época."

Conforme Mezalira e Pansera-de-Araújo (2007), em estudo realizado com estudantes em formação inicial em Biologia, visando investigar as implicações sociais e éticas da ciência dos sistemas sanguíneos ABO e fator Rh de seres humanos, a imunogenética deve ser discutida sob o ponto de vista da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) em decorrência do conhecimento existente nessa tríade ter relações com o cotidiano das pessoas, as quais precisam compreender o funcionamento, o conhecimento científico e as implicações sociais envolvidas na doação de sangue. Além disso, alertam que é preciso ter alguns cuidados e que a ética pode apontar alguns mecanismos de controle para que as pessoas não corram riscos no que se refere à eritroblastose fetal e doações de sangue.

Por fim, o terceiro problema se refere à confusão conceitual entre genótipo e fenótipo, que embora tenham uma relação não se tratam da mesma representação genética.

Goldbach e Macedo (2007, p.10), ao analisarem trabalhos com a temática Genética-Hereditariedade, esboçaram um conjunto de dicas e subsídios para diminuir a abordagem fragmentada da "genética escolar". Dentre os citados, afirmam

que “outro caminho integrador relaciona-se a procura de exemplos didáticos que favoreçam a associação entre genótipo e fenótipo, captando os processos moleculares e bioquímicos diretamente vinculados a eles.”

Nessa ótica, analisamos que a confusão conceitual referente aos dois termos associados aos dois sistemas, como também, ao nosso ver, a outros conteúdos, possa ser solucionada com um modelo didático produzido de modo que tenha correspondência com a proposta da autora supracitada. Logo, entendemos a necessidade de que estudantes em formação inicial e professores formadores busquem aprofundar os conhecimentos biológicos para evitar reducionismos na explicação dos conteúdos que queiram representar através de modelos por eles produzidos.

Na socialização do referido modelo produzido observamos que durante a abordagem dada pelos estudantes, um dos aspectos ressaltados foi que durante as suas trajetórias no ensino básico a exposição dos conteúdos sistemas ABO e Rh, pelos professores, era limitada ao genótipo e fenótipo sem qualquer articulação a nível celular. Por conseguinte, apontaram que o modelo apresentado visava sanar essa condição.

A justificativa apontada pelo grupo na confecção do **modelo A** é a possibilidade de ampliar o campo de percepção dos alunos, promovendo a interação com o assunto e aplicando os conhecimentos assimilados para fazer interpretações sobre o seu cotidiano. Assim, constituindo uma tentativa de tornar os conceitos dos dois sistemas mais assimiláveis.

Analisamos que o grupo ao fazer menção ao “campo de percepção dos alunos” assume que modelos a serem construídos devem ser pensados objetivando também corresponder a visualização de estruturas internas para o entendimento dos fenômenos. No caso considerado dos sistemas ABO e Rh, propiciar a compreensão sobre o que ocorre a nível celular de modo a estabelecer o conhecimento destes, tanto do ponto de vista imunológico quanto da genética.

No que concerne a aplicação do conhecimento do conteúdo obtido para articular com interpretações do cotidiano, ressaltamos a importância dada por Mezalira e Pansera-de-Araújo (2007), quando reafirmam sob o ponto de vista da Ciência e Tecnologia que não deve estar dissociada da Sociedade. Segundo as autoras, “é importante que as pessoas compreendam os conteúdos e conceitos

científicos para que no seu cotidiano decidam eticamente como por em prática esse conhecimento podendo interpretar, compreender e transformar a realidade.” (p.9).

Ferrari e Scheid (2006, p. 288) apontam que “a imensa maioria da população tem percepções e julgamentos sobre questões científicas influenciados unicamente por crenças e preconceitos, porque desconhecem a natureza do conhecimento científico, as formas como ele é produzido.”.

Analisamos sob esta ótica que o contexto apresentado acima tem associação com o problema epistemológico envolvido com o conteúdo do **modelo A**, sendo, portanto, o fato do grupo indicar que as disciplinas curriculares envolvidas com o ensino de genética focam no seu objeto não percebendo a associação que ocorre entre outras áreas. Assim, é apontado que a relação entre Ciência e Sociedade deve ser exposta em sala de aula de forma a conduzir os alunos a utilizarem os conhecimentos científicos para fazerem interpretações da sociedade e de sua realidade a fim de tornarem-se indivíduos conscientes das questões científicas, tecnológicas e sociais.

Nesse sentido, analisamos que a interação das disciplinas curriculares com outras áreas de conhecimento tem a sua importância, especificamente, em se tratando dos enfoques diferenciados que podem ser dados em relação aos conteúdos e que são complementares para a construção do conhecimento científico. Por outro lado, essa interação deverá envolver a compreensão sobre a Ciência e a Sociedade a fim de perceber como a realidade pode ser entendida a partir da relação estabelecida com o conhecimento científico. Nesse caso, sugerimos que nos cursos de formação inicial de professores essa interação seja contemplada por estratégias de cunho teórico e de práticas de modelagem com conteúdos de Genética que possibilitem os estudantes a entenderem a realidade atual do seu cotidiano frente aos avanços da Biotecnologia e da Genética Molecular.

De acordo com Machado (2009, p.23), “a re-inserção da realidade na atividade didática e a busca em compreender esta realidade através da modelização abrem um caminho para a diminuição do abismo entre a ciência escolar e o mundo.”

As contribuições apresentadas pelo grupo em relação às expectativas esperadas na produção do **modelo A** foram facilitar a compreensão do assunto e envolvimento dos alunos em sala de aula; discussão a respeito da relação entre genótipo e fenótipo e suas implicações; abordagem de problemas a partir dos

sistemas referidos como os decorrentes de transfusões sanguíneas entre indivíduos de sangue não compatível e promover a relação entre o tema e a realidade dos alunos.

Observamos que as contribuições do modelo produzido apontadas pelo grupo podem ser consideradas como objetivos traçados para sua utilização de modo a favorecer a aprendizagem dos conteúdos, ao mesmo tempo, constituindo-se como intenções pedagógicas. Por outro lado, o contexto dessas possíveis contribuições pode facilitar na condução do processo de modelagem por estudantes em formação inicial para minimizar lacunas e dificuldades existentes no desenvolvimento de conteúdos de genética.

Nessa proposição de estabelecer a modelagem como subsídio de enfrentamento às dificuldades e lacunas no ensino de Biologia, entendemos como sendo parte estratégica da educação científica, esta tendo um papel fundamental na aquisição de conhecimentos por parte dos estudantes, sem deixar de considerar na abordagem de conteúdos as dimensões históricas nas quais se deu a construção dos modelos científicos.

Desse modo, defendemos a idéia de que a possibilidade de atividades com modelagem nos cursos de formação inicial de professores venha acompanhada da introdução da História da Ciência, especificamente, buscando o conhecimento verdadeiro sobre os fatos, ocorrências e aspectos biológicos das descobertas associados ao tema em questão na produção dos modelos. Nesse sentido, buscando contextualizar através da história o conhecimento do conteúdo para sua compreensão, uma vez que sendo o livro didático o recurso mais utilizado pelo professor em suas práticas, foi constatado por Batisteti et al (2007) que nos livros de Ciências e Biologia analisados em seus estudos existe uma similaridade de erros históricos e conceituais, justificando que tal situação esteja relacionada a carência de fontes de consultas para os autores que produzem tal recurso didático.

Para o **modelo didático B** foi indicado como problema a não observação nos livros didáticos da explicação dos processos de transcrição do DNA de forma seqüencial e conectada.

Rotbain et al (2006), afirmam sobre a dificuldade de se ensinar como para se aprender genética utilizando-se dos trabalhos desenvolvidos por diversos autores. Dessa maneira, traçam por meio desses trabalhos algumas questões que

configuram como dificuldades apresentadas por alunos no ensino de genética, sendo indicadas resumidamente abaixo:

- Os processos de transcrição e tradução são abstratos e complexos e considerados difíceis para os alunos do ensino médio e da universidade;
- Dificuldade dos alunos na visualização das moléculas envolvidas no processo de síntese protéica (transcrição e tradução);
- Incapacidade dos estudantes em dar explicações mecanicistas dos fenômenos genéticos moleculares, uma vez que os seus entendimentos relativos às instruções genéticas contêm informações referentes à estrutura e a função das entidades biológicas nos níveis organizacionais e não são cientes da centralidade das proteínas codificadas pelos genes.

Analisamos que entre o problema apontado pelos estudantes e a abordagem dada pelos autores há uma relação implícita no tocante a buscar respostas à seguinte questão: Será que as dificuldades citadas residem no fato de que a exposição dos conteúdos referidos está sendo realizada de forma aleatória e desconectada tanto por parte dos livros didáticos quanto dos professores em suas práticas docentes?

Acreditamos que essa situação, provavelmente, possa ocorrer em virtude da ineficácia de muitas questões didáticas e epistemológicas que possam estar associadas à prática de boa parte dos professores e dos reducionismos nos livros didáticos e que não serão julgadas no contexto desse estudo. Entretanto, salientamos a necessidade de que as práticas docentes no tratamento desses conteúdos possam ser constantemente reavaliadas, inclusive, tendo no processo de modelagem uma viabilidade para o ensino. Para tanto, propomos que nesse processo estudantes e professores possam, tanto nas escolas quanto nas universidades, discutir sobre tais dificuldades a fim de possibilitar um modelo didático melhor elaborado.

A justificativa para escolha do modelo foi apresentada sob a indicação de alguns pontos vistos como problemáticos no conteúdo do livro didático em análise realizada pelo grupo em que foi percebida a descontinuidade na explicação de

transcrição, tradução e expressão; demonstração de códons como trincas separadas entre si; falta de esclarecimento de função/ação do *splicing* alternativo na explicação da transcrição e suas conseqüências sobre o conceito de gene; falta de abordagem sobre a influência do meio intracelular na determinação do *splicing* e, conseqüentemente, na estrutura final da proteína, como também sobre a complexidade do conceito de herança, tendo em vista a alteração da seqüência nucleotídica do RNAm durante o *splicing*.

Analisamos que, sob a perspectiva dos argumentos acima apontados pelo grupo, há uma relação com as questões epistemológicas indicadas, sendo estas voltadas em relação à questão da polissemia do conceito de gene; confusão no entendimento da genética e as implicações sociais acarretadas na vida dos alunos pela falta de abordagem ou esclarecimento sobre os processos de transcrição e tradução.

Com isso, afirmamos que diante dessa relação, o que se configura, provavelmente, como aspecto mais intrínseco do problema apresentado pelo grupo é a complexidade do conceito de gene. Isso pode ser explicado por conta de que, na maioria dos livros didáticos e na exposição do professor em sala de aula no ensino básico, o gene é referido apenas como unidade básica da hereditariedade, não dando uma ênfase enquanto domínios de éxons, introns, promotores e fenômenos como o *splicing*. El-hani (2005), em estudo realizado sobre o conceito de gene utilizando-se de proposições de diversos autores, faz referência a Fogle (1900) que se posiciona contra manter o conceito de genes como unidades, apresentando como proposta indicá-los como conjunto de domínios de DNA.

Partindo da idéia da ciência escolar não ter conhecimento sobre a crise do conceito central do pensamento biológico, El-Hani (2005, p. 9) afirma sobre a importância de “introduzir no ensino de biologia o reconhecimento da diversidade de conceitos de gene utilizados em diferentes áreas, atentando para a importância de delimitar os domínios de aplicação de cada conceito.”

Desse modo, consideramos que uma abordagem dessa natureza merece ser discutida na formação inicial de professores a fim de propiciar condições para que os futuros professores possam instituir práticas que conduzam ao conhecimento dessa polissemia conceitual, inclusive, propiciando atividades de modelagem que venham

minimizar ou suprir as lacunas relacionadas aos problemas apresentados pelo grupo diante dos conteúdos transcrição e tradução.

Santos e El-Hani (2007) ao analisarem o tratamento dado ao conceito de genes em 18 livros didáticos de biologia do ensino médio publicados no Brasil, afirmam que é necessário uma recontextualização didática dos debates relacionado aos genes, no nível médio e superior de ensino.

A contribuição do **modelo B** é permitir nortear o professor na resolução de questões sobre os processos referidos e os conceitos de genes e de hereditariedade; auxiliar na construção do conhecimento científico através da possibilidade do aluno relacionar o conteúdo teórico com a prática, bem como sanar possíveis erros epistemológicos relacionados aos conceitos de gene e esclarecer as visões errôneas sobre tais conceitos de gene que podem levar a uma visão determinista dos caracteres.

Entendemos que o grupo ao indicar as referidas contribuições do modelo estabelece, de certo modo, princípios que buscam permitir o desenvolvimento estratégico do professor para resolver as questões de cunho biológico, filosófico, epistemológico e pedagógico envolvidas no conteúdo transcrição e tradução.

Sendo assim, é primordial salientarmos que o grupo ao definir os problemas associados aos conteúdos, justificativa da produção do modelo e as questões epistemológicas, estabelece, aos nossos olhares, a necessidade de refletir sobre muitos aspectos limitantes no ensino de genética que trazem implicações para o ensino e aprendizagem.

Durante a socialização do modelo construído pelo grupo, observamos que as questões levantadas pelos estudantes, associadas ao problema dos conteúdos transcrição e tradução, evidenciavam aspectos relativos a experiências enquanto estudantes durante o ensino básico. Durante a apresentação, foram enfáticos em afirmar que muitos professores não faziam uso de modelos didáticos com os referidos conteúdos e que a exposição destes se dava de forma bastante resumida.

Sobre o **modelo C**, o problema indicado é a dificuldade de entendimento da estrutura tridimensional da dupla hélice de DNA pelos estudantes em sala de aula. Paiva e Martins (2005) verificaram em estudo realizado com estudantes do ensino médio que boa parte deles ainda apresentavam dificuldades na compreensão de

diversos aspectos referentes à genética e hereditariedade e a quantidade de informações sobre o tema propiciam confusão no seu entendimento.

Por sua vez, Sardinha et al (2009), em levantamento realizado com trabalhos sobre ensino de genética e temáticas afins[6] apresentados em quatro eventos nacionais de ensino de Biologia (III, IV, V e VI ENPEC' s), observaram em suas análises a fragmentação dos assuntos referentes a genética e afins nos três anos do ensino médio, como também nos livros didáticos do ensino médio. Afirmam que nestes há um considerável afastamento entre a natureza química e estrutural do DNA, restringindo-se a uma abordagem descritiva de alguns mecanismos de hereditariedade e aplicações da biotecnologia.

Em acréscimo, mencionam que:

> O ensino fragmentado também impõe lacunas a compreensão geral da atividade do DNA na célula. São comuns os problemas de localização do DNA na célula, de identificação da relação entre cromossomos, genes e DNA (e outras nomenclaturas listadas ou no vocabulário dos LD), por exemplo (SARDINHA et al, 2009, p. 3).

Vale salientar que além das questões relacionadas ao processo de transcrição e tradução, outras questões configuradas como dificuldades apresentadas por Rotbain et al (2006) em seus estudos são:

- Dificuldade dos alunos em visualizar a estrutura do DNA;
- Dificuldade de alunos para conceituação da estrutura do DNA;
- Dificuldades dos alunos do ensino médio em articular a informação genética em nível microscópico (gen/DNA) com o produto em nível macroscópico (traços);

Essas questões revelam, possivelmente, ao nosso ver, fatores intimamente associados a possibilidade de utilização de modelos no ensino de Genética, sendo, não somente com a aplicação de um material já construído, mas também na perspectiva de que as questões referidas possam ser trazidas nesse momento como modo de articular formas de compreensão atrelado às lacunas apresentadas nelas.

Por outro lado, essas questões ainda podem ser utilizadas como argumentos

[6] As autoras referem-se ao termo "Genética e afins" indicando os trabalhos nos referidos eventos que versam sobre o ensino dos seguintes temas: núcleo celular, a natureza química do DNA, os processos de divisão celular, os mecanismos relacionados a hereditariedade, a biologia molecular e as aplicações biotecnológicas do estudo da genética.

válidos e consistentes que assegurem uma discussão, levando os professores a incluírem em suas atividades a produção de novos modelos por estudantes em sala de aula. Desse modo, promovendo uma aplicabilidade em torno do suprimento das lacunas que envolvem a compreensão de conceitos e processos da genética molecular.

O grupo justificou a escolha por um modelo tridimensional visando facilitar a compreensão do aluno associando com o que é visto no livro didático em relação à estrutura. De acordo com Rotbain et al (2006), é comum no ensino de genética molecular no ensino médio o uso de modelos físicos de DNA tridimensionais, além das ilustrações presentes nos livros didáticos.

Tendo em vista a proposta do grupo em relação à produção de um modelo tridimensional e relacionando com o que aponta o autor supracitado, analisamos que o modelo socializado pelo grupo, apesar da importância do problema levantado, não apresentava nenhuma novidade em termos de abrangência a novas representações que o modelo poderia ter para explicação do tema. Ressaltamos que o grupo mencionou essa questão, justificando que o tempo reduzido, por conta de suas atividades acadêmicas, prejudicou na elaboração.

A questão epistemológica apontada pelo grupo é a falta de uma dinâmica expositiva de forma prática pelo professor no tocante ao conteúdo. Diante desse contexto, analisamos que essa dinâmica na exposição do conteúdo, pode estar envolvida, além do modo de como se utilizam determinados modelos didáticos, também relativo ao processo de elaboração no que tange o tempo considerado para tal condição. Nesse sentido, entendendo que o tempo considerado não envolve somente a duração do processo mecânico da construção material do modelo, como também a duração necessária para obter o conhecimento sobre o conteúdo que se pretende representar relacionado aos aspectos conceituais, epistemológicos e históricos fundamentados nas concepções de natureza das Ciências.

Conforme El-Hani (2006, p. 4), a aprendizagem das ciências, “não se trata somente de incluir uma abordagem dos processos de construção do conhecimento científico, mas de considerá-los no contexto histórico, filosófico e cultural em que a prática científica tem lugar.” Por sua vez, Ferreira (2006, p. 11) aponta que “[...] para entender ciência, os estudantes devem conhecer como modelos são construídos e validados.”

A contribuição apresentada pelo grupo é que o modelo produzido poderá incentivar a participação dos alunos em virtude de que as peças isoladas permitirão construir a dupla hélice, conseqüentemente, identificando as estruturas envolvidas nela.

Diante disso, analisamos que o grupo ao utilizar no ensino básico o modelo produzido pode até atingir esses objetivos. No entanto, a própria limitação do modelo permitir somente a construção da dupla hélice numa representação plana evidenciando a disposição das duas cadeias unidas por meio de suas bases nitrogenadas, reduz a representação de outros fenômenos associados à estrutura química e microscópica do DNA.

Segundo Rotbain et al (2006), estudantes nas disciplinas de biologia e química se deparam com dificuldades relacionadas a natureza abstrata de partículas a nível microscópico, como átomos e moléculas. Logo, muitos estudantes de biologia no ensino médio que não tem o conhecimento da química avançada acabam tendo dificuldade em entender as estruturas químicas, estas constantemente presentes nos livros didáticos como fórmulas químicas.

O **modelo D** tem como problema apresentado pelo grupo o excesso de termos para definir as etapas da meiose que dificulta o entendimento sobre os mecanismos de transmissão de hereditariedade e variabilidade genética.

“Na literatura educacional, muitas publicações mostram algumas barreiras conceituais comuns para ensinar os processos de divisão celular” (PAULA, 2007, p. 21)

Conforme Braga et al (2009, p. 4), o pré-requisito a ser considerado numa abordagem sobre o processo de divisão celular é a clareza na compreensão de estruturas que caracterizam o núcleo das células eucariontes, envolvendo nesse contexto a compreensão de muitos conceitos que em decorrência de sua natureza abstrata afligem muitos alunos. Nesse caso, fica explícita a necessidade do entendimento do que venham a ser os cromossomos, DNA e gene, bem como os fenômenos associados a eles.

Analisamos que o problema revelado pelo grupo tem correspondência com muitas dificuldades conceituais apresentadas por estudantes com outros conteúdos já associados aos modelos produzidos nesse estudo, uma vez que os fenômenos

envolvidos na genética têm uma relação intrínseca com a maioria dos processos biológicos moleculares.

Portanto, segundo as autoras acima, no que se refere à mitose e a meiose é comum os livros didáticos apresentarem as suas fases e subfases de forma ilustrativa e de maneira detalhada enfatizando mais o resultado do que o processo em si. Conseqüentemente, em relação à meiose esse modo de definir tal processo "limita o estabelecimento de relações cognitivas com outros temas afins levando a uma compreensão fragmentada e pouco significativa dos tópicos envolvidos" (BRAGA et al, 2009, p. 3).

Destacamos que esta consideração das autoras sinaliza uma associação com a justificativa de escolha do modelo de meiose produzido pelo grupo que tem como argumento a falta de orientação dos alunos em estabelecer as devidas relações entre a meiose e a transmissão hereditária e variabilidade genética no ensino médio chegando ao ensino superior com deficiências conceituais.

Nesse contexto, analisamos que há a necessidade de que nos cursos de formação inicial de professores, os docentes possam estar atentos a essas deficiências. Dessa forma, buscando estratégias, como a utilização ou elaboração de modelos, que envolvam desde a base conceitual e os processos moleculares, e, além disso, aspectos epistemológicos associados às questões históricas e filosóficas sobre o conteúdo que podem favorecer uma melhor compreensão.

Guimarães e Ferreira (2006, p.4) afirmam:

> sugerimos a realização de pesquisas nos cursos de licenciatura sobre a contribuição da História e da Filosofia da Ciência para o uso de modelos na formação de professores, e de modo mais geral, sobre o papel do uso de modelos na capacitação profissional dos professores de Ciências.

Salientamos ainda a possibilidade de aplicação de seqüências didáticas que visem avaliar os conhecimentos dos estudantes sobre a divisão celular, tanto na formação inicial quanto no ensino básico, no sentido de detectar possíveis lacunas para buscar solucionar parte delas, inclusive, tornando essa proposta uma atividade de pesquisa que possa contribuir com o debate no ensino de Ciências e Biologia. Conforme Paula (2007, p. 24) "Até o presente momento, poucos artigos foram publicados com proposta de aplicação de seqüências didáticas alternativas para o ensino dos processos de divisão celular e genética."

Os argumentos epistemológicos apresentados pelo grupo foram indicados através de questões básicas sobre o assunto, o que levou a entendermos, inclusive na apresentação de socialização, que se tratava da falta de conhecimento do conteúdo pelos alunos diante da dificuldade de entendimento do processo, sendo, como já destacados anteriormente, questões discutidas na literatura.

Finalmente, a contribuição apresentada em relação ao modelo produzido foi a de melhorar a compreensão dos alunos acerca do processo da meiose. Analisamos que outras contribuições poderiam ser apresentadas pelo grupo, em decorrência de que existem muitos problemas sobre o conteúdo meiose que merecem atenção, visando à promoção de um ensino menos fragmentado e mais contextualizado no tocante aos processos moleculares e sua associação com outros fenômenos biológicos.

De todo o exposto, analisamos que o procedimento de produção dos modelos tendo como base o roteiro de atividade aplicado aos estudantes, os levaram a elencar vários problemas relacionados aos conteúdos de genética. Isso implica reconhecermos que os estudantes, quando solicitados a executarem determinadas atividades que tenham um caráter analítico de materiais, como alguns dos conteúdos dos livros didáticos utilizados no início do procedimento, podem refletir e discutir questões que permeiam o ensino de Ciências e Biologia, o que irá contribuir com a sua formação docente e sua futura prática profissional.

Logo, no que tange a necessidade de incorporar atividades de modelagem com conteúdos de genética no processo de formação inicial de professores, é essencial saber que há pouca produção de trabalhos acadêmicos e relatos de experiência de professores voltados à temática na área de ensino de Ciências e Biologia. Sendo assim, os contextos de trabalhos de temas da genética com focos diferenciados desta, quando avaliados sob a condição de outras possíveis determinações pedagógicas ou de investigação, podem e devem estabelecer perspectivas de elaboração de modelos. Conforme Goldbach e Macedo (2007), em seus estudos de análises de trabalhos de cunho acadêmico apresentados nos principais eventos nacionais de ensino de Ciências e Biologia, foi observado que propostas de atividades práticas com foco na avaliação de dificuldades / desempenho de aprendizagem com temas voltados a Genética- Hereditariedade estão relacionadas a “Jogos” (22%) e “Modelos” (20%).

Afirmam ainda que os sub-temas associados a proposta de “Modelos” apresentam-se variados, sendo mais dirigidos ao processo de divisão celular (mitose e meiose, comportamento dos cromossomos e genes) e estrutura das biomoléculas relacionadas a temática (DNA, RNA, aminoácidos e proteínas).

Portanto, reconhecemos que há um leque de questões relativo ao ensino dos conteúdos de genética que necessita ser incorporado como pontos de discussão na formação de professores de Ciências e Biologia, merecendo um destaque, especificamente, voltado as questões epistemológicas e históricas que expressem configurações de perspectivas e possibilidades com processos de modelagem.

4. CONSIDERAÇÕES

"...Antes de Francisco, depois de Francisco."

(Palavras da Professora Claúdia Sepúlveda remetidas a mim durante o primeiro contato pessoal que tivemos para dialogarmos sobre a minha proposta de pesquisa em suas aulas na UEFS.)

São essas palavras que me inspiraram, em parte, a traduzir as minhas considerações que não são finais. Isso por reconhecer a tamanha importância de um pesquisador em campo que ao investigar traz consigo a inquietude de tecer possibilidades e perspectivas que seu estudo possa propiciar.

Compreendo que no "antes" do pesquisador em campo, as informações não manifestadas pelos sujeitos são apenas possíveis projeções em latência que no desdobrar dos procedimentos, com a entrada do investigador, vão se tornando realmente perceptíveis a ponto de entender quanto essencial é para a construção do "depois".

Obviamente, que a marca do "depois" não seja entendida como algo conclusivo, que se esgota e se reduz. Mas, que se complementa a visões já construídas ou a serem construídas. Portanto, o registro de minhas considerações são reflexões constituídas e mediadas pelo "antes", "durante" e "depois" que possam levar a um "começar de novo" com outras possibilidades investigativas.

No que tange aos conceitos apresentados pelos estudantes sobre os modelos didáticos e modelos científicos terem uma limitação de cunho teórico é que estabeleço ser essencial propiciar mudanças no processo da formação inicial de professores que possibilitem o conhecimento necessário sobre tais modelos para atuarem no ensino básico de maneira que também nos espaços escolares mudanças também ocorram.

Sendo assim, no que concerne a abordagem sobre os modelos científicos nos cursos de formação inicial de professores de Ciências e Biologia, é imperativo considerar alguns aspectos que, sugestivamente, venham contribuir no processo formativo, e, necessariamente, precisam ser debatidos em outras instâncias de produção do conhecimento, a exemplo de: aprofundamento sobre a natureza das

Ciências como sendo significativo para o aprofundamento teórico da formulação conceitual dos modelos científicos; introdução de bases teóricas em alguns componentes curriculares perpassando pelo papel e importância dos modelos na construção do conhecimento científico; possibilidades de atividade de modelagem situando aspectos das teorias explicativas frente aos fenômenos; discussão sobre a finalidade dos modelos enquanto transposição dos conceitos científicos; abordagem sobre a função social do ensino estimulando os estudantes na escolha dos saberes que podem ser ensinados com a prática da modelagem; constituição de técnicas e habilidades para elaboração de modelos; desenvolvimento de atividades pedagógicas e de pesquisa associados a modelos; abordagem sobre a polissemia conceitual dos modelos; exposição de informações sobre as teorias científicas e seus elementos constitutivos estabelecendo diferenças entre o realismo e anti-realismo científico.

Ressalto ainda que por reconhecer nesse estudo a importância da História das Ciências no processo de modelagem remeto que os cursos de formação inicial de professores possibilitem o reconhecimento pelos estudantes dos modelos associados às questões históricas, filosóficas e epistemológicas, instituindo práticas pedagógicas e investigativas.

Merece destacar ainda que raramente os livros didáticos fazem menção a História da Ciência e associado a isso boa parte dos professores e alunos apresentam concepções equivocadas e confusas sobre a natureza das Ciências. Dessa ótica, o trabalho docente na perspectiva de utilização de modelos deve vir acompanhado do entendimento dessas duas proposições no sentido de haver uma lógica no contexto de como foram construídos para gerar um conhecimento fundamentado em bases históricas.

Por sua vez, em se tratando dos conceitos sobre os modelos didáticos pelos estudantes e por entender a sua importância para a aprendizagem de conteúdos é de se considerar a viabilidade, em termos de possibilidades pedagógicas, da inclusão de princípios que promovam transformações no contexto da graduação. Entendemos que tais princípios, necessariamente, não sejam determinantes como soluções definitivas, porém, agregadas de valores que podem gerar concordâncias ou discordâncias, a depender de como instituições, pesquisadores, professores formadores possam reconhecer suas significações ou não. Contudo, percebendo

neles pontos de reflexão que de certo modo sirvam para o incremento de práticas no processo formativo.

Dentre esses princípios, elencamos: a possibilidade de compreensão da relação entre os modelos científicos e didáticos para melhores interpretações dos fenômenos; utilização nas práticas docentes de modelos elaborados e leitura de artigos retratando seus fundamentos pedagógicos e epistemológicos; estabelecer prática de modelagem por problematização tendo o professor o conhecimento teórico sobre o conteúdo escolhido; discussão sobre a funcionalidade e aplicabilidade dos modelos didáticos como ferramentas pedagógicas; intensificação de propostas de modelagem no ensino, pesquisa e extensão; Utilização de critérios válidos que direcionem atividades de modelagem; possibilidade de execução de modelagem com materiais alternativos e acessíveis e ressignificação de objetivos concretos e das bases pedagógicas aos processos de modelagem.

Sob a ótica da formação docente, é imperativo ainda afirmar que os resultados dessa pesquisa poderão oportunizar, aos professores formadores e licenciandos, de modo geral, de cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas, reflexões em torno da viabilidade de aplicação de modelos didáticos produzidos em atividades de modelagem nos Estágios Supervisionados em Ciências e Biologia. Com isso, abrangendo a possibilidade de atuação metodológica com modelos diversificados. Além, de permitir-lhes perspectivas de efetuarem pesquisas no contexto apresentado, embora com ênfases diferenciadas de intenção investigativa.

No contexto das questões epistemológicas e didáticas indicadas pelos estudantes, a abordagem que esteve sempre voltada as dificuldades de compreensão pelos estudantes de conceitos e processos envolvidos no ensino de Genética, passa pelo entendimento de que é provável que o papel da modelagem no ensino de Biologia constitua-se como aspecto favorável a ser incorporado nas práticas docentes, tanto na formação inicial de professores quanto na prática por professores em atividade no ensino básico. Essa condição poderá ser uma perspectiva de sanar as deficiências de caráter conceitual em relação ao conhecimento de processos biológicos.

Diante dessa situação e tendo os professores conhecimento sobre a necessidade e importância de trabalhar com conteúdos ditos “antigos” ou atuais da Genética, torna-se plausível que tenham um olhar voltado à busca de materiais ou

estratégias que possam suprir as lacunas dos livros didáticos, a exemplo da utilização ou produção de modelos.

Ainda mais, a natureza dos problemas evidenciados no ensino de Genética remete a indicação de que estudos possam ser realizados no intuito de perceber quais fatores substanciam a ausência de uma abordagem mais ampla sobre os temas atuais dessa área de conhecimento. Ainda assim, levando à investigação sobre a natureza dos materiais didáticos produzidos para o trabalho dos docentes, especificamente, na busca de entendimento sobre como os modelos didáticos com conteúdos de genética vem sendo incorporados nas práticas docentes na formação inicial e continuada e se estão adequados para a utilização em sala de aula.

Vale ressaltar que o estudo permitiu apontar sobre a necessidade de intensificar pesquisas com a temática no Brasil, uma vez que existem poucas publicações com a temática na área de ensino de Ciências e Biologia.

Outra questão a ser evidenciada são as limitações observadas no presente estudo e que merecem ser destacadas. Primeiramente, a falta de uma estratégia que possibilitasse aos estudantes uma fundamentação maior sobre os modelos a partir de leituras prévias de artigos e socialização em sala de aula antes do início da produção dos modelos, embora tenha havido uma exposição teórica do pesquisador. Em segundo lugar, a ausência de alguns estudantes em sala de aula na fase do planejamento e da produção dos modelos, que dificultou o desenvolvimento da proposta de trabalho em que há uma continuidade em uma seqüência de aulas. Por fim, o envolvimento parcial por parte de alguns estudantes na produção dos modelos evidenciado nas ausências e atrasos na aula limitou, em certa parte, as discussões de viabilidade dos modelos produzidos.

Em contrapartida, essas limitações não ocasionaram perdas do ponto de vista dos objetivos, em virtude de que estes foram alcançados, mas que são necessárias visualizá-las nessas considerações como pontos inerentes de reflexão em outras investigações a serem realizadas.

Um outro ponto é que em se tratando dos procedimentos adotados na pesquisa podem ser utilizados na busca de outros conceitos dos estudantes para a construção do conhecimento científico, principalmente, introduzindo a idéia dos cenários.

Portanto, as considerações desse estudo se incluem como propostas de contribuir com fundamentações e discussões de modo a fortalecer ainda mais as intenções de abrangência de pesquisas no ensino de Ciências e Biologia pelos professores da área.

Ainda mais dizer, da inspiração das palavras que traduziram as considerações que:

"...Depois de Francisco", o óbvio deve continuar!

5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. C. **O conceito de adaptação e a compreensão da teoria darwinista de evolução pelos formandos em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS.** Monografia de Conclusão de Curso. UEFS, 2009.

ANDRADE, B. de L. & FERRARI, N. As analogias e metáforas no ensino de Ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. **Revista Ensaio.** Volume 2, número 2, Dezembro, 2002.

BAPTISTA, G. C. S. A Importância da Reflexão sobre a Prática de Ensino para a Formação Docente Inicial em Ciências Biológicas. In: **Revista Ensaio**: Pesquisa em educação em ciências, Vol. 5, nº 2. FaE, UFMG, Belo Horizonte, MG, outubro, 2003.

BARRA, E. S. O. A realidade do mundo da Ciência: um desafio para a história, a filosofia e a educação científica. **Revista Ciência e Educação**. Volume 5. Número 1, p. 15-26, 1998.

BATISTETI, C. B. et al. Abordagem histórica do sistema de grupo sanguíneo ABO nos livros didáticos de ciências e biologia. **Anais.** VI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências – VI ENPEC, Florianópolis / SC, Novembro, 2007.

BOGDAN, R. C. & BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Porto: Editora Porto, 1994.

BORGES, A. T. Um estudo de modelos mentais. In: **Investigações em Ensino de Ciências**. Volume 2. Número 3. 1997.

BORGES, R. M. R. & LIMA, V. M. do R. Tendências contemporâneas do ensino de Biologia no Brasil. **Revista Eletrônica de Enzeñanza de las Ciências**. Volume 6. Número 1. 2007.

BRAGA, C. M. D. da S. et al. O uso de modelos no ensino da divisão celular na perspectiva da aprendizagem significativa. **Anais.** VII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências - VII ENPEC, Florianópolis / SC, Novembro, 2009.

CARVALHO, A. M. de C. Uma metodologia de pesquisa para estudar os processos de ensino e aprendizagem em sala de aula. IN: SANTOS, F. M. T. dos & GRECA, J. M. **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias.** 1ª ed. Editora Unijuí, Ijuí, 2006.

CARVALHO, A. M. P.de A pesquisa no ensino, sobre o ensino e sobre a reflexão dos professores sobre seus ensinos. In: **Educação e Pesquisa**, São Paulo. Volume.28, p.57-67, 2002.

CARVALHO, A. M. P. de & GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências.** 5ªed. Editora Cortez, São Paulo, 2001.

CASAGRANDE, G. de L. & MAESTRELLI, S.R.P. **A genética humana no livro didático.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2006.

CASTELO BRANCO, F. G. **O ensino de genética:** uma abordagem a partir dos Estudos Sociais da Ciência e da Tecnologia (ESCT). Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro de Ciências da Educação da Universidade Regional de Blumenau (FURB), Blumenau, 2005.

CAVALCANTE, D. D. & SILVA, A. de F. A. de. **Modelos didáticos e professores:** concepções de ensino-aprendizagem e experimentações. In: XIV Encontro Nacional de Ensino de Química, Curitiba, UFPR, Julho de 2008.

CHIBENI, S. N. Descartes e o realismo científico. **Reflexão**. Número 57, p.35-53, 1993.

CONCARI, S. B. As teorias e modelos na explicação científica: implicações para o ensino de Ciências. **Ciência & Educação**. Volume 7. Número 1, p.85-94, 2001.

DIEHL, A. A. & TATIM, D. C. **Pesquisa em ciências sociais aplicadas**: métodos e técnicas. Editora Pearson Prentice Hall. São Paulo. 2004.

DOMINGUINI, L. A transposição didática como intermediadora entre o conhecimento científico e o conhecimento escolar. **Revista Eletrônica de Ciências da Educação**, Campo Largo. Volume 7. Número 2, nov. 2008.

DUARTE, M. da C. Analogias na educação em ciências contributos e desafios. **Revista Investigações em Ensino de Ciências.** Volume 10. Número 1, pp. 7-29, 2005.

EL-HANI, C. N. Controvérsias sobre o conceito de gene e suas implicações para o ensino de genética. **Anais**. V Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências – V ENPEC, Bauru / SP, 2005.

EL-HANI, C. N. Notas sobre o ensino de história e filosofia da ciência na educação científica de nível superior. IN: SILVA, C. C. (org). **Estudos de história e filosofia das ciências:** subsídios para aplicação no ensino. 1° ed. Editora Livraria da Física. São Paulo. 2006.

FELIPE, A. E.; GALLARRETA, S. C. & MERINO, G. La modelización en la enseñanza de la biologia del desarrollo. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias.** Volume 4. Número 3, 2005.

FERRARI, N. & SCHEID, N. M. J. História do DNA e educação científica. IN: SILVA, C. C (org). **Estudos de história e filosofia das ciências:** subsídios para aplicação no ensino. 1° ed. Editora Livraria da Física. São Paulo. 2006.

FERRAZ, D. F. & TERRAZZAN, E. A. Uso espontâneo de analogias por professores de biologia e o uso sistematizado de analogias: que relação? **Ciência & Educação**. Volume 9. Número 2, 2003.

FERREIRA, P. F. M. & JUSTI, R. da S. Modelagem e o “Fazer Ciência”. **Revista Química Nova Escola**, Número 28, Maio 2008.

FERREIRA, L. B. M. et al. O papel dos modelos na formação de licenciandos em ciências biológicas: uma investigação do tipo professor-pesquisador. **Anais.** VI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências – VI ENPEC, Florianópolis / SC, Novembro, 2007.

FERREIRA, P. F. M. **Modelagem e suas contribuições para o ensino de Ciências:** uma análise no estudo de equilíbrio químico. Dissertação de mestrado. UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais / MG. 2006.

FERRY, A. da S. & NAGEM, R. L. Analogias & contra-analogias: uma proposta para o ensino de ciências numa perspectiva bachelardiana. **Experiências em Ensino de Ciências.** Volume 3. Número 1, pp. 7-21, 2008.

FOUREZ, G. **A construção das ciências**: introdução à filosofia e a ética das ciências. Editora UNESP. São Paulo, 1995.

GALAGOVSKY, L. & ADÚRIZ-BRAVO, A. Modelos y analogias em la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. **Revista Electrónica Enseñanza de las Ciência.** Volume 19. Número 2, 2001.

GIACÓIA, 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.

GIERE, R. N. **Usando modelos para representar a realidade**. Tradução: Walter A. Bezerra / Universidadae Federal do ABC. n: MAGNANI, L; NERSESSIAN, N. J. & THAGARD, P. Model-Based Reasoning in Scientific Discovery. (pp. 41-57). New York: Kluwer / Plenum, 1999.

GIL-PÉREZ, D. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Revista Ciência e Educação**. Volume7. Número 2, 2001.

GOLDBACH, T. & MACEDO, A. G. A. Olhares e tendências na produção acadêmica nacional envolvendo o ensino de genética e de temáticas afins: Contribuições para uma nova “genética escolar”. **Anais.** VI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências – VI ENPEC, Florianópolis / SC, Novembro, 2007.

GÓMEZ GARCÍA J.A. & INSAUSTI TUÑÓN M.J. Un modelo para la enseñanza de las ciencias: análisis de datos y resultados. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias** Volume 4. Número 3 (2005).

GONZÁLEZ, J. F. et al. Las analogías como modelo y como recurso en la enseñanza de las ciencias. **Alambique**. Número 35, p. 82-89, 2003.

GUIMARÃES, E. M. & FERREIRA, L. B. M. O uso de modelos na formação de professores de ciências. **Anais** 2º Encontro Regional Sul de Ensino de Biologia / 3º Jornada de Licenciatura em Ciências Biológicas da UFSC, Florianópolis, Novembro, 2006.

GUIMARÃES, G. M. A; ECHEVERRÍA, A. R.; MORAES, I. J. Modelos didáticos no discurso do professor de ciências. In: **Investigações em Ensino de Ciências**. Volume 11. Número 3, p. 303-322, 2006.

ISLA, S. M. & PESA, M. A. Futuros docentes y futuros investigadores se expresan sobre el Modelado en Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. Volume 23. Número 3, Setembro, 2001.

ISLAS, M.S. & PESA, M. A. Qué ideas tienen los profesores de física de nivel medio respecto al modelado? **Ciencia e Educação**. Volume 8. Número 1, p. 13-26, 2002.

ISLAS, M.S. & PESA, M. A. ¿Qué rol asignam los profesores de física de nível médio a los modelos científicos e a las actividades de modelado? **Enseñanza de las Ciencias**. Barcelona, número extra, 2003.

JUSTI, R. La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias.** Volume 24. Número 2, p.173-214, 2006.

JUSTINA, L.A.D. & FERLA, M.R. **A utilização de modelos didáticos no ensino de genética – exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto**. Arq Mudi. Maringá/PR, 2006.

KRAPAS,S.et. al. Modelos: uma análise de sentidos na literatura de pesquisa em ensino de ciências. **Revista Investigações em Ensino de Ciências.** Volume 2. Número 3. pp. 185-207, 1997.

KRASILCHIK, M. **Práticas do ensino de biologia**. São Paulo: EDUSP, 2004.

LIMA, A. de A. **O uso de modelos no ensino de química:** uma investigação acerca dos saberes construídos durante a formação inicial de professores de química da UFRN. Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal. 2007.

LOPES, A. C. **Currículo e epistemologia**. 1ª ed. Editora Unijuí, Ijuí / RS, 2007.

LOPES, A. R. C. conhecimento escolar em química - processo de mediação didática da ciência. **Revista Química Nova**, 1997.

LORENZINI, N. M. P. & ANJOS, C. R. dos, Teoria de modelos e o ensino de biologia: o diálogo entre teoria e prática. **Anais.** IX Encontro “Perspectivas do Ensino de Biologia. Campinas, São Paulo: Graf. FE, 2004.

LUDKE, M. & ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. Editora EPU. São Paulo,1986.

MACHADO, J. & VIEIRA, K. S. **Modelização no ensino de física:** contribuições em uma perspectiva bungeana. XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Curitiba. 2008.

MACHADO, J. **Modelização na formação inicial de professores de Física.** Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica. UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina / SC. 2009.

MAIA, P. F. & JUSTI, R. Contribuições de atividades de modelagem para o desenvolvimento de habilidades deinvestigação. **Anais.** VII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências - VII ENPEC, Florianópolis / SC, Novembro, 2009.

MALDANER, O. A.; ZANON, L. B.; AUTH, M.A. Pesquisa sobre educação em ciências e formação de professores. IN: SANTOS, F. M. T. dos & GRECA, J. M. **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias.** 1ª ed. Edit. Unijuí, Ijuí, 2006.

MARANDINO, M.: **A pesquisa educacional e a produção de saberes nos museus de ciência.** História, Ciências, Saúde – Manguinhos, v. 12 (suplemento), p. 161-81, 2005.

MARSULO, M. A. G. & SILVA, R. M. G. da. Os métodos científicos como possibilidade de construção do conhecimento no ensino de ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias.** Volume 4, Número 3. 2005.

MENDES, J. F. **O uso do *software Modellus* na integração entre conhecimentos teóricos e atividades experimentais de tópicos de Mecânica sob a perspectiva de aprendizagem significativa.** Dissertação de mestrado. UnB – Universidade de Brasília. Brasília/DF. 2008.

MEZALIRA, S. M. & PANSERA-DE-ARAÚJO. M. C.. A genética como foco de análise quanto ás possíveis relações CTS: reflexos sobre a formação de professores no ensino superior. **Anais.** VI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências – VI ENPEC, Florianópolis / SC, Novembro, 2007.

MINAYO, M. C. de S. (org). **Pesquisa Social**: teoria, método e criatividade. 24ª edição. Editora Vozes. Petrópolis / RJ, 1994.

MIRANDA, M. I. & RUFINO, C. S. As contribuições da pesquisa de intervenção para a prática pedagógica. **Revista Horizonte Científico**. Volume 1. p.1-20. Uberlândia/MG, 2007.

NANNI, R. Natureza do conhecimento científico e a experimentação no ensino de ciências. **Revista Eletrônica de Ciência**. São Carlos/SP, 2007.

NASCIMENTO, T. G. O discurso da divulgação científica no livro didático de ciências: características, adaptações e funções de um texto sobre clonagem. **Revista Abrapec**. Volume 5. Número 2. Maio/ Agosto, 2005.

NASCIMENTO, T. G. & ALVETTI, M. A. S. Temas científicos contemporâneos no ensino de Biologia e Física. **Revista Ciência & Ensino. V**olume 1. Númeor 1, 2006.

NÚÑEZ, I. B. & LIMA, A. de A. **O conhecimento pedagógico do conteúdo e os modelos no ensino de química:** caminhos na busca da profissionalização docente. XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ). UFRP. Curitiba/PR, Julho 2008.

OMNÉS, R. **Filosofia da Ciência Contemporânea**. Editora UNESP, São Paulo, 1996.

PAIVA, A. L. B; MARTINS, C. M. de C. Concepções prévias de alunos de terceiro ano do Ensino Médio a respeito de temas na área de Genética. **Revista Ensaio.** Volume 7. Número 3, 2005.

PAULA, S. R. de **Ensino e aprendizagem dos conceitos de divisão celular no ensino fundamental.** Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo / Instituto de Biociências, São Paulo, 2007.

PAZ, A. M. et al. Modelos e Modelizações no ensino: um estudo da cadeia alimentar. **Revista Ensaio**. Volume 8. Número 2. Dezembro, 2006.

PIETROCOLA, M. Construção e realidade: o papel do conhecimento físico no entendimento do mundo. In: PIETROCOLA, M. (org.) **Ensino de Física:** conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Editora da UFSC. Florianópolis/SC, 2001.

PINHEIRO, T. de F. et al. Modelização de variáveis: uma maneira de caracterizar o papel estruturador da Matemática no conhecimento científico. In: PIETROCOLA, M. (org.) **Ensino de Física:** conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Editora da UFSC. Florianópolis/SC, 2001.

ROTBAIN, Y; MARBACH-AD, G. & STAVY, R. Effect of Bead and Illustrations Models on High School Students' Achie in Molecular Genetics. **Journal of Research in Science Teaching** 43 (5): 500-529, 2006.

SANTOS, V. C. dos & EL-HANI, C. N. Idéias sobre genes em livros didáticos de biologia do ensino médio publicados no Brasil. **Anais.** VI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências – VI ENPEC, Florianópolis / SC, Novembro, 2007.

SARDINHA, R. et al. O que dizem os trabalhos dos anais dos encontros nacionais de pesquisa em ensino de ciências sobre ensino de genética. **Anais.** VII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências - VII ENPEC, Florianópolis / SC, Novembro, 2009.

SCHEID, N. M. J. et al. Concepção de natureza da ciência e a educação científica na formação inicial. **Anais.** VII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências - VII ENPEC, Florianópolis / SC, Novembro, 2009.

SEBATA, C. E. **Aprendendo a imaginar moléculas:** uma proposta de ensino de geometria molecular. Dissertação de mestrado. UnB – Universidade de Brasília. Brasília/DF. 2006.

SETÚVAL, F. A. R. & BEJARANO, N. R. R. Os modelos didáticos com conteúdos de genética e a sua importância na formação inicial de professores para o ensino de Ciências e Biologia. **Anais**. VII Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências / VII ENPEC, Florianópolis / SC, Novembro, 2009.

SILVA, M. R. da, Realismo e anti-realismo na Ciência: aspectos introdutórios de uma discussão sobre a natureza das teorias. **Revista Ciência e Educação**. Volume 5. Número 1. p. 7-13, 1998.

STEWART, J. & RUDOLPH, J. L. Considering the nature of scientific problems when designing science curricula. **Science Education** 85: 207-222, 2001.

VAN FRAASSEN, B. C. **A imagem científica**. Editora UNESP. São Paulo, 2007.

XAVIER, M. C. F. et al. A nova (moderna) biologia e a genética nos livros didáticos de biologia no ensino médio. **Revista Ciência e Educação.** Volume 12. Número 3, p. 275-289, 2006.

6. APÊNDICES

Apêndice 1. Modelo de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) apresentado aos licenciandos do curso de Licenciatura em Ciencias Biológicas, na disciplina EDU 355 - Docência em Ciências: saber científico / saber escolar II, da Universidade Estadual de Feira de Santana / UEFS conforme a Resolução CNS 196/96 (BRASIL, 2003).

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Eu, Francisco Antonio Rodrigues Setúval, pesquisador responsável e o pesquisador colaborador Prof. Nelson Rui Ribas Bejarano, pretendemos realizar uma pesquisa de mestrado de natureza educativa intitulada "Modelos didáticos com conteúdos de genética no ensino de Ciências", tendo como local a Universidade Estadual de Feira de Santana. O objetivo da pesquisa é analisar aspectos gerais associados aos conceitos de modelos nas Ciências e modelos didáticos, por estudantes de biologia da UEFS, a partir da produção e socialização de modelos didáticos no ensino de Ciências com conteúdos da genética. A coleta de dados se dará mediante realização de oficinas a alunos que estejam matriculados e cursando o componente curricular Docência em Ciências: saber científico / saber escolar II. As oficinas terão duração total de 12 horas, distribuídas em 3 horas semanais, num total de 04 semanas. Os procedimentos metodológicos constarão de anotações em diário de campo, produção de modelos pelos alunos com gravação em vídeo e aplicação de questionário. As gravações em vídeo serão arquivadas por um período de 05 anos e depois destruídas, ficando as mesmas sob a responsabilidade do pesquisador responsável, no LEPEB (Laboratório de Ensino, Pesquisa e Extensão em Biologia), na UESB, campus de Vitória da Conquista/BA. A análise de dados constará das transcrições dos questionários e das falas dos alunos provenientes da gravação de vídeo, como também da apreciação e análise dos diários de campo. Apenas os pesquisadores terão acesso às informações provenientes dos procedimentos utilizados, os quais serão devidamente arquivados, tendo um caráter sigiloso e confidencial. Será garantido o anonimato dos envolvidos na pesquisa desde a coleta e análise dos dados e posterior divulgação dos resultados. Diante da apresentação do que trata a nossa pesquisa, convidamos-lhe a participar conosco dando a sua contribuição no que se referem as suas informações sobre o estudo, de forma que a mesma só será realizada com o pleno consentimento de vocês alunos. A realização da pesquisa apenas só ocorrerá após o esclarecimento de seus aspectos e após reunião entre os pesquisadores, professor ministrante do componente curricular supracitado e alunos participantes. Fica determinada a livre interrupção da sua participação a qualquer momento, sem justificar a decisão, como também alterar ou mudar respostas até a publicação do estudo e que isso não o afetará em nenhum sentido. A sua participação poderá lhe oferecer riscos (emocionais, psicológicos, entre outros) conforme as perguntas apresentadas, ou desconfortos (momento das gravações em vídeos, horários indesejáveis, atividades de estudo e profissionais interrompidos para dar informações, etc.). Os benefícios da pesquisa constarão de possibilidades sobre o conhecimento pelos estudantes de biologia, professores e interessados no ensino de Ciências sobre os modelos didáticos. Os resultados da pesquisa serão tornados públicos, sendo favoráveis ou não, através da apresentação dos resultados em defesa pública de dissertação do mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências (UFBA/UEFS), nos eventos acadêmicos, publicações em revistas científicas e no local de estudo, aos sujeitos e público presente. Caso se sinta devidamente esclarecido acerca dos procedimentos da pesquisa e dos resultados esperados e estando de acordo com a sua realização, solicitamos que assine este termo de consentimento e autorização formal. Uma via fica arquivada com o pesquisador responsável e a outra, você leva para casa.

Agradeço desde já a sua colaboração. Estou à disposição para maiores esclarecimentos. Meu endereço para contato é: Universidade Estadual de Feira de Santana, Km 03, BR 116- Campus Universitário, Departamento de Educação – Feira de Santana / BA. TEL: (75) 3224-8084 / 3226-2336 / 9962-1970.

Responsável pela pesquisa: _____

Francisco Antonio Rodrigues Setúval

Pesquisador Colaborador: _____

Nelson Rui Ribas Bejarano

Sujeito participante da pesquisa:_____ Feira de Santana, _____de_____de_____

Apêndice 2. Roteiro de atividade aplicado aos licenciandos do curso de Licenciatura em Ciencias Biológicas, na disciplina EDU 355 - Docência em Ciências: saber científico / saber escolar II, da Universidade Estadual de Feira de Santana / UEFS.

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO, FILOSOFIA E HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE FEDERAL BAHIA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA

ROTEIRO - PRODUÇÃO DE MODELOS DIDÁTICOS

Dentre as necessidades formativas, apontadas por professores de biologia, em formação inicial e contínua, está a proposição de recursos didáticos visando facilitar o processo de ensino e aprendizagem (Sarmieri, Justina, 2004). O uso adequado de modelos, a efetiva abordagem construtivista, o aporte epistemológico e a seleção de conteúdos programáticos estão entrelaçados e são referenciais norteadores no ensino de ciências, numa perspectiva de construção efetiva do conhecimento científico escolar (Lorenzini, Anjos, 2004).

Krasilchick (2004) salienta que os modelos didáticos são um dos recursos mais utilizados em aulas de biologia, para mostrar objetos em três dimensões. No entanto, eles podem apresentar várias limitações, como fazer os estudantes entenderem que os modelos são simplificações do objeto real ou fases de um processo dinâmico. Para diminuir essas limitações e envolver o aluno no processo de aprendizagem, é importante que eles façam os próprios modelos.

Brandão, Acedo (2000) defendem a utilização de modelos didáticos no ensino de genética como facilitadores da compreensão da genética. De acordo com Giordan, Vecchi (1996), um modelo é uma construção, uma estrutura que pode ser utilizada como referência, uma imagem analógica que permite materializar uma idéia ou um conceito, tornados assim, diretamente assimiláveis.

PROPOSTA DE ATIVIDADE:

As citações acima extraídas do artigo "A utilização de modelos didáticos no ensino de genética - exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto", de autoria de Lourdes Aparecida Della Justina & Marcio Ricardo Ferla, remetem a uma abordagem de aspectos inerentes à construção e utilização de modelos didáticos, no ensino de ciências e biologia, que poderá contribuir na atividade a ser solicitada.

A proposta consiste da construção de um modelo didático baseado num conteúdo de genética que possam contribuir no desenvolvimento da prática docente e na aprendizagem dos alunos. Para tanto, os grupos formados deverão:

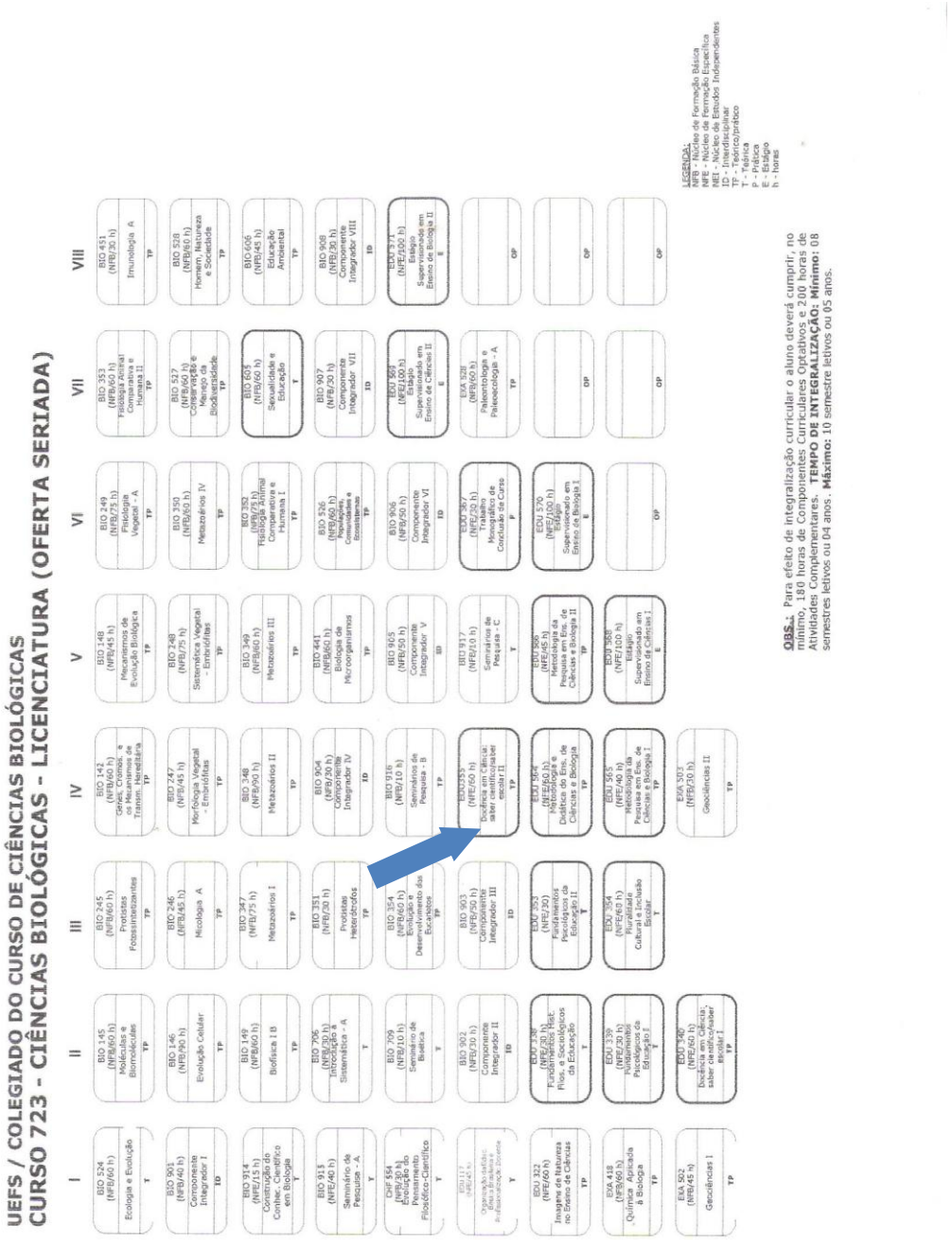
1- Indicar um conteúdo em genética trabalhado no ensino médio ou fundamental,
2- Formular um problema (exposição de uma lacuna, incoerência com saberes ou questões relacionadas a experiências anteriores, etc.)
3- estabelecer justificativa (s) de escolha do modelo (trazer argumentos que justifiquem a produção do modelo proposto),
4- apontar questões epistemológicas (entendimentos fenômenos biológicos), sociais e de aprendizagem (caráter pedagógico e / ou didático),
5- indicar possíveis contribuições dos modelos, a serem produzidos, na prática docente (relacionar as expectativas esperadas).

Após esta etapa, os grupos confeccionarão os modelos didáticos em sala de aula. Posteriormente, testarão experimentalmente os modelos construídos entre os membros de cada grupo e, em sala de aula farão uma exposição do que foi produzido, evidenciando uma discussão a partir dos itens supracitados, assim como questões referentes às observações feitas durante os testes realizados.

OBSERVAÇÃO: No momento da apresentação de cada modelo didático produzido pelos grupos deverá ser entregue uma produção escrita, na qual evidenciem questões relacionadas aos aspectos solicitados na condução do processo produtivo dos modelos, desde o momento da escolha do conteúdo até o teste dos modelos.

7. ANEXOS

Anexo 1. Fluxograma dos componentes curriculares do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Feira de Santana / UEFS. Em destaque o componente curricular EDU355 - “Docência em Ciências: saber científico / saber escolar II”..



Anexo 2. Protocolo de registro do projeto de pesquisa submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Feira de Santana (CEP/UEFS), registrado sob o Protocolo 030/10, CAAE 0029.0.059.000-10.

MINISTÉRIO DA SAÚDE
Conselho Nacional de Saúde
Comissão Nacional de Ética em Pesquisa - CONEP

PROJETO RECEBIDO NO CEP			CAAE - 0029.0.059.000-10
Projeto de Pesquisa Modelos didáticos com conteúdos de genética no ensino de Ciências.			
Área(s) Temática(s) Especial(s) Não se aplica		**Grupo**	**Fase** Não se aplica
Pesquisador Responsável			
CPF 38911736520	**Pesquisador Responsável** Francisco Antonio Rodrigues Setúval		**Assinatura**
Comitê de Ética			
Data de Entrega 04/03/2010	**Recebimento:**		**Assinatura**

Este documento deverá ser, obrigatoriamente, anexado ao Projeto de Pesquisa.

http://portal2.saude.gov.br/sisnep/cep/caae.cfm?VCOD=319245 4/3/2010

Anexo 3. Ofício do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Feira de Santana, informando a aprovação da pesquisa com os estudantes do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Feira de Santana / UEFS.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA / CEP-UEFS
Av. Universitária, S/N – Módulo I – 44.031-460 – Feira de Santana-BA
Fone: (75) 224-8124 Fax: (75) 224-8019 E-mail: cep@uefs.br

Feira de Santana, 11 de maio de 2010
Of. CEP-UEFS nº 101/2010

Senhor(a) Pesquisador(a): Profº. Francisco Antonio Rodrigues Setúval

Tenho muita satisfação em informar-lhe que o atendimento às pendências referentes ao seu Projeto de Pesquisa intitulado ***"Os modelos didáticos com conteúdos de genética no ensino de Ciências"***, registrado neste CEP sob **Protocolo N.º 030/2010, CAAE 0029.0.059.000-10**, satisfaz às exigências da *Res. 196/96*. Assim, seu projeto foi **Aprovado**, podendo ser iniciada a coleta de dados com os Sujeitos da pesquisa conforme orienta o *Cap. IX.2, alínea a – Res. 196/96.*

Na oportunidade informo que qualquer modificação feita no projeto, após aprovação pelo CEP, deverá ser imediatamente comunicada ao Comitê, conforme orienta a *Res. 196/96, Cap. IX.2, alínea b*.

Relembro que conforme instrui a *Res. 196/96, Cap. IX.2, alínea c,* Vossa Senhoria deverá enviar a este CEP relatórios anuais de atividades pertinentes ao referido projeto e um relatório final tão logo a pesquisa seja concluída.

Em nome dos membros do CEP-UEFS, desejo-lhe pleno sucesso no desenvolvimento dos trabalhos e, em tempo oportuno, um ano **(11/05/2011)** este CEP aguardará o recebimento do seu relatório.

Atenciosamente,

p/ Maria Ângela Alves do Nascimento
Coordenadora do CEP-UEFS