

DANIEL PAULI LUCENA

EVOLUÇÃO BIOLÓGICA
PELO MODO NÃO-TRADICIONAL:
como professores de ensino médio lidam com esta situação?

Bauru

2008

DANIEL PAULI LUCENA

**Evolução Biológica pelo modo não-tradicional: como
professores de ensino médio lidam com esta situação?**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências da
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita
Filho”, campus de Bauru, para obtenção do título de
Mestre em Educação para a Ciência, Área de
Concentração: Ensino de Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Alberto Gaspar

Bauru

2008

DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO
UNESP - Campus de Bauru

Lucena, Daniel Pauli.

Evolução biológica pelo modo não-tradicional:
como professores de ensino médio lidam com esta
situação? / Daniel Pauli Lucena. - Bauru, 2008.
101 f. : il.

Orientador: Alberto Gaspar

Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual
Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2008

1. Educação informal. 2. Evolução biológica.
3. Ensino de ciências. 4. Vigotski. I.
Universidade Estadual Paulista. Faculdade de
Ciências. II. Título.

DANIEL PAULI LUCENA

**Evolução Biológica pelo modo não-tradicional: como
professores de ensino médio lidam com esta situação?**

Banca Examinadora

Prof. Dr. Alberto Gaspar

Departamento de Física e Química – UNESP/Guaratinguetá

Prof. Dra. Graça Aparecida Cicillini

Faculdade de Educação – Universidade Federal de Uberlândia

Profa. Dra. Ana Maria de Andrade Caldeira

Departamento de Educação/Faculdade de Ciências – UNESP/Bauru

Bauru, 30 de setembro de 2008

Dedico este trabalho a todos aqueles que de alguma forma estiveram em meu caminho durante a minha vida estudantil, mas especialmente à minha querida mãe, Renata.

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente à minha mãe, Renata, que sempre me incentivou e acima de tudo criou condições para que eu pudesse estudar e me desenvolver, não fosse por ela eu nunca seria o que sou e tampouco chegaria aonde cheguei.

Agradeço a minha companheira Larissa, por tornar meus dias mais felizes, por transformar infortúnios em alegria, por ser paciente, compreensiva, amorosa e acima de tudo por sempre estar presente ao meu lado, inclusive nos momentos de dificuldades. Assim, ela fez com que todas as dificuldades se tornassem apenas simples incômodos, que logo passaram.

Agradeço ao meu irmão Lucas, que compartilhou comigo muitos momentos de alegria e diversão, ajudando-me a relaxar em momentos de cansaço e indisposição, me dando mais força para continuar.

Agradeço aos amigos Felipe, André e Robson, que mesmo sem entenderem ao certo o que eu pesquisava, me apoiaram e sempre foram amigos presentes, o que foi fundamental para que eu chegasse até aqui.

Agradeço aos amigos de mestrado conquistados em Bauru: Reginaldo, Lourival e Serginho, que compartilharam comigo as mesmas dificuldades na pesquisa e na profissão, e fizeram com que minhas idas a Bauru fossem menos solitárias.

Ao meu orientador, Alberto Gaspar, faço menção especial, pois aceitou o desafio de orientar alguém sem experiência na área de ensino de ciências e de uma área de formação diferente da sua, e fez despertar em mim o interesse cada vez maior pela pesquisa, além de alguma maneira contribuir para minha formação política através de debates e discussões.

Agradeço também as funcionárias da seção de pós-graduação da Faculdade de Ciências, Ana e Andressa, que sempre muito dispostas e prestativas não pouparam esforços a nos auxiliarem em nossa jornada acadêmica.

Agradeço aos professores e alunos que aceitaram participar desta pesquisa, pois sem a participação deles ela não seria possível.

Por último, deixo meu agradecimento a todos àqueles que de alguma maneira me ajudaram a chegar até aqui, independente do que tenham feito ou tenham sido, eu lhes deixo o meu muito obrigado!

RESUMO

A teoria da evolução biológica tornou-se o eixo organizador do pensamento biológico, e desde a publicação de *A Origem das Espécies* o tema tem sido amplamente discutido tanto dentro como fora dos ambientes acadêmicos. A partir do século XX, o ensino da teoria da Evolução Biológica de Charles Darwin passou a integrar os currículos da educação básica no Brasil e no mundo, e desde então muitas divergências acerca do ensino deste tema têm surgido. O uso de recursos didáticos alternativos e a educação informal em ciências podem ser uma importante ferramenta de auxílio ao professor, se bem utilizado em sala de aula, minimizando os problemas decorrentes do ensino tradicional. Os objetivos do trabalho foram os seguintes: (1) Identificar por quais meios os alunos do ensino médio de escolas públicas e particulares de São José do Rio Preto-SP aprendem ou se informam a respeito da teoria da Evolução Biológica; (2) avaliar a importância atribuída por professores à educação informal na aprendizagem da Evolução Biológica; (3) identificar se os professores de Biologia utilizam recursos e estratégias alternativas de ensino como recurso didático para ensinar a Evolução Biológica e qual a importância por eles atribuída a esses recursos; (4) verificar como os professores de Biologia se posicionam como parceiros mais capazes no ensino de Evolução Biológica. A pesquisa foi desenvolvida em duas fases: (1) Levantamento de dados sobre fontes de informação a respeito de Evolução Biológica entre alunos do ensino médio; (2) Entrevistas com professores de Biologia do ensino médio de modo a identificar como lidam com o uso de recursos alternativos e a educação informal, ambos no ensino de Evolução Biológica. As respostas dos professores foram analisadas de maneira qualitativa sob o enfoque da teoria sócio-histórica de Lev Semenovitch Vigostki. Os resultados quantitativos por nós obtidos mostraram que os alunos de ensino médio informam-se acerca da Evolução Biológica, em sua maioria, através de meios de educação informal, quando comparados com os meios da educação formal. Já a análise dos dados qualitativos das entrevistas com professores revelaram que: (a) Os professores de Biologia valorizam a questão da interatividade entre alunos e o objeto de estudo, como meio de propiciar a aprendizagem através de recursos e estratégias didáticas alternativas; (b) professores possuem uma visão ultrapassada a respeito de aprendizagem, onde se valoriza a fixação de conceitos; (c) entendem que recursos e estratégias alternativas de ensino, assim como a educação informal, geram motivação, indispensável à aprendizagem.

PALAVRAS-CHAVE: educação informal, evolução biológica, ensino de ciências, vigotski.

ABSTRACT

The evolutionary biology theory has become the organizing axis of the biological thought, and since the publication of *The Origin of the Species* the theme has been highly discussed on academic and non-academic environments. On twentieth century the evolutionary biology theory has integrated the basics education curriculum in Brazil and other parts of the world, and since then many divergent opinions has appeared about the teaching of this theme. So, the use of alternative teaching resources and strategies and informal science teaching can be an important helping tool to the teacher, if well used at classroom, helping on decreasing the problems coming from the traditional teaching. The objectives of this job were: (1) Identify by what channels the high school students of public and private schools get informed about evolutionary biology; (2) evaluate how important is the informal science teaching on the Evolutionary Biology learning, on teachers' view; (3) identify if Biology teachers use alternative didactic resources and strategies as didactic resource on the Evolutionary Biology teaching and how important are they for him; (4) verify how Biology teachers get positioned as most capable partner on the Evolutionary Biology teaching. The research was developed on two phases: (1) Data acquiring about information resources about Evolutionary Biology by high school students; (2) Biology teacher interviews, attempting to identify how they work with strategies and alternative didactic resources, and the informal education on the Evolutionary Biology teaching. The teacher's answers were analyzed on the qualitative way under the light of the social-historic Vygotsky's theory. The quantitative results showed us that the high school students get information about evolutionary biology through informal resources when in comparison to formal education resources. The teacher's answers on the interviews revealed that: (a) Biology teachers consider important the interaction between students and the subject on study as a way to learn through alternative strategies and didactic resources; (b) teacher possess an old-fashioned view about learning, because they consider important the concepts memorization; (c) teachers understand that alternative strategies and didactic resources, as informal education work as motivational components, very important on learning.

KEY-WORDS: informal education, evolutionary biology, science teaching, Vygotsky.

Sumário

CAPÍTULO 1	9
INTRODUÇÃO	9
1.1 PRIMEIRAS IDÉIAS	9
1.2 OBJETIVOS GERAIS	11
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
1.4 ALFABETIZAÇÃO EM CIÊNCIAS	12
1.5 ESTRATÉGIAS E RECURSOS DIDÁTICOS ALTERNATIVOS	20
1.6 A EDUCAÇÃO INFORMAL DE CIÊNCIAS	22
1.7 A TEORIA SÓCIO-HISTÓRICA DE LEV SEMENOVITCH VIGOTSKI	29
CAPÍTULO 2	36
A EVOLUÇÃO BIOLÓGICA NO CONTEXTO ESCOLAR	36
2.1 A EVOLUÇÃO BIOLÓGICA	36
2.2 O ENSINO DE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA NO ENSINO MÉDIO	43
2.3 O EMBATE FILOSÓFICO: CRIACIONISMO VERSUS EVOLUÇÃO BIOLÓGICA	48
CAPÍTULO 3	52
METODOLOGIA	52
3.1 A PESQUISA QUALITATIVA	52
3.2 ETAPAS DA PESQUISA	53
3.2.1 LEVANTAMENTO QUANTITATIVO	53
3.2.2 ENTREVISTAS COM PROFESSORES DE BIOLOGIA DO ENSINO MÉDIO	54
CAPÍTULO 4	58
TEORIA DA EVOLUÇÃO BIOLÓGICA: O QUE PENSAM ALUNOS E PROFESSORES	58
4.1 LEVANTAMENTO QUANTITATIVO SOBRE A EDUCAÇÃO INFORMAL EM EVOLUÇÃO BIOLÓGICA E ALUNOS DE ENSINO MÉDIO	59
4.2 ANÁLISE DAS ENTREVISTAS COM PROFESSORES	61
4.2.1 IMPORTÂNCIA ATRIBUÍDA AO USO DE RECURSOS E ESTRATÉGIAS ALTERNATIVAS NO ENSINO DE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA	61
4.2.2 IMPORTÂNCIA DA EDUCAÇÃO FORMAL EM ESPAÇOS NÃO-ESCOLARES	70
4.2.3 IMPORTÂNCIA DA EDUCAÇÃO INFORMAL	74
CAPÍTULO 5	82
CONSIDERAÇÕES FINAIS	82

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO ALUNOS	96
APÊNDICE B – ROTEIRO SEMI-ESTRUTURADO DE ENTREVISTAS	98
APÊNDICE C – TERMO DE CONSETIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	100

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 Primeiras Idéias

A idéia inicial para o desenvolvimento deste trabalho foi concebida após discussões durante o meu curso de graduação em Ciências Biológicas, especialmente nas disciplinas ditas pedagógicas, como Didática e Prática de Ensino, onde discutíamos questões relevantes sobre metodologias de ensino de Biologia e formas de abordagens de conteúdos para o ensino fundamental e médio. Daí derivaram as primeiras idéias para a elaboração de um projeto de pesquisa, onde pretendia investigar como propiciar condições diferentes de aprendizagem aos alunos, com as quais estes não se entediassem e fosse possível realmente ocorrer a aprendizagem. Foi então que veio a idéia de trabalhar com educação em espaços não-formais e com recursos alternativos de ensino. A próxima decisão foi a de escolher um assunto base de ensino de Biologia para que fosse possível investigar a temática da educação em espaços não-formais e recursos alternativos, e a escolha se deu sobre um tema atualmente considerado central no ensino de Biologia, a evolução biológica.

Trabalhos anteriores abordaram de diversas formas o ensino de evolução biológica, mas nenhum havia tido enfoque na educação informal e recursos alternativos de ensino, estando aí um primeiro argumento em favor da escolha e da validade de tal projeto de pesquisa. Ainda apresentamos como justificativas para o desenvolvimento deste trabalho os argumentos que se seguem.

O ensino da evolução biológica apresenta problemas dentro da área escolar e tem pouca importância dentro do ensino fundamental e médio. Um desses fatores é o reduzido número de trabalhos na área de educação científica sobre ensino-aprendizagem em evolução. “A evolução continua a ser uma área pouco pesquisada dentro da comunidade de educação científica” (CUMMINS, DEMASTES e HAFNER, 1994 *apud* RUDOLPH e STEWART, 1998, p. 1069).

Este fato deve-se ao grande índice de rejeição da teoria da evolução e apesar disso a “(...) comunidade de educação científica pouco tem feito para ajudar os professores a

ensinarem evolução de um modo a melhorar esta situação” (SMITH, SIEGEL e MCINERNEY, 1995, p. 23 *apud* RUDOLPH e STEWART, 1998, p.1069).

Este contexto não representa um problema somente para o ensino-aprendizagem de evolução, mas para a aceitação pública da ciência como um todo, na qual a evolução é o suspeito mais representativo. (RUDOLPH e STEWART, 1998, p. 1070)

Em 1994 o “Journal of Research in Science Teaching” publicou uma edição especial, intitulada “O ensino e aprendizagem da evolução biológica” onde estavam registrados a reduzida publicação de trabalhos na área de ensino-aprendizagem de evolução e seus conceitos relacionados até 1970 se comparados com os estudos semelhantes publicados na área de física (mecânica).

De acordo com Tidon *et al.* (2004, p. 125) 60% dos alunos admitem terem algum tipo de dificuldade na aprendizagem de evolução, e a maioria dos professores consideram os alunos imaturos ou com pouca base teórica para entender a teoria da evolução. No mesmo levantamento, quando questionados sobre quais os temas mais fáceis em evolução biológica os considerados mais fáceis foram darwinismo e lamarckismo. Mas ao responderem a três questões: 1) a evolução biológica sempre implica em melhoramento? 2) a evolução biológica tem alguma direção? 3) a evolução biológica ocorre em um indivíduo? Respostas afirmativas para essas respostas foram proferidas nas porcentagens de 34%, 48% e 41% dos casos respectivamente, o que sugere que boa parte dos professores passa a idéia de evolução biológica por meio do lamarckismo, o que mostra a necessidade de mais estudo e treinamento de professores na área de ensino-aprendizagem de evolução biológica e seus mecanismos.

Entre as principais dificuldades no ensino-aprendizagem da teoria da evolução, são os conceitos alternativos. O ensino de conceitos diferentes faz com que os estudantes entrem no curso já tendo desenvolvido explicações próprias para o fenômeno da evolução biológica e para os mecanismos a ele associados.

Estas explicações são freqüentemente incompatíveis com a teoria científica, mas pode ser muito difícil alterá-los por estarem rigidamente fixados por experiências anteriores dos alunos e pela tentativa pessoal de tentar entender o mundo. (BISHOP e ANDERSON, 1990 *apud* TIDON e LEWONTIN, 2004, p. 126)

Essas explicações errôneas para o fenômeno da evolução biológica e de seus mecanismos, muitas vezes podem ser assimilados de revistas e jornais que trazem os conceitos sobre o tema de maneira contraditória e inverídica o que causa posteriormente dificuldades na aprendizagem da teoria, pois o aluno já terá formulado conceitos e explicações próprias para o fenômeno.

Além dos problemas existentes no ensino-aprendizagem de evolução biológica, no estudo realizado por Tidon *et al.* (2004, p. 127) os professores de biologia do ensino médio da rede pública de Brasília apontaram a falta de material didático apropriado para o ensino de evolução.

No Brasil o “Programa Nacional do Livro Didático”, promovido pelo Ministério da Educação, levou a uma significativa melhora na qualidade dos livros utilizados no Ensino Fundamental (BIZZO, 2000 *apud* TIDON e LEWONTIN, 2004, p. 127).

Entretanto, o material didático utilizado no ensino médio ainda não está adequado como deveria. Espera-se que com a introdução do Programa Nacional do Livro Didático para o ensino médio comece a haver uma melhora na qualidade dos mesmos, já que o Ministério da Educação possui critérios mais rigorosos para a seleção dos livros a serem comprados pelo programa, melhora que ocorreu nos livros do ensino fundamental.

1.2 Objetivos Gerais

Este estudo tem como objetivo verificar como professores de ensino médio lidam com o uso de recursos e estratégias alternativas de ensino ao ensinarem evolução biológica, verificar como ocorre a relação entre educação informal e a formal na aprendizagem desse conteúdo e como professores do Ensino Médio se posicionam diante dessa relação. Além disso, procuramos verificar como professores do Ensino Médio se portam diante da possibilidade de se oferecer o ensino da evolução biológica ou de alguns de seus aspectos em espaços não-escolares.

1.3 Objetivos Específicos

- Identificar por quais meios os alunos do Ensino Médio de escolas públicas e particulares de São José do Rio Preto-SP aprendem ou se informam a respeito da teoria da evolução biológica, considerando veículos de divulgação científica – mídias impressas (jornais e revistas), mídia televisiva, eletrônica –, livro didático ou até mesmo a fala do professor de Biologia.

- Avaliar a importância da educação informal na aprendizagem da evolução biológica por parte desses alunos.
- Verificar se os professores de Biologia utilizam recursos e estratégias alternativas de ensino como recurso didático para ensinar a evolução biológica e qual a importância por eles atribuída a esses recursos.
- Verificar como os professores de Biologia se posicionam como parceiros mais capazes no ensino de evolução biológica, tanto do ponto de vista da motivação quanto da apresentação aos alunos dos conceitos relacionados a esse conteúdo;

1.4 Alfabetização em ciências

Para iniciarmos a abordagem do tema alfabetização em ciências, inicialmente se faz necessário a explicitação de dois conceitos: alfabetização e letramento. De acordo com Soares (2004, p. 14) o termo alfabetização está relacionado ao processo de aquisição do sistema convencional da escrita, enquanto o termo letramento está associado ao uso desse sistema em atividades de leitura e escrita e nas práticas sociais que envolvem a língua escrita. No entanto, apesar de serem processos até certo ponto distintos, há uma relação de dependência entre os dois processos para que se possa alcançar uma real difusão dos conceitos científicos. Sobre a relação entre alfabetização e letramento:

Não são processos independentes, mas interdependentes, e indissociáveis: a alfabetização desenvolve-se *no contexto de e por meio de* práticas sociais de leitura e de escrita, isto é, através de atividades de letramento, e este, por sua vez, só se pode desenvolver *no contexto da e por meio da* aprendizagem das relações fonema–grafema, isto é, em dependência da alfabetização. (SOARES, 2004, p.14)

Segundo o exposto acima não é possível que haja qualquer tipo de letramento sem que o sujeito domine as formas de leitura e escrita, ou seja, para o indivíduo poder aprender (letrar-se) em um determinado tipo de conhecimento é imprescindível a leitura e a escrita.

O surgimento do termo alfabetização em ciências vem do inglês *scientific literacy*, tradução livre de letramento científico, expressão que conforme veremos abaixo possui hoje um significado diferente de alfabetização em ciências. De acordo com Laugksch (2000) o termo *scientific literacy* foi cunhado no final dos anos 1950 por Paul Hurd ao publicar o artigo intitulado: *Scientific Literacy: its Meaning fo American Schools*. Esse artigo foi publicado em meio ao início da corrida aeroespacial entre americanos e soviéticos (os soviéticos haviam saído à frente ao terem colocado em órbita o primeiro satélite artificial da Terra, o *Sputinik*), o

que levou daí o governo americano a se conscientizar da necessidade de investir mais em ciência e tecnologia. Iniciaram-se então uma série de programas e projetos de ensino e de difusão científica entre crianças e jovens com vistas a formação massiva de cientistas, de modo a criar no país uma grande comunidade científica que estivesse a altura de superar os desafios impostos pela corrida aeroespacial com os soviéticos. Daí deriva a necessidade de se ampliar os programas e projetos de alfabetização e letramento em ciências. Laugksch sobre isso afirmou: “O ímpeto pelo interesse em alfabetização em ciências durante o final da década de 1950 parece ter sido um acordo da comunidade científica americana sobre suporte público para a ciência em resposta ao lançamento soviético do *Sputnik*.” (LAUGKSCH, 1999, p. 72).

Na literatura atual diferencia-se alfabetização em ciências de letramento científico, pois a alfabetização em ciências envolve o processo de aprendizagem dos conteúdos e conceitos científicos, de tal modo que permita ao indivíduo compreender os conceitos científicos nas suas mais diversas formas, mas isto não garante que o indivíduo faça uso desses conhecimentos no dia-a-dia e em suas práticas sociais. Por sua vez o letramento científico inclui além da aquisição dos conhecimentos acerca dos conceitos e conteúdos científicos, o uso desses conhecimentos no seu dia-a-dia como algo corriqueiro, tornando-se parte de suas práticas sociais. Sobre isso Mortimer e Santos (2001, p.107) afirmaram:

A informação científica sobre o tema envolvido é imprescindível, todavia ela não é suficiente se desejamos ir além da mera alfabetização de fatos científicos. O letramento científico e tecnológico necessário para os cidadãos é aquele que os prepara para uma mudança de atitude pessoal e para um questionamento sobre os rumos de nosso desenvolvimento científico e tecnológico.

Neste trabalho adotamos o termo *alfabetização em ciências*, por: 1) considerarmos que alfabetização científica remonta mais a um método que envolva algum tipo de tecnologia ou mecanismos para o ensino da leitura e da escrita do que propriamente ao ensino das ciências; 2) concordarmos com Krasilchik e Marandino (2004) que entendem que o termo alfabetização já se consolidou na prática social, apesar da distinção entre alfabetização e letramento. Nesse sentido, elas consideram que a alfabetização já engloba a idéia de letramento.

Da década de 1950 até hoje vários estudos e debates acerca da alfabetização em ciências foram realizados e vários deles com objetivos claros de delimitar as funções e relevâncias que o processo de alfabetização em ciências teria. Apresentaremos agora algumas das propostas de finalidades da alfabetização em ciências.

Para Chassot (2003, p.91): “a *alfabetização científica* pode ser considerada como uma das dimensões para potencializar alternativas que privilegiam uma educação mais

comprometida com a inclusão social.” Já Auler e Delizoicov (2001, p.1) afirmam que com os rápidos progressos das ciências e cada vez maior inserção dos mesmos na sociedade é necessária a democratização dos conhecimentos científicos, para que todos tenham acesso a esses progressos.

(...) o rótulo Alfabetização Científica e Tecnológica abarca um espectro bastante amplo de significados traduzidos através de expressões como popularização da ciência, divulgação científica, entendimento público da ciência e democratização da ciência. Os objetivos balizadores são diversos e difusos. Vão desde a busca de uma autêntica participação da sociedade em problemáticas vinculadas à CT, até aqueles que colocam a ACT na perspectiva de referendar e buscar o apoio da sociedade para a atual dinâmica do desenvolvimento científico-tecnológico. Em outros termos, há, por um lado, encaminhamentos mais próximos de uma perspectiva democrática e, por outro, encaminhamentos que direta ou indiretamente respaldam postulações tecnocráticas. (AULER e DELIZOICOV, 2001, p.2)

Ainda no que se refere à importância social da alfabetização em ciências, na Conferência Mundial sobre a Ciência para o século XXI, realizada em 1999 na Hungria, sob a organização e direção da UNESCO e de seu Conselho Internacional para a Ciência, declara-se:

“Para que um país esteja em condições de atender às necessidades fundamentais da sua população, o ensino das ciências e da tecnologia é um imperativo estratégico. (...) Hoje mais do que nunca é necessário fomentar e difundir a alfabetização científica em todas as culturas e em todos os setores da sociedade, (...) a fim de melhorar a participação dos cidadãos na adoção de decisões relativas à aplicação de novos conhecimentos” (DECLARAÇÃO DE BUDAPESTE, 1999, p.1).

Podemos entender a alfabetização em ciências como uma das condições básicas para o desenvolvimento do ser humano e de uma determinada nação. Assim, é de suma importância a existência de políticas públicas voltadas ao desenvolvimento do ensino das ciências, em qualquer nação.

Em 1975 o pesquisador americano Benjamin Shen (1975) propôs uma classificação com três características para a alfabetização em ciências: (I) *prática*: conhecimento técnico que auxilia uma pessoa a resolver problemas práticos, sobretudo relacionados à higiene e saúde; (II) *cívica*: conhecimento básico que permite ao cidadão atuar de maneira consciente em questões sociais e políticas; (III) *cultural*: subsídios oferecidos ao cidadão para que ele possa incrementar seu conhecimento científico em uma perspectiva cultural.

Outra definição para alfabetização em ciências foi proposta pela National Science Foundation dos Estados Unidos em 1979, na qual estão implícitos três critérios para definir uma pessoa como alfabetizada em ciências:

- 1) Compreensão da abordagem científica
- 2) Compreensão dos conceitos científicos básicos
- 3) Compreensão das questões de política científica

De acordo com Showalter (1974) a alfabetização em ciências possui sete características. De acordo com elas, uma pessoa alfabetizada em ciências:

- 1) compreende a natureza do conhecimento científico.
- 2) aplica precisamente os conceitos científicos, princípios, leis e teorias na interação com seu universo.
- 3) usa processos científicos na resolução de problemas, tomada de decisões, e ampliando seu próprio entendimento do universo.
- 4) interage com os vários aspectos do universo de uma maneira consistente com os valores que guiam a ciência.
- 5) entende e aprecia as empresas de ciência e tecnologia e a inter-relação dessas com elas mesmas e com outros aspectos da sociedade.
- 6) desenvolve uma visão de universo mais rico, satisfatório e excitante, como resultado de sua educação em ciências, e continua a estender sua educação ao longo da sua vida.
- 7) desenvolve inúmeras habilidades associadas com ciência e tecnologia. (SHOWALTER, 1974, p. 450)

Norris e Philips (2003), propõem as seguintes funções para a alfabetização em ciências:

- a) conhecimento do conteúdo científico e habilidade em distinguir ciência de não-ciência;
- b) compreensão da ciência e de suas aplicações;
- c) conhecimento do que vem a ser ciência;
- d) independência no aprendizado de ciência;
- e) habilidade para pensar cientificamente;
- f) habilidade de usar conhecimento científico na solução de problemas;
- g) conhecimento necessário para participação inteligente em questões sociais relativas à ciência;
- h) compreensão da natureza da ciência, incluindo as suas relações com a cultura;

- i) apreciação do conforto da ciência, incluindo apreciação e curiosidade por ela;
- j) conhecimento dos riscos e benefícios da ciência;
- k) habilidade para pensar criticamente sobre ciência e negociar com especialistas. (NORRIS e PHILIPS, 2003, p. 225)

Nas citações acima percebemos que há confluência de opiniões ao definir as funções da alfabetização em ciências – nelas autores ou instituições trabalham com a idéia de que a alfabetização em ciências é necessária para que os cidadãos tenham condições de atuar de maneira ativa em sua sociedade, pois a aquisição de conhecimentos básicos de ciências, de seu funcionamento e construção, dá a ele discernimento para que possa agir conscientemente em momentos em que deverá agir na tomada de decisões. A esse respeito, exemplificou Vilches *et al.* (2007, p.422):

Convém chamar a atenção sobre a influência destes “ativistas ilustrados” (“Knowledge based activists”) e da sua decisiva participação na tomada de decisões ao fazerem seus os argumentos de Carson e exigirem rigorosos controles dos efeitos do DDT, que acabaram por convencer a comunidade científica e, posteriormente, os legisladores, obrigando à sua proibição. Podemos mencionar muitos outros exemplos similares, como os relacionados com a construção de centrais nucleares e o armazenamento de resíduos radioativos; o uso dos “aerossóis” (compostos clorofluorcarbonetados), destruidores da camada de ozônio; o incremento do efeito de estufa, devido fundamentalmente à crescente emissão de CO₂, que ameaça com uma mudança climática global de conseqüências devastadoras; os alimentos manipulados geneticamente, etc.

Acerca dessas duas funções principais da alfabetização em ciências Ratcliffe & Grace (2003, p. 12) afirmaram:

Assim, se a prioridade da alfabetização for melhorar o campo de conhecimento científico, preparando novos cientistas, o enfoque curricular será centrado em conceitos científicos; se o objetivo for voltado para a formação da cidadania, o enfoque englobará a função social e o desenvolvimento de atitudes e valores.

Por esse exposto acima entendemos que ambas as prioridades devem ser adotadas pelo Estado e pelas escolas, pois são necessárias pessoas com ampla formação técnica, para que se tornem cientistas e que possam atuar em empresas e universidades, assim como são importantes àqueles que entendem a importância social da ciência, para poderem atuar como debatedores e formadores de opinião capazes de guiarem as políticas voltadas ao desenvolvimento científico.

Deve-se ressaltar ainda a importância econômica da alfabetização em ciências, pois quanto mais sujeitos alfabetizados em ciências uma sociedade possuir, maiores são as chances

de desenvolvimento científico da sociedade, o que poderá auxiliar no desenvolvimento econômico dessa sociedade, ao permitir maior gama de produtos a serem produzidos por suas indústrias, que por sua vez atingirão um público-alvo maior, gerando renda às empresas e ao governo.

Assim, compreendemos a alfabetização em ciências como parte do processo de democratização social, pois a efetiva alfabetização em ciências permitirá a participação e o engajamento dos cidadãos nas questões sociais, e, além disso, se faz importante no desenvolvimento e/ou manutenção do status econômico das nações.

O processo de alfabetização em ciências pode ocorrer em espaços formais, na escola, ou fora dela, em espaços informais de ensino, onde ela seja oferecida de maneira informal e não intencional. Desde a ampliação e dos fortes investimentos realizados pelo governo dos Estados Unidos, a partir da década de 1950, nos processos de alfabetização em ciências, as disciplinas científicas (Física, Química, Matemática e Biologia) têm recebido mais atenção na montagem dos currículos escolares americanos, fato que, a nosso ver, influenciou fortemente a montagem dos currículos escolares brasileiros, que seguiram a mesma tendência norte-americana e a mantém até os dias atuais. Nessa visão, a escola é ainda o principal espaço destinado a alfabetização em ciências e dela se espera o cumprimento desse papel, contemplando ao menos a função social da alfabetização em ciências. E segundo Santos (2007, p. 478):

Pela natureza do conhecimento científico, não se pode pensar no ensino de seus conteúdos de forma neutra, sem que se contextualize o seu caráter social, nem há como discutir a função social do conhecimento científico sem uma compreensão do seu conteúdo. (...) Isso, contudo, não tem sido a característica da educação científica na educação formal, que desde o ensino fundamental até a pós-graduação vem sendo abordada cada vez mais com fragmentação e especialização. Dessa forma, as discussões sobre educação científica muitas vezes acabam por priorizar um domínio em relação a outro.

Mas essa deficiência no ensino das ciências nas escolas brasileiras levantada por Silva não é o único ponto frágil do oferecimento da alfabetização em ciências no sistema formal de ensino. Outro problema se refere às dificuldades que escola e professores enfrentam para lidar com a rapidez do progresso científico frente a um sistema escolar burocrático, defasado e lento. Sobre a alfabetização em ciências nas escolas observou Gaspar (1993, p.38):

Entretanto, é preciso refletir se a escola, com sua estrutura institucional, seus currículos, programas e horários e, mais do que isso, seu

compromisso com a formação do técnico, profissional ou cientista, pode acompanhar o explosivo desenvolvimento científico atual. A escola tem como matéria prima o conhecimento organizado, sistematizado, o que forçosamente retarda a sua atualização, já que as conquistas da ciência e da tecnologia obviamente não acompanham a seqüência curricular. Por outro lado, a inclusão de um novo conceito ou uma nova descoberta nessa estrutura curricular exige certo tempo, não só em função de dificuldades materiais e até mesmo burocráticas, como também em razão da prudência que faz necessário esperar até que o novo conhecimento se consolide.

Outra questão importante a respeito da posição da escola frente à função social da alfabetização em ciências é que espera-se que a escola seja capaz de letrar seus alunos em ciências, para que possam adquirir alguma familiaridade com conceitos científicos básicos e saibam utilizá-los em conversas informais, textos, depoimentos, enfim, do modo que seja necessária a sua utilização. Mais que isso, que esse conhecimento possa integrar o espectro cultural do indivíduo, pois a ciência, como produto da mente humana, deve ter os seus constructos partilhados entre todas as pessoas.

Com essas perspectivas, deve-se considerar que o processo de letramento não deve ser tomado apenas com um caráter prático, no sentido de ter uma aplicação imediata, o que Shen (1975) denominou LC prático, afinal, o conhecimento científico faz parte da cultura humana e possui valor por si mesmo. Nesse sentido, pode-se considerar que muitos conteúdos científicos se justificam não pelo seu caráter prático imediato, mas pelo seu valor cultural. Contudo, não se quer com isso justificar conteúdos que aparecem como penduricalhos nos programas escolares, como classificações descontextualizadas sem qualquer significado no campo científico e vocábulos obsoletos. Há de considerar-se, ainda, que conteúdos científicos com valor cultural, quando contextualizados, passam a ter significado para os alunos. Ocorre que a forma descontextualizada como o ensino de ciências é praticado nas escolas faz com que muitos dos conceitos científicos se transformem em palavreados tomados como meros ornamentos culturais repetidos pelos alunos sem qualquer significação cultural. (SILVA, 2007, p. 481)

A afirmação de Silva sobre a importância do ensino de conceitos e termos científicos sem contextualização, não significa, a nosso ver, que se deva abandonar o ensino contextualmente correto da linguagem científica, mas sim mudar a maneira como esse ensino vem sendo feito nas escolas, em que, freqüentemente, se privilegia a simples memorização de conceitos desligados dos seus significados, o que em nada contribui para o incremento do conhecimento científico do indivíduo – nesses casos, não há a efetiva aquisição de conhecimentos científicos, portanto, neles não ocorre também alfabetização em ciências.

Sobre a mudança no processo de alfabetização em ciências, Norris e Phillips (2003) destacam ainda o excesso de discussões sobre questões sociais relacionadas à alfabetização

em ciências e pouco se fala do ensino da linguagem científica. Segundo esses autores, nem mesmo o ensino tradicional de ciências tem dado conta de preparar os estudantes para compreenderem o significado dos conceitos científicos que fazem parte dos seus currículos.

Um cidadão, para fazer uso social da ciência, precisa saber ler e interpretar as informações científicas difundidas na mídia escrita. Aprender a ler os escritos científicos significa saber usar estratégias para extrair suas informações; saber fazer inferências, compreendendo que um texto científico pode expressar diferentes idéias; compreender o papel do argumento científico na construção das teorias; reconhecer as possibilidades daquele texto, se interpretado e reinterpretado; e compreender as limitações teóricas impostas, entendendo que sua interpretação implica a não-aceitação de determinados argumentos (NORRIS & PHILLIPS, 2003, p. 235).

Parafraseando Wellington e Osborne (2001), o uso de textos científicos de jornais e revistas em sala de aula seria uma saída para sanar os problemas decorrentes do ensino defasado e ineficiente da linguagem científica. Nesse sentido, Norris e Phillips (2003) discutem as implicações da leitura desses textos para o ensino das ciências e de sua linguagem. Essa discussão nos permite inferir que, a visão desses pesquisadores, a alfabetização em ciências deve-se preocupar não só com o ensino dos vocábulos em si, mas também com a aplicação deles na leitura de textos, de gráficos e de outros recursos de comunicação que usam tais ferramentas.

Se a escola não é capaz de oferecer uma alfabetização em ciências eficiente, devemos pensar em outros modos e ambientes em que ela pode ser oferecida. É o caso dos espaços informais de ensino, como museus, centros de ciência, zoológicos, jardins botânicos e de recursos midiáticos de massa, como jornais, revistas, Internet, filmes, documentários e qualquer outro recurso capaz de atingir a população. No entanto, quanto maior a integração entre escola e os meios e espaços informais, mais rico será o aprendizado em ciências, pois ele poderá desfrutar das qualidades de ambos os modos de ensino. Como afirmam Krapas e Rebello (2001, p.84):

(...) entendemos que o debate sobre a relação museu/escola poderá também propiciar a discussão sobre os limites da educação formal, questionando a eficácia dos recursos empregados pelas escolas, que priorizam a racionalidade da palavra e dos enunciados em detrimento do objeto.

Assim entendemos que a escola deve também ter, entre suas funções, oferecer a seus alunos a alfabetização em ciências, pois é a instituição que possui maior alcance entre a população jovem. No entanto, não se pode ignorar a importância de outros órgãos e

instituições que também devem responsabilizar-se pela alfabetização em ciências, como a mídia impressa, eletrônica e televisiva, bem como museus e centros de ciências.

1.5 Estratégias e Recursos Didáticos Alternativos

O ensino das ciências nas escolas brasileiras é marcado pelo modelo didático tradicional, em que os recursos didáticos e as estratégias de ensino utilizadas são basicamente a aula expositiva e o uso do livro didático.

O Modelo Didático Tradicional é caracterizado por concepções de ensino como uma transmissão/transferência de conhecimentos, por uma aprendizagem receptiva e por um conhecimento absolutista e racionalista. Destas deriva uma prática profissional que concebe os conteúdos de sala de aula como reprodução simplificada do conhecimento científico ‘verdadeiro’, transmitido verbalmente pelo professor (metodologias transmissivas), por um currículo fechado e organizado de acordo com uma lógica disciplinar e por uma avaliação classificatória e sancionadora. (KRUGER, 2003, p. 71)

A atual situação da educação brasileira é sabidamente deficiente, principalmente quando comparada a outros sistemas educacionais existentes no mundo. Os dados obtidos pelo exame internacional PISA¹ colocam o Brasil quase sempre entre os últimos lugares dentre todos os participantes, o que mostra que o atual sistema vigente contém falhas e necessita de mudanças, o que nos leva a crer que o modelo didático tradicional necessita de revisão em sua aplicação no Brasil.

Já nos referimos às dificuldades decorrentes desse modelo, que na maioria das vezes não valoriza a aprendizagem e sim a memorização de conceitos e não garante a aprendizagem de seus significados, a nosso ver condição fundamental para a aprendizagem dos conceitos científicos. Assim, acreditamos ser essencial que o professor utilize estratégias e recursos didáticos alternativos, ou seja, instrumentos diferentes daqueles por eles usados no ensino tradicional. Incluem-se nesse grupo o uso de vídeos, a apresentação de seminários e promoção de debates, a leitura de textos de jornais e revistas, a realização de experimentos, o estímulo ao acesso à Internet e todo e qualquer outro recurso ou estratégia alternativa ao tradicional. O

¹ PISA – “Program for International Student Assessment” é um programa de avaliação comparada sobre o letramento dos estudantes de 15 anos no que se refere à conhecimentos em matemática, leitura e ciências. O exame é aplicado pela OCDE (Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento) de três em três anos nos países participantes, atualmente são 57. No último exame, aplicado em 2006, o Brasil ficou em 52º em matemática, e 48º em leitura.

PCN + (BRASIL, 2002) recomenda aos professores o uso de estratégias de ensino diferentes daquelas ligadas ao ensino tradicional, como a promoção de debates, jogos, seminários, estudos do meio, realização de experimentos e simulações. De acordo com este documento o uso de estratégias alternativas é importante porque:

O processo ensino-aprendizagem é bilateral, dinâmico e coletivo, portanto, é necessário que se estabeleçam parcerias entre o professor e os alunos e dos alunos entre si. Diversas são as estratégias que propiciam a instalação de uma relação dialógica em sala de aula e, entre elas, podemos destacar algumas que, pelas características, podem ser privilegiadas no ensino da Biologia. (BRASIL, 2002, p.55)

A citação acima sugere que estratégias alternativas de ensino podem motivar os alunos o que, como vamos apresentar em fundamentação pedagógica deste trabalho, é condição essencial à aprendizagem, estratégia predominante na educação informal, e que pode ser usada também na educação formal. De acordo com a estratégia escolhida acreditamos que o professor possa motivar a aprendizagem e obter bons resultados.

Assim, o uso de estratégias e recursos didáticos alternativos se justifica também para o ensino da evolução biológica – além de ser um assunto controvertido e complexo, acreditamos ser importante que o professor se disponha a buscar alternativas didáticas para contemplar o ensino deste conceito, que acreditamos ser o eixo integrador das Ciências Biológicas.

Não pretendemos condenar as estratégias tradicionais de ensino, mas apresentar uma reflexão a respeito da utilização de recursos e estratégias diferenciadas, de acordo com o tema e a necessidade de abordagem de cada conteúdo. A esse respeito afirmou Amaral: “Portanto, a escolha de uma determinada abordagem de um conteúdo, da técnica de ensino a ser adotada e do papel a ser por ela desempenhado, devem estar subordinados ao direcionamento embutido nos objetivos educacionais.” (AMARAL, 2006, p.4).

Assim, parece-nos relevante que os cursos de formação de professores, tanto licenciaturas como cursos de formação continuada, promovam atividades no sentido de propiciar ao professor subsídios teóricos para decidir a metodologia mais adequada no momento de planejar suas aulas e então fazer as melhores escolhas em relação, por exemplo, ao tipo de estratégia e aos recursos didáticos a serem nelas utilizados.

1.6 A Educação Informal de Ciências

Não existe consenso na literatura especializada sobre os conceitos de educação formal, não-formal e informal e se existem apenas essas três formas de educação; segundo alguns autores elas não se limitam a essas três. Essas variações devem-se aos critérios utilizados por cada autor para limitar e definir cada conceito. Colley *et al.*(2002) em sua revisão sobre o assunto apresentou os diversos tipos de educação apresentados por diversos autores, em que cada um aborda diferentes critérios definidores para educação formal, não-formal e informal. A tabela abaixo traz os critérios de diferenciação para educação formal e informal encontrados por Colley *et al* (2002) em seu trabalho de revisão.

Tabela 1: Critérios de diferenciação de educação formal e informal

Formal	Informal
Professor como autoridade	Sem professor envolvido
Premissas Educacionais	Premissas não-educacionais
Controle do professor	Controle do sujeito
Planejado e estruturado	Orgânico e desenvolvido
Avaliado	Sem avaliação
Objetivos determinado externamente/resultados	Objetivos determinados internamente
Interesses de grupos poderosos e dominantes	Interesses de grupos oprimidos
Aberto a todos os grupos, de acordo com os critérios publicados	Preserva a desigualdade e o patrocínio
Conhecimento proposital	Conhecimento prático
Status elevado	Status reduzido
Educação	Não educação
Resultados avaliados	Resultados imprecisos e não mensuráveis
Aprendizagem predominantemente individual	Aprendizagem predominantemente coletiva
Aprender para preservar o <i>status quo</i>	Aprendizagem para resistência e aumento de capacidade
Pedagogia da transmissão e controle	Centrado no sujeito, pedagogia da negociação
Aprendizagem mediada por agentes de autoridade	Aprendizagem mediada através do sujeito em aprendizado
Tempo limitado e pré-determinado	Sem tempo definido
Aprendizagem é o objetivo principal	Aprendizagem é objetivo secundário ou é implícito
Aprendizagem é aplicável em vários contextos	Aprendizagem em contexto específico

Segundo o autor, não há na tabela acima a distinção também da educação não-formal, pois esta surge da integração de elementos da educação formal e informal. Além disso, dos vários critérios acima colocados, vários são imprecisos ou vagos para permitirem uma diferenciação precisa, mesmo porque alguns não se aplicam ao ensino de ciências. Mas dentre esses, podemos considerar como critérios de diferenciação entre educação formal e informal em ciências, por exemplo (COLLEY *et al.*, 2002):

- 1) **Envolvimento do professor** – atividades de educação informal requerem uma autonomia do aluno durante o aprendizado
- 2) **Controle da atividade** – atividades informais requerem a informalidade na condução dos processos, ou seja, depende exclusivamente da vontade do indivíduo aprender ou não. Já na educação formal é o professor quem dita o ritmo e o conteúdo da aprendizagem, influenciando a decisão do indivíduo em aprender.
- 3) **Avaliação** – A educação informal não requer nenhum tipo de avaliação nem no conteúdo do que é apresentado e nem aos sujeitos em aprendizado.
- 4) **Determinação dos objetivos** – na educação formal existe um currículo elaborado por pessoas externas a condição de sujeitos em aprendizagem, que determinam quais serão os objetivos da aprendizagem. Já na educação informal quem escolhe o que e como aprender é o próprio indivíduo em aprendizagem.
- 5) **Status social** – o reconhecimento social atribuído a educação formal é muito maior que o da educação informal, pois existem meios de se comprovar a aprendizagem através de títulos e diplomas oferecidos por instituições reconhecidas e acreditadas por órgãos do Estado, o que não ocorre com a educação informal.

Na literatura especializada encontram-se algumas definições a respeito dos tipos de educação existentes. A seguir apresentamos algumas categorizações existentes.

De acordo com Dib (1988) existem ao menos três sistemas educacionais: (I) *educação formal*: educação com rígidas regras burocráticas, que oferece graus, diplomas e é ligada ao sistema oficial de ensino mantido e regulado pelo Estado; (II) *educação não-formal*: cursos oferecidos por entes públicos ou particulares, que possuem sua estrutura burocrática de funcionamento, mas não estão ligadas a nenhum sistema oficial de ensino; (III) *educação informal*: educação que ocorre no dia-a-dia, sem locação formal, controle oficial ou burocrático e público específico. Pode ser oferecida a todo tipo de público por qualquer meio

(rádio, televisão, jornais, revistas, Internet, etc.) em qualquer ambiente (museus, jardins botânicos, zoológicos, planetários, centros de ciências, etc.).

Já o *Handbook for Non-Formal Education Management Information System* (NFE-MIS), publicado pela Organização das Nações Unidas para Educação e Cultura (UNESCO) (CONNAL, 2005, p. M1-4) adota a seguinte forma de distinção entre as formas de aprendizagem existentes:

- 1) **Aprendizagem ao acaso** – aprendizagem não intencional ocorrendo a qualquer momento, em qualquer lugar, durante toda a vida.
- 2) **Aprendizagem informal** – é intencional, mas menos organizada e menos estruturada, e pode ainda incluir, por exemplo, momentos de aprendizagem que ocorrem na família, no local de trabalho, não dia-a-dia de todas as pessoas, orientada por ela mesma, pela família ou pela sociedade.
- 3) **Educação não-formal** – qualquer atividade educacional organizada e mantida que não corresponda exatamente a definição de educação formal. A educação não-formal pode ocupar lugar dentro e fora de instituições educacionais e atingir pessoas de todas as idades. Dependendo do contexto do país, ela pode cobrir programas educacionais de alfabetização de jovens e adultos, educação básica para crianças fora da escola, competências para o trabalho e cultura geral. Programas de educação não-formal não necessariamente seguem necessariamente um sistema e podem ter durações diferentes.
- 4) **Educação formal** – é a educação oferecida pelo sistema escolar, colégios, universidades e outras instituições formais de ensino que normalmente constituem uma “escada” contínua de educação em tempo integral para crianças e jovens, geralmente começando entre cinco e sete anos de idade e continuando até os vinte ou vinte e cinco anos de idade.

Segundo Araújo, Caluzi e Caldeira (2007, p.24) essas definições de aprendizagem ao acaso e aprendizagem informal assemelham-se àquelas encontradas na literatura, ou seja, é aquela que ocorre de maneira espontânea, transmitida pela família, no convívio com os amigos, em cinemas, teatros, leitura de jornais e revistas.

Um ponto importante na questão da diferenciação entre educação não-formal, aprendizagem ao acaso e aprendizagem informal reside na temática da intencionalidade do processo. A educação não-formal ocorre fora do ambiente institucional escolar e em momentos em que há clara intenção de ensinar, por exemplo, um curso de línguas faz parte da

educação não-formal, pois não é oficial, mas nele há a intenção de se ensinar algo e avaliar esse ensino. Já a aprendizagem informal ocorre em espaços informais (casa, cinema, museus, lojas, etc.) eventualmente com alguma intenção de se ensinar algo – é o caso de uma conversa de família sobre prevenção contra DST's. A aprendizagem ao acaso ocorre em momentos e lugares imprevistos, sem preparo prévio e intenção de ensinar. Sobre essa diferenciação:

Na educação não-formal, os espaços educativos localizam-se em territórios que acompanham as trajetórias de vida dos grupos e indivíduos, fora das escolas, em locais informais, locais onde há processos interativos intencionais (a questão da intencionalidade é um elemento importante de diferenciação). Já a educação informal tem seus espaços educativos demarcados por referências de nacionalidade, localidade, idade, sexo, religião, etnia etc. A casa onde se mora, a rua, o bairro, o condomínio, o clube que se frequenta, a igreja ou o local de culto a que se vincula sua crença religiosa, o local onde se nasceu, etc. (GOHN, 2006, p. 29)

No entanto, de acordo com Araújo, Caluzi e Caldeira (2007, p. 26) a educação – e a aprendizagem – informal também possuem intencionalidade, apesar de, na maioria dos casos, essa intencionalidade não seja tão explícita como nas outras modalidades de educação.

Podemos ainda entender que a educação informal pode ocorrer dentro de um espaço escolar, espaço formal. É o que ocorre quando ao aluno são apresentados cartazes informativos (no corredor do colégio, por exemplo), são oferecidas revistas para leitura nos intervalos das aulas ou alguma apresentação cultural, enfim, quando ele puder ter contato com objetos e situações que não estejam imbuídas da intenção clara de ensinar. Do mesmo modo, pode ocorrer o oposto: é o caso da visita de uma turma acompanhada do professor a um zoológico, por exemplo, que é um espaço não-escolar, em que o professor pede aos alunos um relatório classificando os reinos, filos e classes de um determinado número de espécies animais encontradas naquele ambiente. Neste caso, mesmo estando em espaço não-formal, ocorreu educação formal, pois havia a intencionalidade do ato de ensinar e de avaliar, por meio da elaboração do relatório e da orientação e auxílio do professor no desenvolvimento da visita.

Para este trabalho adotaremos como referência a proposta de classificação apresentada no *Handbook for Non-Formal Education Management Information System* (NFE-MIS) da UNESCO, por apresentar um caráter mais abrangente ao incluir a aprendizagem ao acaso separadamente da aprendizagem informal, pois assim ressaltamos a importância da intencionalidade no processo educativo.

Historicamente, a educação informal de ciências tem ocorrido principalmente em museus ou outras instituições semelhantes, tais como aquários, zoológicos, centros de ciências, jardins botânicos, planetários e outros. Mas as transformações tecnológicas pelas quais o mundo tem passado, principalmente a partir da segunda metade do século XX, ampliaram os locais e as formas de se obter qualquer tipo de informação, inclusive científica, o que faz com que os indivíduos aproximem-se cada vez mais das ciências. No entanto, o simples acesso às informações não garante o aprendizado dos conceitos científicos; é necessária uma política educacional voltada para esse tipo de educação além de pesquisas sobre como ocorre a aprendizagem por esses meios informais de educação. Para afirmar a importância da educação informal em ciências a National Science Teacher Association (NSTA) dos Estados Unidos publicou: “A educação informal em ciências desempenha um importante papel no engajamento de estudantes em experiências que diferem da educação formal.” (NATIONAL SCIENCE TEACHERS ASSOCIATION, 1998).

É consenso no meio acadêmico que a aprendizagem em ciências não ocorre e nem se desenvolve em uma única experiência. A aprendizagem em geral, e em particular a aprendizagem em ciências, é fruto de um processo cumulativo que emerge das experiências humanas, incluindo mas não limitando, museus e escolas; enquanto assistem televisão, lêem o jornal, conversam com amigos e familiares; e o que vem aumentando de maneira significativa, através de interações com a Internet. (DIERKING, et al. 2003, p. 109)

Não se pode ignorar o fato de que indivíduos vivendo em coletividade aprendem conceitos científicos por meio da educação informal, e que esta contribui para a composição da bagagem de conhecimento desses indivíduos. Assim, é importante refletir sobre o papel das atividades de educação informal para o processo de aprendizagem de conceitos científicos.

Crianças passam dois terços de suas vidas fora da escola formal, e educadores ainda tendem a ignorar, ou ao menos, fazer pouco caso da influência crucial que as experiências fora da escola exercem sobre o conhecimento e a aprendizagem dos alunos, além da influência sobre suas crenças, atitudes e motivação para aprenderem. (BRAUND et al., 2004, p.2)

De acordo com Falk, Martin, & Balling (1978) a novidade de novos ambientes pode estimular a curiosidade e comportamentos exploratórios, fatores indispensáveis para a ocorrência da aprendizagem, já que, na opinião desses pesquisadores, quando há curiosidade há motivação para a descoberta, facilitando assim a ocorrência da aprendizagem.

A respeito do ensino informal de ciências:

Há múltiplas oportunidades de aprendizagem que podem atingir o gosto e o interesse de grande parte dos estudantes. A flexibilidade e a falta de rigidez permite aos alunos investigarem e atingirem os seus interesses. Para estudantes que contam com a incongruência social de um sistema educacional que é baseado em sistemas de valores não-familiares, ele [o ensino informal] pode propiciar a liberdade para se aprender por caminhos mais confortáveis. (JONES, 1997, p. 664)

Alguns pesquisadores acreditam que o surgimento da motivação para a aprendizagem em ambientes informais de ensino pode levar a um despertar para a aprendizagem também no ensino formal, pois não se aprende todo o contexto de um determinado objeto da ciência em uma exposição ou revista, então a escola e o professor surgem como sujeitos capazes de ampliarem o conhecimento do aprendiz sobre o assunto. A respeito afirmou Jones (1997, p.664):

Há grande reconhecimento que um dos constituintes do processo de reforma da educação em ciências deve ser o esforço em tornar o estudo das ciências acessíveis a mais pessoas. Assim como procuramos caminhos para incentivar crianças com as mais variadas bagagens culturais a enxergarem a relevância da ciência, está claro que a educação formal não pode ser a única maneira de se alcançar este objetivo. Espaços informais possuem grandes possibilidades como mecanismo para alavancar o interesse pelas aulas de ciências.

Autores mais críticos acerca dos resultados obtidos na educação formal, afirmam que o modelo atual de ensino, baseado apenas no modelo formal, está desatualizado e é ineficiente ao cumprir sua função para o ensino ciências, conforme disseram Millar e Osborne:

Muitos professores de Ciências no Reino Unido e em outros países concordam que o atual currículo (especialmente dos 14 -16 anos) é desinteressante, irrelevante e desatualizado; foi elaborado para formar uma minoria de futuros cientistas, e não para formar uma maioria de indivíduos capazes de compreender a ciência, o racionalismo e a linguagem que será necessário para a formação de cidadãos engajados no século 21. (MILLAR & OSBORNE, 1998, p.102).

Outro aspecto importante no que se refere à educação informal em ciências tratado processo de difusão do conhecimento científico entre as pessoas. Segundo Bueno (1984, p.14) há dois níveis de difusão científica, classificados de acordo com o público-alvo e o tipo de linguagem utilizada na comunicação. Segundo esses critérios, o primeiro nível é a disseminação científica, com linguagem voltada para um público de especialistas e a finalidade de comunicar as últimas descobertas de cada campo das ciências. O segundo nível é o da divulgação científica, com linguagem em que prevalecem termos mais simples e menos específicos, voltada ao público leigo.

Essa breve discussão acerca das funções da difusão científica é importante, pois em muitos casos essa difusão se faz por meios de comunicação de massa – revistas, jornais, filmes, documentários e programas de televisão –, que devem responsabilizar-se pelo conteúdo que divulgam, já que esses meios acabam atuando com instrumentos de alfabetização em ciências.

Além disso, afirmaram Dierking *et al.* que:

Na última década, a pesquisa em ciências sociais e naturais tem demonstrado que a aprendizagem é fortemente influenciada pelos conhecimentos e experiências prévias dos sujeitos, interesse e motivações, criando as expectativas que as pessoas têm em uma situação de aprendizado. (...) Dados recentes têm sugerido que a maior parte da aprendizagem está mais relacionada com a consolidação e reforço do conhecimento prévio do que com a criação de estruturas de conhecimento totalmente novas. Pesquisas no campo das neurociências também demonstram a importância da motivação, interesse e emoções no processo de aprendizagem, sugerindo que quando pessoas estão interessadas e curiosas sobre algo, há grande possibilidade de que eles dêem seqüência àquele sentimento com ação, resultando em aprendizagem significativa. (DIERKING *et al.*, 2003, p. 110)

Ainda sobre a aprendizagem por meios informais de ensino, Falk e Dierking (2000) propuseram um Modelo Contextual de Aprendizagem envolvendo três contextos sobrepostos: pessoal, sociocultural e físico. Os sujeitos que estão em contato com meios informais de ensino são entendidos como estando ativamente engajados na construção e reconstrução destes contextos.

De acordo com Mike Bruton (*apud* ROSENFELD, 2005) do MTN ScienCentres, na África do Sul² a educação informal é uma ótima saída para o estudo das ciências “pois não há nada melhor do que crianças e jovens serem inventores de seus próprios brinquedos. Há um grande valor educacional em brinquedos, jogos e atividades científicas”. Ainda sobre isso afirmou Bruton: “Descobrimos que a ciência e a tecnologia nos ajudam a contar histórias, interessa a todos os grupos e gêneros, promove interatividade e é de relevância no cotidiano das pessoas. Ajuda ainda, desde a cidade até o campo.”

Sobre a educação informal em ciências, há críticas a considerar. Em Michael Shortland (1987) em um artigo no editorial da revista *Nature* criticou duramente os modelos de ensino de ciências em ambientes informais como os museus de ciências. Já La Follete

² De acordo com Bruton (2005), a África do Sul possui tradição em Centros de Ciências e inventividade. Vários inventos úteis à humanidade foram desenvolvidos graças a curiosidade despertada pela ciência em Centros de Ciências, dentre eles ele cita o aspirador de piscinas, por exemplo.

(1983) critica a superficialidade e os erros constantes dos materiais de divulgação científica da mídia impressa, que trariam prejuízos a aprendizagem dos conceitos científicos.

Essa visão negativa acerca dos meios informais pode ser atenuada pela busca de novas formas de apresentar exposições, uma tendência que se acentuou na última década os centros e os museus de ciências. As exposições que costumavam ser apenas “mostradores de objetos”, “maravilhas da ciência” e “cabines de curiosidades” estão agora sobre escrutínio e crítica. Uma nova geração de museus e centros de ciência está emergindo (JANOUSEK, 2000; KOSTER, 1999). Eles representam o paradigma de mudança de “objetos em caixas de vidro” para uma ênfase maior no envolvimento, atividade e idéias. (BEETLESTONE *et al.*, 1998; FARMELO, 1997; WELLINGTON, 1998).

Mas nenhuma dessas iniciativas nem formulações opinativas e empíricas pode substituir uma formulação teórico-pedagógica que proponha um modelo coerente do processo de ensino e aprendizagem baseado na estrutura do cérebro humano, na forma como nele se processam informações, como surge o pensamento, fruto, sobretudo, de interações sociais, característica básica do ensino informal. É essa teoria que apresentamos a seguir.

1.7 A Teoria Sócio-histórica de Lev Semenovitch Vigotski

O referencial teórico para justificar a possibilidade e a viabilidade da aprendizagem de ciências em ambientes informais adotado neste trabalho é a teoria sócio-histórica de Vigotski. Para este trabalho, além de uma idéia inicial sobre essa teoria, nos pareceu suficiente a interação entre conceitos espontâneos e científicos, sobre a qual discorreremos brevemente mais adiante.

De acordo com Gaspar (1993) segundo a teoria de Vigotski o processo de formação do pensamento ocorre do inter para o intrapsíquico, ou seja, da interação social para a sua interiorização no indivíduo, basicamente, por meio da interiorização da fala. Nota-se daí a importância das interações sociais para o aprendizado, já que isoladamente o processo de formação do pensamento, segundo Vigotski, é impossível.

Para Vigotski, a formação do pensamento que resulta na aprendizagem consiste em uma ação sociocultural mediada pela fala, em que a interação social propicia o desenvolvimento cognitivo – a interação do sujeito com outros indivíduos que detém

determinados conhecimentos científicos, por exemplo, possibilita a ele a aquisição desses conhecimentos. A ação cultural, entretanto, por si só não explica o mecanismo de desenvolvimento que resulta na formação de conceitos no adolescente. É necessário compreender as relações intrínsecas entre as tarefas externas e a dinâmica do seu desenvolvimento cognitivo. Para Vigotski, a formação de conceitos é

"uma função do crescimento social e cultural global do adolescente, que afeta não apenas o conteúdo, mas também o método do seu raciocínio. O novo e significativo uso da palavra, a sua utilização como um meio para a formação de conceitos, é a causa psicológica imediata da transformação radical porque passa o processo intelectual no limiar da adolescência" (VIGOTSKI, 1993, p. 145)

No que se refere à aprendizagem de conceitos na infância, Vigotski estudou a relação entre conceitos espontâneos e conceitos científicos. Por essa terminologia, inicialmente proposta por Jean Piaget, conceitos espontâneos são aqueles adquiridos informalmente pelo indivíduo por meio de experiências do cotidiano; conceitos científicos são aqueles adquiridos pelos indivíduos por meio da aprendizagem formal, na da sala de aula. Por essa razão, segundo Vigotski, o desenvolvimento cognitivo desses dois tipos de conceitos segue caminhos diferentes na mente da criança, Para Vigotski: "Cabe demonstrar que os conceitos científicos não se desenvolvem exatamente como os espontâneos, que o curso do seu desenvolvimento não repete as vias de desenvolvimento dos conceitos espontâneos." (VIGOTSKI, 2001, p.252).

Sobre as diferenças entre conceitos espontâneos e não-espontâneos ele afirmou:

Quando opera com conceitos espontâneos, a criança tem sua atenção centrada no objeto ao qual o conceito se refere, mas não está consciente, não está atenta ao seu próprio ato de pensamento. Isto não ocorre com os conceitos científicos que, desde o seu início, têm sua relação mediada por algum outro conceito. Um conceito científico está sempre relacionado com outros conceitos, ocupando um lugar dentro de um sistema. (VIGOTSKI, 1993, p. 147)

No entanto, mesmo tendo raízes de formação diferentes, a aprendizagem de conceitos científicos se apóia na existência de conceitos espontâneos, pois será sobre estes que os conceitos científicos a serem adquiridos pelo indivíduo vão se desenvolver e consolidar, processo ao qual Vigotski chamou de "tomada de consciência":

Desse modo, o desenvolvimento dos conceitos científico e espontâneo segue caminhos dirigidos em sentido contrário, ambos os processos estão internamente e da maneira mais profunda inter-relacionados. O desenvolvimento do conceito espontâneo deve atingir um determinado nível para que a criança possa aprender o conceito científico e tomar consciência dele. Em seus conceitos espontâneos, a criança deve atingir

aquele limiar do qual se torna possível a tomada de consciência. (VIGOTSKI, 2001, p. 349)

Do mesmo modo, o conceito científico possibilita a evolução cognitiva dos conceitos espontâneos, criando na mente das crianças estruturas nas quais os conceitos espontâneos se apóiam, como afirma Vigotski:

O conceito espontâneo, que passou de baixo para cima por uma longa história em seu desenvolvimento, abriu caminho para que o conceito científico continuasse a crescer de cima para baixo, uma vez que criou uma série de estruturas indispensáveis ao surgimento de propriedades inferiores e elementares do conceito. De igual maneira, o conceito científico, que percorreu certo trecho do seu caminho de cima para baixo, abriu caminho para o desenvolvimento dos conceitos espontâneos, preparando de antemão uma série de formações estruturais indispensáveis à apreensão das propriedades superiores do conceito. (VIGOTSKI, 2001, p.349)

Da análise das afirmações acima, fica demonstrada a importância dos conceitos espontâneos na aprendizagem de conceitos científicos, de acordo com a teoria de Vigotski, ou seja, concepções prévias de alunos sobre conceitos de ciências não são apenas uma necessidade para a aprendizagem como não se constituem em obstáculo a ela. Além disso, fica também evidente que, na teoria de Vigotski, não faz sentido falar-se em processo de mudança conceitual, pois não há substituição ou troca de um conceito espontâneo por um conceito científico, e sim há um processo contínuo de desenvolvimento tanto do conceito científico a partir do conceito espontâneo do indivíduo, como do aprimoramento do repertório de conhecimentos espontâneos do indivíduo à medida que ele adquire conceitos científicos correlatos:

Pode-se dizer que sob o ponto de vista cognitivo, conceitos científicos e espontâneos percorrem um mesmo caminho em sentidos opostos e se inter-relacionam favoravelmente. De um lado, os conceitos científicos fornecem estruturas para o aprimoramento ou desenvolvimento ascendente dos conceitos espontâneos e, por outro lado, os conceitos espontâneos oferecem a estrutura básica sobre a qual os conceitos científicos podem se desenvolver, além de possibilitar a sua transposição a um nível mais elementar e concreto. (GASPAR, 1992, p.160)

Outro ponto de destaque na teoria de Vigotski para a aprendizagem de conceitos científicos se refere à Zona de Desenvolvimento Imediato ou Proximal. Vigotski trabalhou com as potencialidades da aprendizagem e a sua relação com o desenvolvimento cognitivo e chegou à conclusão de que, para que haja aprendizagem, condição necessária ao desenvolvimento cognitivo, é preciso respeitar um desnível máximo entre o nível atual de

desenvolvimento do aprendiz e aquele que dele se exige para a aquisição de um novo conhecimento:

Suponhamos que nós definimos a idade mental de duas crianças que verificamos ser equivalente a oito anos. Se não nos detemos neste ponto, mas tentamos esclarecer como ambas as crianças resolvem testes destinados a crianças das idades seguintes – que elas não estão em condição de resolver sozinhas – e se as ajudamos com demonstrações, perguntas sugestivas, início de solução, etc., verificamos que uma das crianças pode, com ajuda, em cooperação e por sugestão, resolver problemas elaborados para uma criança de doze anos, ao passo que a outra não consegue ir além da solução de problemas para crianças de nove anos. Essa discrepância entre a idade mental real ou nível de desenvolvimento atual, que é definida com o auxílio dos problemas resolvidos com autonomia, e o nível que ela atinge ao resolver problemas sem autonomia, em colaboração com outra pessoa, determina a zona de desenvolvimento imediato da criança. (VIGOTSKI, 2001, p. 327)

Assim, podemos inferir que para que uma criança (ou parceiro menos capaz) possa resolver tarefas e aprender conceitos científicos é imprescindível a presença e colaboração de um parceiro mais capaz que detenha esses conhecimentos, desde que eles se situem dentro dos limites da zona de desenvolvimento imediato. Além disso, o parceiro mais capaz deve ser reconhecido como tal pelos sujeitos em aprendizagem. Vigotski afirma ainda que o processo básico pelo qual o parceiro menos capaz adquire ou se apropria do conhecimento do parceiro mais capaz é a imitação. Para Vigotski a imitação não é memorização de procedimentos ou um simples papaguear, é muito mais do que isso, é o processo cognitivo pelo qual o conhecimento se transfere dos que sabem para aqueles que não sabem. Mas todo esse processo só se torna possível dentro de um processo maior, a interação social. Como observou Gaspar, é para ela que devemos orientar o nosso foco:

Embora inicialmente ligado a essa diferença de níveis de desenvolvimento da criança, o conceito de zona de desenvolvimento proximal apresenta diversas implicações que têm sido objeto de inúmeras pesquisas. A nosso ver, a sua implicação mais rica reside no papel da interação social no processo ensino-aprendizagem. Se a criança consegue ir além do seu nível de desenvolvimento através da interação com o professor ou colega mais capaz, pode-se inferir que esse salto no desenvolvimento poderia ser maior ou menor em função dessa interação ser mais ou menos rica ou eficiente. (GASPAR, 1993, p.67)

É nas interações sociais em colaboração com os parceiros mais capazes em um processo de imitação e partilha de conceitos mediados pela linguagem, que o indivíduo pode adquirir novos conhecimentos. Assim, o processo de desenvolvimento de um conceito científico na mente de uma criança começa em colaboração com um parceiro mais capaz que

o detém, desde que ele o exponha adequadamente e que esse conceito esteja dentro dos limites de sua capacidade cognitiva, ou seja, dentro de sua zona de desenvolvimento imediato:

“Afirmamos que em colaboração a criança sempre pode fazer mais do que sozinha. No entanto, cabe acrescentar: não infinitamente mais, porém só em determinados limites, rigorosamente determinados pelo estado do seu desenvolvimento e pelas suas potencialidades intelectuais. Em colaboração, a criança se revela mais forte e mais inteligente que trabalhando sozinha, projeta-se ao nível das dificuldades intelectuais que ela resolve, mas sempre existe uma distância rigorosamente determinada por lei, que condiciona a divergência entre a sua inteligência ocupada no trabalho que ela realiza sozinha e a sua inteligência em colaboração. (VIGOTSKI, 2001, p. 329)

As interações sociais que possibilitam ao indivíduo a aprendizagem de um conteúdo científico podem ocorrer diretamente, em sala de aula, com os seus professores, ou fora da sala de aula, por meio de outros recursos, como:

- a leitura dos próprios livros didáticos,
- a leitura de livros de divulgação, jornais ou revistas
- a assistência de programas ou documentários educativos,
- em visitas a exposições ou instituições de divulgação científica

Em nenhum destes casos se prescinde a presença direta ou indireta, o contato formal ou informal, do aprendiz com parceiros mais capazes, sobretudo em ambientes e ou eventos públicos, que devem possibilitar a ocorrência de interações sociais para que o indivíduo possa contar com a colaboração de parceiros mais capazes em relação à aprendizagem do conteúdo a ser aprendido. É bem provável que a aprendizagem de um determinado conceito científico não se complete no momento da interação, mas, do ponto de vista vigotskiano, é por meio dela que vão se formar em sua mente embriões cognitivos desse conceito que podem possibilitar a sua construção futura. Esses embriões cognitivos podem ser entendidos como conceitos espontâneos necessários para que o processo de desenvolvimento do conceito científico correlato na mente do indivíduo se desenvolva. Para Vigotski não há risco de interferências negativas resultantes da aquisição de concepções fragmentadas ou incorretas, para eles

“[...] entre os processos de aprendizagem e de desenvolvimento na formação dos conceitos, devem existir não antagonismos mas relações de caráter infinitamente mais complexo e positivo. [...] a aprendizagem na idade escolar é o momento decisivo e determinante de todo o destino do desenvolvimento intelectual da criança, inclusive de seus conceitos; [...] os conceitos científicos de tipo superior não podem surgir na cabeça da

criança senão a partir de tipos de generalização elementares e preexistentes, nunca podendo inserir-se de fora na consciência da criança.” (VIGOTSKI, 2001, p. 262)

Em relação à aquisição de conhecimentos científicos por parte dos alunos, o professor é certamente o principal parceiro mais capaz, já que, em tese, é ele quem detém o conhecimento dos conceitos científicos exigidos dos alunos e dispõe de local adequado para o desempenho desse papel, a escola. No entanto, a teoria de Vigotski nos permite ressaltar a importância do uso de recursos e estratégias alternativas de ensino, pois é por meio deles que podem se desenvolver os “tipos de generalização elementares e preexistentes” de que os alunos precisam para que em suas mentes surjam e se desenvolvam esses conceitos científicos. Assim, é desejável que o professor de disciplinas ligadas às ciências se utilize de recursos e estratégias alternativas de ensino, pois desse modo ele poderá dar aos seus alunos as bases cognitivas para neles tornar possível o processo de aprendizagem de conceitos científicos. Com isso torna-se também importante e igualmente desejável a integração entre ensino formal e o ensino informal, mediado pela atividade do professor.

Deste excerto, parece-nos ter ficado clara a importância e viabilidade da integração entre a educação formal e informal, já que uma complementa a outra, por isso o professor não deve prescindir de recursos informais no ensino de ciências, pois estes, usados adequadamente, sempre facilitam e contribuem para o ensino e a aprendizagem de conceitos científicos.

Outro ponto fundamental nesta teoria da aprendizagem é a questão da motivação para a aprendizagem, ou seja, para poder aprender os conceitos científicos o parceiro menos capaz precisa querer aprender. A motivação exerce papel central na aprendizagem:

“O próprio pensamento não nasce de outro pensamento, mas do campo da nossa consciência que o motiva, que abrange os nossos pendores e necessidades, os nossos interesses e motivações, os nossos afetos e emoções. (...) Se antes comparamos o pensamento a uma nuvem pairada que derrama uma chuva de palavras, a continuar essa comparação figurada teríamos de assemelhar a motivação do pensamento ao vento que movimentam as nuvens. A compreensão efetiva e plena do pensamento alheio só se torna possível quando descobrimos a sua eficaz causa profunda afetivo-volitiva.”(VIGOTSKI, 2001, p. 480)

De acordo com Yamazaki e Yamazaki:

O Ensino através de brincadeiras, jogos, desafios etc., parecem provocar aprendizagem de forma mais eficiente, no sentido de que os estudantes, além de mostrarem-se dinâmicos quando em meio ao processo, mostram-se também dispostos a continuar a aprendizagem mesmo que em outros contextos, algumas vezes motivados a discutirem sobre assuntos referentes às ciências em lugares como restaurantes, bares, praças,

**algumas vezes prosseguindo os estudos em cursos mais avançados.
(YAMAZAKI & YAMAZAKI, 2006, p.1)**

Entendemos através das citações acima que recursos e estratégias alternativas de ensino podem atuar como agentes motivadores, criando condições para que haja o início da aprendizagem.

CAPÍTULO 2

A EVOLUÇÃO BIOLÓGICA NO CONTEXTO ESCOLAR

2.1 A evolução biológica

O homem, desde que adquiriu consciência de si próprio e do meio à sua volta, vem buscando explicações a tudo que envolve a sua existência, desde a sua reprodução até a sua origem, sendo este último um dos temas mais intrigantes. As primeiras proposições acerca de teorias evolutivas vêm da antigüidade, mais especificamente da Grécia antiga, de onde se originaram os primeiros filósofos ocidentais. Segundo Futuyma (2002) os primeiros filósofos a cogitarem da idéia de evolução e transformação dos seres vivos foram Anaximandro (610-545 a.C.), que acreditava haver uma substância indefinida e sem qualidade que dava origem a todas as coisas, e Empédocles (490-435 a.C.), para quem devia haver um conjunto de órgãos que podiam se organizar em seres humanos ou não, gerando monstros. Segundo Licatti (2005), essas explicações predominantemente mitológicas de um mundo dinâmico elaboradas pelos antigos gregos deram lugar às explicações filosóficas de Platão (427-347 a.C.) e Aristóteles (384-322 a.C.) que, incorporadas à teologia cristã, tiveram um efeito dominante e duradouro sobre o pensamento ocidental subsequente.

Na filosofia de Platão existe a concepção do “mundo das idéias” no qual estão os sentimentos e formas ideais que servem de modelo para os seres humanos. No entanto, estes nunca as imitam em sua plenitude, o que gera a imutabilidade das idéias e das formas ideais. Já a filosofia de Aristóteles propõe a existência de uma gradação natural dos seres vivos, do mais simples para o mais complexo e, na escala de gradação dos animais, o homem ocupa o topo.

As idéias de Platão e Aristóteles ofereceram bases para o surgimento e fortalecimento das teorias fixista e criacionista, segundo as quais tudo o que existe na Terra foi criado por um ser superior e este decide os desígnios de cada ser vivo.

A teologia cristã adotou uma interpretação quase literal da Bíblia, incluindo a criação especial (a criação direta de todas as coisas efetivamente em sua forma atual), mas também incorporou o essencialismo platônico no conceito da plenitude. (LOVEJOY, 1936 *apud* FUTUYMA, 2002, p.3)

No século XVIII importantes cientistas publicaram obras que fortaleceram teorias fixistas e criacionistas. Dentre elas podemos destacar a obra do naturalista sueco Carl von Lineu (1707-1778) cuja obra sobre a classificação biológica, *Scala Naturae*, fortemente influente na época dos séculos XVIII e XIX foi dedicada à maior glória de Deus (FUTUYMA, 2002).

No entanto, segundo Martins (1993), a partir do século XVIII, as idéias acerca do transformismo tiveram novos defensores: os franceses Pierre Louis Moreau de Maupertius (1698 – 1759), matemático, e George-Louis Leclerc, conde de Buffon (1707–1788), naturalista. Maupertius acreditava que tanto o sêmen masculino como o feminino poderiam conter características diferentes das de seus progenitores e, ao se fundirem, poderiam gerar espécies ou raças diferentes. Já Leclerc acreditava que o planeta era muito mais velho do que os seis mil anos proclamados, na época, pela igreja católica. Considerando que no século XVIII dominava a crença do fixismo criacionista divino, o pensamento de Buffon foi inovador, mas não estabeleceu nem as causas, nem os meios de transformações das espécies.

Ainda no século XVIII, além de Maupertius e Leclerc, apareceram novos defensores de idéias relacionadas ao transformismo e à evolução. Um deles, o médico inglês Erasmus Darwin (1731-1802), avô de Charles Darwin, publicou em 1794 o livro *Zoonomia* em que propôs a hipótese da herança dos caracteres adquiridos e avaliou a idade da Terra em milhões de anos; considerava a vida como originária de uma massa primordial protoplasmática e sugeriu o princípio da luta pela existência entre os organismos, retomado posteriormente por Charles Darwin (CICILLINI, 1991).

No século XIX o naturalista francês Jean Baptiste de Lamarck (1744 - 1829) foi o primeiro a defender de maneira sistemática e consistente a origem dos seres vivos a partir de variações de um único tipo, diferente do que havia feito Buffon, que não estabeleceu nem as causas nem os meios de transformação das espécies (MEGLHIORATTI, 2004).

Assim, Lamarck foi o primeiro naturalista cujas conclusões sobre o assunto despertaram grande interesse. Considerado célebre no assunto, publicou suas opiniões pela primeira vez em 1801; posteriormente, desenvolveu-as ainda mais em 1809, na sua *Philosophie Zoologique* e, em 1815, na introdução da sua *Historie Naturelle des Animaux sans Vertébres*. Nesses trabalhos, Lamarck defende a tese de que todas as espécies – a humana inclusive – originam-se de outras (DARWIN, 2007, p.52).

Lamarck trabalhou com a idéia de progressão dos seres vivos, de um ser inferior até um ser de um alto grau de complexidade, processo conduzido pelo criador de todas as coisas. Para explicar o curso da evolução, Lamarck estabeleceu quatro princípios: 1) existência nos organismos de uma energia interna, tendência inerente que os leva ao aumento de complexidade e à perfeição; 2) ocorrência freqüente de geração espontânea; 3) capacidade dos organismos de se adaptarem ao ambiente pelo uso ou desuso de determinados órgãos, ocasionando uma alteração em sua morfologia; 4) herança dos caracteres adquiridos (FUTUYMA, 1992; MAYR, 1978).

Essas propostas foram inovadoras para a época e, segundo Futuyma (2002), Lamarck merece respeito como o primeiro cientista que destemidamente advogou a evolução e tentou apresentar um mecanismo para explicá-la. Segundo Chaves (1993), apesar da sua grande repercussão, a teoria de Lamarck foi duramente criticada, principalmente pelo anatomista francês George Cuvier (1769 - 1832). Para Cuvier, os fósseis se originavam de catástrofes ocorridas na crosta terrestre enquanto o surgimento de novas espécies se devia a criações especiais – para ele, portanto, não havia nenhuma relação entre fósseis e as transformações ocorridas nos seres vivos. Além de Cuvier, o geólogo inglês Charles Lyell (1797 – 1875), em seu *Principles of Geology*, reuniu evidências contra a evolução em geral e, particularmente, contra Lamarck (FUTUYMA, 2002).

Mais tarde, ainda no século XIX, o britânico Charles Robert Darwin (1809 - 1882) embarcou no navio H. M. S. Beagle em viagem ao redor do mundo, na condição de naturalista de bordo. Nessa viagem Darwin coletou amostras de plantas e animais de várias partes do mundo que posteriormente enviou para análises na Inglaterra. Ao visitar o arquipélago de Galápagos, Darwin observou diferenças existentes entre populações de tordos e tartarugas oriundas das diversas ilhas do arquipélago. De volta à Inglaterra, Darwin levou amostras de tordos ao ornitólogo inglês John Gould (1804 – 1881) que lhe garantiu não serem todas da mesma espécie. Esta revelação levou Darwin a duvidar da imutabilidade das espécies e a começar a juntar evidências sobre sua transmutação (FUTUYMA, 2002). Darwin começou a perceber que o mecanismo de formação de novas espécies estava relacionado com o isolamento das populações por um longo tempo (MEGLHIORATTI, 2004).

A relação entre isolamento e variação começou a ficar mais clara para Darwin ao aliar o que havia lido no *Ensaio sobre as Populações*, de Thomas Malthus, e o que havia observado no arquipélago equatoriano. Nessa obra, Malthus afirma que o crescimento populacional humano ocorre em progressão geométrica enquanto o crescimento da produção de alimentos

ocorre em progressão aritmética, o que geraria falta de alimentos para grandes populações, levando-as à luta pela sobrevivência, da qual restariam apenas os mais adaptados. Sobre isso Darwin (2007, p.124) escreveu

Em função dessa luta [pela sobrevivência], quaisquer variações, por mais insignificantes que sejam as causas que as originaram, desde que sejam úteis para o indivíduo desta ou daquela espécie, no que tange suas relações infinitamente complexas para com os outros seres vivos e o meio ambiente, contribuirão para a sua preservação, sendo geralmente transmitidas a seus descendentes. Esses por sua vez, terão uma oportunidade ainda maior de sobreviver, pois, dentre os muitos outros indivíduos que nascem periodicamente, só alguns conseguem ser preservados. A esse princípio por meio do qual toda variação, por menor que seja, deve ser preservada, uma vez que seja útil para o indivíduo, denominei de Princípio de Seleção Natural com o propósito de ressaltar sua relação com a capacidade humana de seleção.

Ao mesmo tempo em que reunia evidências para a formulação de sua teoria e a publicação de sua grande obra, Darwin recebeu uma carta do jovem naturalista galês Alfred Russel Wallace (1823 –1913), em que afirmava ter chegado às mesmas conclusões sobre a influência do ambiente na seleção dos organismos mais adaptados; essa informação apressou Darwin para a apresentação dos seus manuscritos à Linnean Society de Londres, juntamente com os trabalhos de Wallace. Em 1859, Darwin fez um resumo de sua grande obra e a publicou com o título *A origem das Espécies por meio da Seleção Natural ou a Preservação das Raças Favorecidas na Luta pela Vida*. Nela ele apresentou subsídios para novos estudos no campo da evolução biológica, teoria que desde então gerou muitas controvérsias e intensificou os debates entre os acadêmicos da época.

As idéias centrais publicadas em *A Origem das Espécies* segundo Mayr (1991 *apud* MEGLHIORATTI, 2004) podem ser divididas em cinco teorias: (1) evolução: o mundo é mutável e os organismos transformados ao longo do tempo; (2) descendência comum: os organismos descendem de ancestrais comuns; (3) multiplicação de espécies: explica a grande variação de organismos (4) gradualismo: as mudanças evolucionárias são graduais; e (5) seleção natural: as mudanças evolutivas ocorrem por meio de uma produção abundante de variações genéticas e os indivíduos mais bem adaptados sobrevivem.

Os princípios postulados por Charles Darwin nunca foram unanimemente aceitos, pois apresentavam algumas inconsistências em relação à explicação da herança e à variabilidade de caracteres – como observa Castañeda (1992), Darwin não tinha conhecimento suficiente desses mecanismos:

Em certo sentido, a variabilidade é uma violação da concepção geral de herança. Como regra geral, a herança é a produção do semelhante pelo semelhante. “Nenhum criador duvida da força que tem a tendência à

hereditariedade – cuja crença fundamental é esta: cada qual produz seu semelhante” (DARWIN, Origem das Espécies, p. 51). Portanto o surgimento de diferenças entre a prole e os progenitores é uma violação desta regra geral (CASTAÑEDA, 1992 p. 78).

No entanto, segundo Bizzo (1991,p.136), ao contrário do que comumente se afirma para justificar o seu desconhecimento do mecanismo de herança, Darwin já conhecia os trabalhos do monge e botânico austríaco Gregor Mendel (1822 - 1884):

[...] na sala de manuscritos da Universidade de Cambridge existe uma pasta que contém uma coleção de separatas de Charles Darwin. É material que Darwin lia e guardava, numerando-as. A de número 112 é um trabalho de revisão escrito em 1869 por um alemão chamado Herman Hoffmann, uma autoridade da época tão respeitada como Näegeli. Neste artigo, ele relata uma longa lista de 159 trabalhos que estudaram hereditariedade vegetal, apresentando resultados e fazendo comentários. Na página 136 está relatado o trabalho de 1865 de Mendel. Junto a ele existem esquemas traçados a lápis, onde Darwin desenhou um “X” maiúsculo. Nos espaços delimitados pelos três ângulos superiores ele inseriu um pequeno traço horizontal. Ele demonstrava plena consciência da proporção 3:1 entre a descendência da segunda geração, já conhecida na época.

Apesar das discussões acerca da Teoria da Evolução motivadas pelas obras de Darwin e Wallace no final do século XIX foi no início do século XX que a Teoria da Evolução ganhou força, quando o naturalista holandês Hugo de Vries (1848 - 1935) retomou os trabalhos de Mendel e realizou experimentos com a planta *Oenothera lamarckiana* – a partir de uma espécie única, em diferentes gerações surgiram algumas variantes. Segundo Licatti (2005) como resultado desses experimentos Hugo de Vries propôs a Teoria Mutacionista da Evolução, que colocou temporariamente o darwinismo em segundo plano, pois se novas espécies surgem por mutação não haveria razão para que existisse seleção natural.

Segundo Meglhioratti (2004), a seleção natural e as mudanças graduais contradiziam as hipóteses mutacionistas de Hugo de Vries e as idéias de do filósofo francês Henri Bergson (1859-1941) ³, pois, para elas, a evolução tinha uma força impulsora. Somente a partir de 1930, após as descobertas dos geneticistas americanos Thomas. H. Morgan (1866 – 1945), Edward East (1879 – 1938) e do geneticista alemão Erwin Baur (1875 – 1933), foi possível tornar compatíveis os conhecimentos da genética com os da teoria da evolução de Darwin e começar a formular o que ficou conhecido como Teoria Sintética da Evolução.

³ Bergson propunha a existência de um **impulso original** para a vida, que passaria de uma geração de germes à geração seguinte de germes. (MEGLHIORATTI, 2004)

A teoria evolutiva moderna tem sua fundação na SÍNTESE EVOLUTIVA, ou SÍNTESE MODERNA, que aproximadamente de 1936 – 1947, moldou as contribuições da genética, da sistemática e paleontologia em uma nova TEORIA NEODARWINISTA, que reconciliou a teoria de Darwin com os fatos da genética (MAYR e PROVINE, 1980 *apud* FUTUYMA, 2002,p. 10).

A elaboração da síntese evolutiva ou a chamada Teoria Sintética da Evolução (mais tarde também chamada de neo-darwinismo) ocorreu entre 1936 e 1950. Nesse período não houve nenhuma grande inovação mas a tentativa de unir o conhecimento genético com o da história natural (MAYR, 1999), para o que muitos pesquisadores contribuíram: G. Hardy, W. Weimberg, R. A. Fisher, J. B. S. Haldane, S. Wright, T. Dobzhansky, E. Mayr, G. G. Simpson, J. Huxley, B. Rennsch, G. L. Stebbins (FUTUYMA, 2002).

Em 1937 o biólogo ucraniano Theodosius Dobzhansky (1900 – 1975) publicou a obra *Genética e a Origem das Espécies*, que revolucionou a biologia com uma nova visão sobre a Teoria da Evolução, na qual reuniu conhecimentos de genética de populações com a Teoria da Evolução de Darwin e demonstrou que a seleção natural é o mecanismo mais atuante nas modificações genéticas encontradas em populações. Novas espécies usualmente se originam pelo acúmulo de genes diferentes em populações da mesma espécie parental, isoladas reprodutivamente (FUTUYMA, 2002). Dessa forma, a Teoria Sintética da Evolução ganhou força e adeptos, contribuiu para o desenvolvimento da Teoria da Evolução e, ao reunir diversos conhecimentos oriundos da paleontologia, genética, zoologia, botânica e ecologia, tornou-se um novo paradigma⁴ nas ciências biológicas.

Mesmo assim, as teorias neo-darwinistas ainda apresentavam brechas para críticas, como as fontes de variabilidade genética que até 1953 não estavam bem estabelecidas. Mas a descoberta da base molecular da hereditariedade, a partir de 1953, quando o biólogo americano James Watson (1928-), e o biólogo e físico inglês Francis Crick (1916 - 2004), propuseram a estrutura da molécula de dupla hélice, o DNA, possibilitou um melhor entendimento da natureza e do funcionamento das mutações e da variação genética e “(...) revelou cada vez mais novos fenômenos que enriqueceram e, algumas vezes desafiaram a teoria neo-darwinista” (FUTUYMA, 2002, p. 13). Dessa forma, a Teoria Sintética da Evolução ofereceu novas ferramentas e recursos para estudos de variabilidade genética, deriva genética, fluxo gênico e mutações genéticas, que permitiram a melhor compreensão da evolução biológica.

⁴ O conceito de paradigma é criado pelo filósofo da ciência americano T. S. Kuhn (1922–1996) na obra *A Estrutura das Revoluções Científicas* –, segundo Kuhn, uma teoria se torna um paradigma em ciência quando é adotada por toda comunidade científica de uma determinada época.

Assim, a Biologia Molecular possibilitou o estudo da evolução biológica do ponto de vista microscópico, pois tornou possível o estudo da quantidade e da qualidade das alterações genéticas que ocorrem ao longo da evolução de novas espécies, desde seus ancestrais, e como atua a regulação gênica durante a evolução.

A Teoria Sintética da Evolução também contribuiu para o desenvolvimento da Geologia, pois evidências evolutivas auxiliaram os geólogos a entenderem e validarem a teoria da deriva continental, segundo a qual os continentes afastam-se uns dos outros continuamente ao longo da história. Evidências evolutivas confirmam essa hipótese, pois em continentes hoje distantes existem espécies semelhantes.

No entanto, a Teoria Sintética da Evolução não conseguiu oferecer respostas para todas as indagações acerca da evolução dos seres vivos. Assim, novos questionamentos e teorias foram propostos desde então. Um desses questionamentos se refere à relevância da variabilidade genética, ou seja, a hipótese de que toda mutação altera, de fato, a sobrevivência do ser vivo em um ambiente. Esse questionamento levou à proposta da Teoria Neutralista-selecionista formulada pelos geneticistas japoneses Motoo Kimura (1924 - 1994) e Masatoshi Nei (1931 -).

Até a década de 60, uma importante questão na genética de populações era se as populações tinham muita ou pouca variabilidade genética. Essa questão está agora solucionada e o problema é se a maior parte da variabilidade é seletivamente neutra e, portanto, irrelevante para a capacidade de uma população responder a novas forças de seleção ou de matéria prima para a adaptação a novos regimes seletivos. Esses pontos de vista não constituem uma divergência completa. Por exemplo, as variações genéticas em uma característica fenotípica, tal como o tamanho do corpo, podem ser neutras algumas vezes, mas tornar-se significantes se a seleção subsequente favorecer um tamanho médio diferente; da mesma maneira os alelos em um loco podem ser neutros em determinados ambientes genéticos, mas afetar o valor adaptativo em outros. (FUTUYMA, 2002, p.188).

Outro questionamento da Teoria Sintética da Evolução resultou na formulação da Teoria do Equilíbrio Pontuado, proposta na década de 1970 pelos paleontólogos americanos Stephen Jay Gould (1941 - 2002) e Niles Eldredge, nascido em 1943. Gould e Eldredge trabalharam com a idéia da existência de interrupções pontuais que evoluíam de maneira brusca para outras formas morfológicamente mais estáveis, pois o estudo de vários fósseis por eles encontrados não indicava a existência de uma tendência gradualista na evolução do grupo – as formas encontradas eram bastantes diferentes umas das outras. De acordo com a Teoria do Equilíbrio Pontuado, as espécies não sofrem alterações continuamente e mantém-se com a

mesma forma por um longo período de tempo mas, por alguma razão, em determinadas épocas, sofrem bruscas modificações (saltos) para novas formas estáveis.

Essas duas teorias são exemplos das mais fortes alternativas surgidas após a Teoria Sintética da Evolução. Constam ainda do rol de indagações modernas acerca da evolução biológica, a tendência de progresso na evolução e a alternativa altruísmo *versus* egoísmo proposta pelo zoólogo e etólogo queniano Clinton Richard Dawkins, nascido em 1941:

A introdução da teoria da evolução de Darwin não explicou somente a existência da diversidade da vida, mas abriu um novo leque de questões no que diz respeito ao mundo vivo numa série de disciplinas que até então não eram consideradas – questões que eram ambas significantes e tratáveis dado o modelo de Darwin como ferramenta de investigação. (RUDOLPH e STEWART, 1998, p. 1074)

Apesar dos questionamentos e indagações sobre a Teoria da Evolução, ela não deve mais ser considerada apenas uma hipótese, pois já foi possível reunir inúmeras evidências sobre sua validade e é cada vez mais aceita na comunidade científica. Segundo Carneiro (2004), nenhum debate científico recente tem posto em dúvida o fato ou a realidade objetiva da evolução biológica, embora haja divergências a propósito de sua reconstituição histórica ou sobre seus mecanismos causais.

2.2 O ensino de evolução biológica no Ensino Médio

Até meados do século XIX, a origem da vida era explicada por diversas correntes de pensamento, como o fixismo, o vitalismo e o transformismo. A História Natural era a ciência que estudava os fenômenos da vida, porém havia um acúmulo gigantesco de informações desarticuladas nas diferentes áreas do conhecimento biológico. Os estudos eram realizados por naturalistas⁵ a partir da observação direta da natureza, sem a interferência ou a utilização de outras formas de conhecimento, como a Física e a Química (CICILLINI, 1991).

A Biologia é uma das ciências com maior área de abrangência científica, pois estuda todos os seres vivos, toda a sua diversidade, as suas relações com o ambiente e como este é afetado por fatores biológicos e não-biológicos. Além disso, a Biologia tem alcançado

⁵ Naturalista, segundo o dicionário Aurélio (1996) é o profissional especialista em História Natural. A História Natural encontra-se hoje dividida em duas grandes ciências: a biologia e a geologia.

extraordinário progresso nos últimos vinte anos, resultando enorme acúmulo e superposição de informações.

Nos últimos anos, verifica-se um aumento considerável de informações relacionadas à Biologia. Isso se manifesta tanto no aspecto microscópico com o aumento da tecnologia e o desenvolvimento da biologia molecular, quanto no macroscópico com o crescente número de espécies identificadas. Todo esse conhecimento que foi e continua sendo adquirido, não pode representar apenas um “acúmulo” de informações desconexas, mas uma rede de conhecimentos intrinsecamente relacionados. (MEGLHIORATTI, 2004, p. 17)

Em 1859, com a publicação de *A Origem das Espécies*, de Charles Robert Darwin, surgiu a primeira teoria que pôde oferecer subsídios à unificação da Biologia. Segundo Jacob:

Em Biologia, existe um grande número de generalizações, mas poucas teorias. Entre estas, a teoria da evolução ocupa uma posição mais importante que as outras, porque reúne uma massa de observações oriundas dos mais diversos domínios que, caso contrário, permaneceriam isolados; porque inter-relaciona todas as disciplinas que se interessam pelos seres vivos, porque instaura uma ordem na extraordinária variedade de organismos e liga-os estreitamente ao resto da Terra; em suma, porque fornece uma explicação causal do mundo vivo e de sua heterogeneidade. (JACOB, 1983, p.20)

Medawar (1978), em apoio a esse ponto de vista, afirma que somente a hipótese da evolução dá coerência às inter-relações entre organismos, aos fenômenos de hereditariedade e aos padrões de desenvolvimentos. Meglhioratti (2004) afirma ainda que os conceitos advindos do pensamento evolutivo dão sentido a essa imensa quantidade de conhecimentos e permitem compreender como organismos aparentemente muito diferentes entre si possuem unidade na organização celular e código genético similar.

Assim, pode-se considerar que a Biologia não pode ser plenamente compreendida sem a concepção de evolução. A evolução atua como eixo ordenador, envolve conceitos complexos (sistemas hierárquicos reprodução sexual, intrincamento de reações químicas), que permitem a concatenação e a explicação dos fenômenos biológicos de maneira integrada.

Contudo, apesar de ser considerada um dos pilares da Biologia por cientistas de renome, como Francis Jacob e Stephen Jay Gould, a evolução biológica não tem merecido o mesmo *status* quando se trata de ensino de Biologia em nossas escolas nas quais, quando não é suprimida, é muito pouco abordada (PACHECO e OLIVEIRA, 1997).

Até meados da década de 1950 o ensino da Biologia no Brasil, no Ensino Médio, tinha sua mais forte influência no ensino europeu, fundado no ensino dos organismos como um todo. Era comum o estudo da Zoologia, Botânica e Biologia geral, que compreendia a Biologia celular, e a Genética. Até então, o ensino de Biologia tinha como marcas a

memorização de informações acerca da vida e da fisiologia dos seres vivos, a falta de explicitação das relações entre elas e da abordagem de estudos sobre ecologia e o desenvolvimento e a evolução dos seres vivos.

A partir da década de 1960, esse cenário começa a ser alterado, principalmente com o agravamento da Guerra Fria e a corrida armamentista e tecnológica promovida pelas duas potências da época, Estados Unidos e União Soviética. Nessa época houve grandes avanços na Biologia Molecular e Ecologia, que pouco a pouco foram inseridos no ensino escolar de 2º grau americano (High School) e logo influenciaram o ensino de Biologia no Brasil. É o caso da tradução dos textos do *Biological Sciences Curriculum Studies (BSCS)*, que serviram de base para a reformulação do ensino de Biologia no 2º grau brasileiro. Segundo Krasilchik (2004) esse projeto teve como objetivo atualizar o ensino de Biologia nos níveis básicos, enfatizando alguns temas gerais. Entre eles, destacamos a evolução dos seres vivos, a diversidade de seus tipos e padrões e a continuidade genética da vida. Sobre isso afirmou Cicillini:

Essa situação acarretou, no ensino de Biologia do então 2.º grau, mudanças no sentido de melhor preparar o aluno para seu exercício de cidadão. Esta melhor preparação teve como significado, entre outras coisas, “...introduzir os alunos na pesquisa científica, ou seja, fazê-los vivenciar as etapas de investigação científica” (CICILLINI, 1991, p.15).

Uma das grandes novidades incorporadas à Biologia pela Teoria da Evolução Biológica foi a questão da historicidade dos seres vivos, ou seja, a preocupação de tratá-los dentro de um contexto histórico, integrado a um passado e a outros seres vivos.

Considerando que o conhecimento científico é um conhecimento de constructo humano e, como tal, é controverso, ao colocar em questão a produção do conhecimento estabelece-se que a ciência está sujeita a modificações e que os conhecimentos, universalmente aceitos hoje, podem se modificados no futuro. Para que o estudo da vida não se torne um objeto de estudo em si, seja na Botânica, na Genética, na Zoologia ou em qualquer das áreas de domínio da Biologia, é necessário que este estudo se realize como resultado de um processo histórico de acúmulo de informações e de novas explicações sobre as mesmas. (CICILLINI, 1991, p. 17)

A Biologia atual estuda as transformações dos seres vivos, suas relações entre si e o meio ambiente de tal maneira que seja possível identificar os trajetos por eles realizados e os impactos do ambiente no seu desenvolvimento, permitindo a melhor compreensão da história de vida de determinadas espécies ou grupos de seres vivos. A Teoria da Evolução possibilita o aprofundamento das questões históricas dos seres vivos, no que se refere à origem,

diversidade, padrões de comportamento e adaptação dos seres vivos, configurando a Biologia como uma ciência dinâmica.

O ensino de evolução biológica permite a melhor compreensão de fenômenos na área do comportamento, genética de populações, embriologia, ecologia, paleontologia, biogeografia, entre outras. A evolução biológica tornou-se ferramenta indispensável para o entendimento da Biologia e de sua integração como ciência. Como foi enfatizado em relatório da Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos em 1972, a evolução biológica é “o mais importante conceito da Biologia Moderna – um conceito essencial para a compreensão de aspectos-chave dos seres vivos” (FUTUYMA, 2002),

Segundo Oliveira (1995), se o estudo das diferentes disciplinas que integram os currículos dos cursos de Ciências Biológicas fosse feito sob a perspectiva da Biologia evolutiva, o ensino de uma Biologia classificatória e estática no tempo seria substituído pelo ensino de uma Biologia histórica. Por reunir e interpretar a dinâmica do passado para explicar o presente e vice-versa, esse estudo traria a dimensão do tempo geológico para explicar a vida na Terra. O PCN + para o Ensino Médio (BRASIL, 2002) tem proposta semelhante, pois propõem que os conteúdos biológicos devam ser apresentados, nas situações de ensino, articulados, contextualizados historicamente e embasados nas relações ecológicas e evolutivas entre os seres vivos.

Razera (2000), em pesquisa sobre controvérsias entre evolucionismo e criacionismo, concluiu que os professores de Biologia do Ensino Médio mostram-se inicialmente favoráveis ao evolucionismo, mas uma parcela considerável se mostrou nitidamente ligada às idéias criacionistas, motivada pelas suas crenças religiosas.

Licatti (2005) procurou identificar concepções de professores acerca da evolução biológica e como estes a trabalham em sala de aula. De acordo com seus resultados ainda há professores de Biologia do Ensino Médio que têm dificuldade em abordar o assunto ou desconhecem uma maneira adequada de fazê-lo.

Quanto à historicidade dos seres vivos, poucos professores abordam a relação de parentesco entre eles como forma de demonstrar a história da vida na Terra; poucos adotam a Evolução Biológica como princípio norteador do ensino de Biologia e a apresentam como um tema a mais, sem conexão com os demais. (LICATTI, 2005, p. 147)

Chaves (1993), em questionários aplicados a alunos do Ensino Médio sobre as concepções de alunos e professores em evolução biológica, identificou uma concepção marcada pela casualidade e finalidade no processo evolutivo, o que revela grande distanciamento do conceito científico atualmente aceito. A autora também concluiu que os

professores, além de não dominarem amplamente o conteúdo, baseiam suas aulas no modelo de transmissão-recepção ignorando as concepções prévias dos alunos, o que, segundo ela, traz obstáculos a aprendizagem correta do conceito.

Cicillini (1991), em análise dos quatro livros didáticos de Biologia mais utilizados por professores da rede pública de ensino, concluiu que esses livros determinam o quê os professores abordam em nossas escolas. Segundo a autora, se por um lado esses livros dão destaque à evolução biológica, pois dedicam capítulos inteiros à ela, por outro nos outros capítulos a evolução biológica quase nunca é citada, contrariando a proposta⁶ de que a evolução biológica deva ser o eixo norteador do ensino de Biologia. Há também problemas de atualização das informações constantes nesses livros, que não abordam as teorias mais modernas e recentes como o Equilíbrio Pontuado, além de outros problemas relacionados à abordagem de conceitos e à sua abrangência.

Quanto à linguagem usada por professores para explicar a evolução biológica encontramos muitos trabalhos na literatura da área de ensino de Biologia. Segundo esses trabalhos, tanto filmes como artigos de divulgação, na tentativa de simplificar conceitos para o público leigo, freqüentemente apresentam conceitos antigos e já superados, como as leis propostas por Lamarck.

A prevalência de erros vernaculares certamente não são nenhuma surpresa, desde que muitas palavras científicas como “adaptar”, “adaptação” e “aptidão” são usadas na linguagem do dia-a-dia, mas carregam um significado muito diferente dentro do contexto da evolução (BISHOP e ANDERSON, 1990; ALTERS e NELSON, 2002 *apud* TIDON e LEWONTIN, 2004, p. 127).

Para biólogos experientes é fácil o reconhecimento da mudança de sentido das palavras indicadas na citação acima, porém crianças e adolescentes não estão habituados a essa mudança, “e isso pode ser uma (ou muitas) razão do porquê as confusões conceituais acima descritas ainda persistem.” (MOORE *et al.*, 2002 *apud* TIDON e LEWONTIN, 2004, p. 127).

Sabemos que o estilo seco e desapaixonado temperado a fórmulas e a números [termos científicos] afasta os leitores comuns das obras de divulgação científica, todavia há que se pensar que o rebaixamento irresponsável da linguagem – linguagem essa que muitos divulgadores chamam de altivez epistemológica – e “supressão de alguns números [termos científicos]” pode custar, a um veículo de informação, a perda da credibilidade de leitores mais esclarecidos e imunes à mediocridade (PEREZ, 2004, p. 2).

⁶ Esse princípio refere-se à sugestão da Proposta Curricular do Estado de São Paulo (1988) em desenvolver o ensino de biologia sob o enfoque evolutivo. (SÃO PAULO, 1988).

No Brasil, o PCN+ apresentado pelo Ministério da Educação recomenda ainda que as áreas de ecologia e evolução sirvam como temas transversais que permeiem todo o conteúdo da biologia. “Entretanto, na prática, Evolução Biológica é geralmente ensinada no fim do 3º ano do ensino médio, razão pela qual o conhecimento não chega à sala de aula” (TIDON e LEWONTIN, 2004, p. 128). Isso faz com que muitos professores sigam esta ordem e o ensino de evolução biológica seja prejudicado pela “falta de tempo”.

Ao longo do tempo, a Teoria da Evolução têm provocado debates de cunho filosófico na comunidade científica acerca das diversas concepções de evolução que surgem no meio acadêmico: catastrofismo, fixismo, criacionismo, gradualismo, saltacionismo (teoria do Equilíbrio Pontuado) e lamarkismo. Assim, no ensino de Biologia é importante apresentar ao aluno a construção histórica da Teoria da Evolução para que eles tenham conhecimento não só da teoria mas também do modo como ela foi construída e da ciência uma concepção dinâmica em vez de estática e finalista como, a nosso ver, ainda é comum no ensino das ciências em nossas escolas.

2.3 O embate filosófico: criacionismo versus evolução biológica

Desde o século XIX, os debates sobre a Teoria da Evolução não se restringiram apenas ao meio acadêmico, mas têm sido levados também às igrejas, parlamentos e instituições ou órgãos governamentais de educação. No caso das igrejas, é clara a oposição de várias denominações religiosas à Teoria da Evolução porque esta seria contrária à criação divina.

Segundo Freire-Maia (1985) existem diferenças entre concepções fixistas e criacionistas: são as idéias fixistas que se opõem ao evolucionismo, pois pressupõem que as espécies sejam fixas e imutáveis. Então, “evolucionismo e fixismo são teorias científicas antagônicas que podem igualmente se assentar sobre a idéia da criação” (FREIRE-MAIA, 1985, p.2029). Freire-Maia definiu quatro linhas ideológicas sobre a evolução: 1. *criacionistas-fixistas estritos*: Deus criou todos os seres vivos, desde o início, e não houve mudanças evolutivas; 2. *criacionistas-semifixistas*: Deus criou as espécies animais e vegetais selvagens e estas permaneceram fixas até hoje. A partir de ancestrais selvagens e pelo trabalho do homem, surgiram os animais domésticos e as plantas cultivadas. Nesta categoria o autor inclui os fundamentalistas e aqueles que adotam o criacionismo científico; 3. *Evolucionistas materialistas*: a matéria sempre existiu ou surgiu por acaso; a evolução ocorre

pela ação de fatores naturais, sem necessidade de uma intervenção divina; 4. *criacionistas-evolucionistas*: a matéria foi criada por Deus com propriedades evolutivas; nessa linha, “a evolução representa a série de acontecimentos que decorreram pela ação de fatores naturais, em consequência daquelas potencialidades. Deus está presente na origem e no destino de tudo” (FREIRE-MAIA, 1985, p.2030). A distinção entre as duas últimas linhas ideológicas é profunda, porém limita-se à esfera filosófica e religiosa. Ambas aceitam a teoria evolucionista como formulada atualmente, sem nenhuma alteração do ponto de vista científico.

Os Estados Unidos, atualmente, é o país que mantém o maior número de sociedades e institutos com a finalidade de estudar, pesquisar e divulgar o criacionismo, segundo afirma Cunha (2004). Esses organismos estão especialmente concentrados nos estados do Sul, em que a maioria da população professa religiões que patrocinaram os estudos que se opõem ao criacionismo. A Igreja Católica Romana reconheceu a Teoria da Evolução durante o papado de João Paulo II. Segundo Licatti (2005) nos Estados Unidos, no século XX, surgiram associações com o objetivo de pesquisar e divulgar as idéias criacionistas, tais como a Sociedade para Pesquisa da Criação (CRS), no ano de 1963; o Centro para Pesquisas da Ciência da Criação (CSRC), em 1970; e o Instituto para Pesquisa da Criação (ICR), em 1972. No Brasil, a religião adventista é a que mais incisivamente se opõe à Teoria da Evolução e ao seu ensino em sala de aula. A Igreja Adventista mantém no Brasil a Sociedade Criacionista Brasileira (SCB), que divulga estudos e projetos sobre o criacionismo que atacam diretamente a Teoria da Evolução como ciência.

A Sociedade Criacionista Brasileira (www.scb.org.br), criada em 1972, está aumentando o número de publicações e panfletos anti-evolucionistas distribuídos no país, incluindo a tradução de livros com visão totalmente distorcida da teoria da evolução. (FLORI e RASOLOFOMASOANDRO, 2002; JUNKER e SCHERER, 2002 *apud* TIDON e LEWONTIN, 2004, p. 124).

Sobre debates e conflitos acerca o ensino da Teoria da Evolução, é emblemático o caso citado por Gould, o Julgamento Scopes, também retratado no filme “O vento será a tua herança”, em que um professor é julgado por infringir a lei Butler, no estado do Tennessee, EUA, em 1925. Tal lei prescrevia punição para qualquer professor que, em qualquer dos níveis de ensino público, ensinar qualquer teoria que requer a história da criação divina do homem tal como é ensinada na Bíblia, e dizer, ao invés disso, que o homem descende de uma ordem inferior de animais” (CICILLINI, 1991).

No estado da Califórnia, em 1968, o California State Board of Education conseguiu a aprovação de uma recomendação que determina o ensino da origem da vida a partir da visão

criacionista de maneira conjunta com o ensino da Teoria da Evolução. Ainda nos EUA, na Carolina do Sul, até bem pouco tempo era proibido mencionar o termo evolução e o nome de Darwin nos livros didáticos oficiais (BOESIGER, 1980).

Em 2002, professores do estado do Kansas, nos Estados Unidos, foram questionados sobre o direito de desrespeitar as crenças religiosas dos estudantes ao ensinarem apenas a evolução biológica como assunto regular dentro da Biologia, deixando de lado teorias alternativas. Ensinar a teoria da evolução de Darwin, segundo argumentaram políticos e defensores do criacionismo, era ensinar somente um lado da história. Algo balanceado seria o ensino do criacionismo de forma conjunta com a teoria da evolução de Darwin como teoria alternativa.

De acordo com Tidon *et. al* (2003), no Brasil o ensino de evolução não foi combatido com a mesma intensidade em que foi nos EUA, no início do século XX, mas ainda é algo de difícil compreensão pelos alunos e muitas vezes pelos próprios professores, apesar de ser tema de constantes debates.

Nos Estados Unidos, recentemente, novas decisões reacenderam casos semelhantes ao do passado no que tange às restrições ao ensino de evolução. Em 1999 no estado do Kansas, o Kansas State Board of Education resolveu tirar a teoria da evolução do currículo escolar, o que mostrou como os grupos fundamentalistas podem influenciar o ensino.

Em 2002, ainda nos Estados Unidos, o Conselho de Educação do Estado de Ohio permitiu às escolas a inclusão do *Intelligent Design* (*design* inteligente, como vem sendo chamado no Brasil) em suas aulas de Biologia (NELSON, 2004; NOGUEIRA, 2003). Segundo Sepúlveda (2004), essa teoria, também denominada Teoria do Planejamento Inteligente, surgiu nos Estados Unidos para reforçar o chamado criacionismo científico e acusar o evolucionismo de dogmatismo, pois "... se apoiando na metafísica materialista, retira Deus das explicações dos fenômenos naturais, desautorizando o criacionismo como explicação alternativa". Em 2004, houve um fato semelhante aqui no Brasil, com a decisão do governo estadual do Rio de Janeiro de introduzir o ensino do criacionismo nas escolas públicas estaduais (GAZIR, 2004). Essa medida foi tomada com base no Artigo 210 da Constituição Federal de 1988, que permite o ensino religioso, de matrícula facultativa, como disciplina dos horários normais das escolas públicas de ensino fundamental. Sobre o assunto, o secretário da educação do Estado do Rio de Janeiro, em 2001, afirmou que "a religião, além de questão de fé, é também um ramo do conhecimento" e que a inclusão do ensino religioso na rede pública estadual "traduz a vontade de outros setores que não o governo, pois foi aprovado pela Assembléia Legislativa" (MENDONÇA, 2004, p.3).

Diante do exposto sobre a introdução do ensino do criacionismo no Brasil, fica uma primeira impressão de que grupos políticos estão se utilizando do sistema educacional para conquistar a simpatia de setores religiosos da sociedade. Sua ação não se mostrou muito articulada com organizações que procuram introduzir o chamado “criacionismo científico” nas escolas brasileiras, tal como a Associação Brasileira de Pesquisa da Criação, o que pode ser um indicativo de uma política sem muitas conseqüências sérias para o ensino das Ciências. De qualquer forma, é importante que estejamos sempre atentos às decisões que possam obscurecer o entendimento dos fundamentos da Ciência e de seus principais avanços históricos. É importante ressaltar que as objeções aqui apresentadas ao movimento criacionista não devem ser estendidas para a religião ou para uma visão religiosa da vida. (LICATTI, 2005, p. 27)

O ensino de evolução biológica tem sido dificultado em alguns países e, particularmente no estado do Rio de Janeiro, por fatores religiosos, causando confusão entre o que é conhecimento científico e o que não é. Dessa forma, poderá ocorrer privamento do acesso ao estudo da evolução biológica por parte de alunos da educação básica devido à incapacidade de alguns grupos religiosos em distinguir o conhecimento científico de questões relacionadas à fé religiosa.

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA

3.1 A pesquisa qualitativa

A pesquisa qualitativa difere da quantitativa por priorizar a análise de dados em suas qualidades e não quantidades. A pesquisa qualitativa não preconiza procedimentos opostos aos da pesquisa quantitativa, no entanto sua metodologia não faz uso de hipóteses que servirão de matéria-prima para experimentação controlada, como ocorre na pesquisa quantitativa. Apesar dessa diferença, muitas vezes as duas metodologias são complementares, conforme destaca Chizzotti:

Algumas pesquisas qualitativas não descartam a coleta de dados quantitativos, principalmente na etapa exploratória de campo ou nas etapas em que estes dados podem mostrar uma relação mais extensa entre fenômenos particulares. (CHIZZOTTI, 2008, p.84)

Há vários tipos de pesquisa qualitativa, classificadas de acordo com o objeto estudado, o modo de condução da coleta de dados e dos seus objetivos: pesquisa etnográfica, estudo de caso, observação participante, história de vida, análise documental, pesquisa-ação, entre outras.

Os pesquisadores dessa linha, de início, delimitam o problema imergindo-se no contexto do objeto de pesquisa, para a partir dali obterem informações que lhes permitam a delimitação e pesquisa desse problema. O pesquisador deve manter-se isento de preconceitos e com a mente aberta para novas possibilidades, para obter uma compreensão mais ampla possível do seu objeto de pesquisa.

De acordo com Bogdan e Biklen (1994) podemos atribuir cinco características à pesquisa qualitativa: (1) a fonte direta de dados é o ambiente natural e o investigador é o instrumento principal, ou seja, não existe montagem de experimentos e controles, a análise é baseada no que encontramos no ambiente sem modificações; (2) a coleta de dados é descritiva, por isso essa descrição deve ser densa e minuciosa para permitir uma completa

análise do objeto do estudo; (3) existe um grande interesse do pesquisador pelo processo, muito mais que pelos resultados ou produtos; (4) a análise dos dados tende a ser feita de forma indutiva, baseada em determinados referenciais teóricos; e (5) o significado dos processos é de importância vital na abordagem qualitativa.

3.2 Etapas da pesquisa

3.2.1 Levantamento quantitativo

Nessa primeira etapa aplicamos questionários a 452 alunos das três séries de ensino médio das redes particular e pública de São José do Rio Preto-SP, por meio dos quais levantamos dados quantitativos da maneira pela qual esses alunos se informam acerca da evolução biológica e quais recursos ou estratégias são as principais influências em tal processo, podendo assim identificar se a educação informal e recursos alternativos de ensino são relevantes para o processo de aprendizagem dos conceitos e teorias ligadas a Evolução Biológica. Para este questionário foram elaboradas perguntas que procuravam identificar quais as fontes de informação deles sobre evolução biológica, principalmente se eram oriundas da educação formal ou informal (ver Apêndice A). Nesse questionário o aluno podia, se quisesse, citar o tipo de fonte pela qual ele se informara a respeito da evolução biológica, desse modo procuramos não influenciar a resposta do aluno e obter respostas variadas para que pudessem ser classificadas se estavam relacionadas à educação formal ou à educação informal de acordo com os referenciais utilizados neste trabalho.

Optamos pela elaboração de novos instrumentos de coleta de dados em detrimento do uso de instrumentos já existentes pelo fato de a maioria dos trabalhos sobre ensino de evolução biológica abordar a questão do domínio conceitual de alunos e professores sobre a evolução biológica, tinha como referência o instrumento proposto por Bizzo (1991) em sua tese de doutorado *Ensino de Evolução e História do Darwinismo*, onde ele aplica questionários a alunos de Ensino Médio buscando identificar suas concepções acerca do conceito de evolução biológica. Chaves (1993) também trabalhou com a formação de conceitos relacionados à evolução biológica em professores e alunos do Ensino Médio. Trabalhos mais recentes como o de Santos (1999), Silva (2004) e Licatti (2005) também abordaram temáticas ligadas às concepções de alunos e professores sobre o conceito de evolução biológica.

Antes de iniciarmos a aplicação geral dos novos questionários, desenvolvemos um estudo piloto com uma turma de 29 alunos de primeiro ano do Ensino Médio de uma escola particular de São José do Rio Preto-SP. Este estudo piloto teve como intuito avaliar a eficácia das questões de modo a identificar quais delas se encaixavam aos objetivos propostos.

Em seguida, estabelecemos contatos com três escolas públicas e três escolas particulares da cidade. Esses contatos foram estabelecidos, de início, com o coordenador de Ensino Médio na escola, que autorizava a nossa entrada no estabelecimento para a aplicação dos questionários e, depois, com os professores. Terminada a aplicação dos questionários, os dados foram transcritos em planilha eletrônica, por meio da qual calculamos as porcentagens obtidas para cada item citado pelos alunos em suas respostas sobre as fontes de informação a respeito da evolução biológica. De posse desses dados foi possível identificar quais as fontes de informação dos alunos sobre evolução biológica, e pudemos então classificá-las como oriundas da educação formal ou informal. Por esta etapa não se referir ao objetivo principal da pesquisa, pareceu-nos desnecessário o uso de metodologias quantitativas de descrição estatística e validação de questionário. Nosso objetivo nesse levantamento limitou-se ao levantamento sobre os tipos de recursos que os alunos utilizam para se informarem sobre evolução biológica, que pudesse mostrar a relevância da educação informal para a aprendizagem da evolução biológica, de maneira que tivéssemos dados para justificar os objetivos do trabalho. Os dados foram dispostos em tabelas, apresentadas no Capítulo 4, de maneira a facilitar a visualização e a compreensão dos mesmos.

Elaboramos quatro tabelas descritivas acerca dos dados obtidos com os questionários. A tabela 2 descreve as fontes de informação informadas pelos alunos pesquisados, e nela os dados estão separados por dados obtidos por alunos de escolas públicas e particulares. Na tabela 3 agrupamos os dados de modo a obter o total geral das respostas, ou seja, o valor obtido (em números totais) de respostas para cada item, tanto de escola particular como pública foram somados e então fez-se o cálculo de porcentagem simples sobre o total de alunos respondentes (452). Já nas tabelas 4 e 5 foram feitas categorizações, onde na tabela 4 temos a categorização das escolhas dos alunos de acordo com a sua categoria, formal ou informal, divididas entre escolas públicas e particulares. Na tabela 5 demonstramos o total das escolhas dos alunos entre fontes formais e informais de ensino, sem separação por tipo de escola (particular ou pública).

3.2.2 Entrevistas com professores de Biologia do Ensino Médio

Depois do estudo piloto, iniciamos a segunda etapa da pesquisa, que previa a realização de entrevistas com professores de Biologia do Ensino Médio de cinco escolas públicas, selecionadas aleatoriamente. Para entrevistar os professores, elaboramos um roteiro semi-estruturado, que permitiu uma razoável flexibilidade durante o processo de coleta de dados. Segundo Lüdke e André:

Será preferível e mesmo aconselhável o uso de um roteiro que guie a entrevista através dos tópicos principais a serem cobertos. Esse roteiro seguirá naturalmente uma certa ordem lógica e também psicológica, isto é, cuidará para que haja uma seqüência entre os assuntos, dos mais simples aos mais complexos, respeitando o sentido do seu encadeamento. Mas atentar-se também para as exigências psicológicas do processo, evitando saltos bruscos entre as questões, permitindo que elas se aprofundem no assunto gradativamente e impedindo que questões complexas e de maior envolvimento pessoal, colocadas prematuramente, acabem por bloquear as respostas às questões seguintes. (LÜDKE & ANDRÉ, 1986, p. 36)

O roteiro foi elaborado com base nos objetivos do trabalho para que pudéssemos obter respostas coerentes com esses objetivos e pudessem ser submetidas à análise posterior, segundo os referenciais teóricos propostos no trabalho.

A escolha das escolas foi baseada em critério aleatório, de modo a obtermos professores com as experiências mais diversas, para que obtivéssemos a maior riqueza e diversidade de informações possível. Assim, escolhemos cinco escolas de cinco regiões diferentes da cidade, de modo que não fossem próximas umas as outras.

Elaborados os roteiros de entrevistas, agendamos as datas e os horários para a sua realização. As entrevistas foram gravadas em áudio digital e posteriormente transcritas, respeitando as normas gramaticais da norma culta do vernáculo quando eram notados erros, o que depois facilitaria a análise das respostas.

Antes de iniciarmos a entrevista, explicamos ao professor o procedimento adotado, destacamos a importância de respostas verdadeiras e independentes e garantimos a confidencialidade dos dados para que o professor sentisse-se a vontade. Em seguida apresentamos o termo de consentimento livre e esclarecido, no qual estão definidos claramente os propósitos da pesquisa, como seria feita a utilização dos dados e como seria a participação do professor, para que ele o lesse e concordando assinasse (ver Apêndice C). Após essa etapa iniciamos a entrevista com as perguntas baseadas nas perguntas-geradoras propostas no roteiro semi-estruturado (ver apêndice B).

Para analisar e organizar os dados obtidos após as entrevistas utilizamos o método de análise de conteúdo, que procura evidenciar os significados manifestos nas afirmações dos entrevistados e, então, ultrapassá-los e atingir os significados subjacentes. De acordo com Minayo (1996), há várias técnicas de análise que nos permitem atingir os significados manifestos em material com enfoque qualitativo. No nosso caso optamos adotar a Análise Temática que “consiste em descobrir os núcleos de sentido que compõem uma comunicação cuja presença ou frequência signifiquem alguma coisa para o objetivo analítico visado” (1996, p. 209).

Podemos dividir a análise deste trabalho em três momentos. No primeiro, fizemos a leitura geral de todas as entrevistas visando interiorizar o conteúdo daquele material para que fosse possível a análise seguinte. Esta etapa, que Minayo (1996) chama de leitura flutuante, exige do pesquisador muita atenção ao que é lido e aos objetivos propostos no trabalho, pois nela se identifica, nas afirmações dos entrevistados, o que poderá ser utilizado na composição das categorias propostas de acordo com os objetivos da pesquisa. Então, ocorreu a primeira organização do material, com o estabelecimento de *unidades de registro e de categorias*, a partir dos próprios dados coletados, orientado, em princípio, pelas hipóteses iniciais e pelos referenciais teóricos do projeto, como sugerem Triviños (1987) e Gomes (1994), para quem as unidades de registro são elementos obtidos por meio da decomposição do conjunto da mensagem, que podem ser uma palavra-chave, todas as palavras de um texto, uma frase ou uma oração. Além disso, como destaca Minayo (1996) é necessário estabelecer a sua *unidade de contexto*, ou seja, a delimitação do contexto de compreensão da unidade de registro.

Após a leitura do material foi possível identificar núcleos de sentido ou de significação nas afirmações dos professores, o que permitiu sua organização em categorias (unidade de contexto), tomando-se como referência os conceitos abordados no capítulo 4, por meio das quais discutimos os conceitos de educação formal e informal, recursos e estratégias alternativas de ensino e a aprendizagem de conceitos científicos. Então confrontamos o referencial teórico com as afirmações dos professores e obtivemos as seguintes categorias:

- (1) Importância atribuída ao uso de recursos alternativos na aprendizagem da evolução biológica;
- (2) Relação entre educação formal em espaços não-escolares e aprendizagem;
- (3) Relação entre educação informal e aprendizagem de conceitos científicos.

Depois da categorização, passamos a etapa de interpretação das afirmações de acordo com o referencial proposto. Para isso utilizamos o referencial teórico o recorte aqui

apresentado da teoria sócio-histórica de L.S. Vigotski, como proposto por Gaspar (1993), pelo qual se justifica a viabilidade do ensino informal dentro do contexto do ensino das ciências.

CAPÍTULO 4

TEORIA DA EVOLUÇÃO BIOLÓGICA: O QUE PENSAM ALUNOS E PROFESSORES

Conforme apresentamos anteriormente, a pesquisa teve duas etapas de coleta de dados, uma quantitativa e outra qualitativa. Para melhor compreensão dos nossos resultados, dividimos este capítulo em duas partes:

- 1) Levantamento quantitativo sobre a educação informal em evolução biológica com alunos de Ensino Médio, em que apresentamos os dados obtidos por meio dos questionários respondidos por esses alunos. Estão incluídas nesses dados as porcentagens encontradas para cada item de educação informal citado pelos alunos como fonte de informações sobre evolução biológica.

- 2) Análise das entrevistas com os professores. Nessa parte dividimos a seção em subtópicos para mostrar claramente os resultados de nossa análise; em cada subtópico apresentamos uma análise das afirmações de cada professor entrevistado.

4.1 Levantamento quantitativo sobre a educação informal em evolução biológica e alunos de Ensino Médio

Foram aplicados questionários a 452 alunos das três séries do ensino médio de três escolas públicas e três escolas particulares de São José do Rio Preto – SP. A seguir apresentamos as tabelas com as porcentagens dos dados obtidos.

Tabela 2: Fontes de informação de alunos de ensino médio de escolas públicas e particulares acerca da Evolução Biológica

	Escolas Públicas	Escolas Particulares
Internet	13%	19%
Livros didáticos	29%	34%
Revistas	8%	20%
Documentários	23%	13%
Jornais	13%	5%
Aulas/professor	9%	7%
Amigos	0%	1%
Bíblia/livros religiosos	3%	1%

Tabela 3: Fontes de informação de alunos de ensino médio acerca da Evolução Biológica no total

	Total Geral (Escolas públicas + particulares)
Internet	17%
Livros didáticos	33%
Revistas	11%
Documentários	21%
Jornais	8%
Aulas/professor	8%
Amigos	1%
Bíblia/livros religiosos	1%

Com base nas respostas dadas podemos considerar como relacionados à educação formal os seguintes itens: livros didáticos e aulas/professor. E consideramos como

relacionados à educação informal os seguintes itens: Internet, revistas, documentários, jornais, amigos e Bíblia/livros religiosos. Com base na categorização de educação formal e informal por nós estabelecida, obtivemos os seguintes dados a respeito da origem das informações sobre evolução biológica em alunos do Ensino Médio. Veja tabelas 4 e 5.

Tabela 4: Origem das fontes (educação formal ou informal) de informação sobre Evolução Biológica por escolas públicas e particulares

	Escolas Públicas	Escolas Particulares
Educação Formal	40%	34%
Educação Informal	60%	66%

Tabela 5: Origem das fontes (educação formal ou informal) de informação sobre Evolução Biológica pelo total geral

	Total Geral (Escolas públicas + particulares)
Educação Formal	41%
Educação Informal	59%

Pelos dados da tabela 5 observamos que a educação informal foi mais citada como fonte de informação a respeito da evolução biológica, tanto por alunos da rede pública como da particular. Isso demonstra a importância da educação informal para a aprendizagem de conceitos sobre evolução biológica. Esse dado também é, a nosso ver, um indicativo de que não só a educação informal é importante na aprendizagem da evolução biológica, mas também a adoção de estratégias e recursos alternativos de ensino característicos da educação informal na educação formal. Se alunos se informam sobre evolução biológica fora da escola por meio de jornais, revistas, documentários, etc., estes mesmos recursos poderiam ser utilizados como recursos alternativos na educação formal, o que poderia reverter o quadro por nós encontrado (de pouca informação sobre evolução biológica por ela oferecida) e assumir a condição de fonte de informação mais importante sobre a evolução biológica.

Outro ponto importante observado é que, dentre as fontes de informação oriundas da educação formal, as aulas foram pouco citadas. Esse fato é preocupante, pois coloca o professor e as aulas como uma das últimas fontes de informação sobre evolução biológica, pois o professor é (ou deveria ser) o parceiro mais capaz no processo de aprendizagem, principal colaborador responsável pela aquisição de conhecimentos de seus alunos e suas

aulas são (ou deveriam ser) desencadeadoras das interações sociais em que o processo de ensino e aprendizagem se desenvolve.

4.2 Análise das entrevistas com professores

A seguir, apresentamos a análise por nos realizada das entrevistas com os professores, nas quais procuramos identificar, de acordo com suas afirmações:

- (1) A importância atribuída ao uso de recursos alternativos na aprendizagem da Evolução Biológica;
- (2) a relação estabelecida por eles entre educação formal em espaços não-escolares e aprendizagem;
- (3) a relação estabelecida por eles entre educação informal e aprendizagem de conceitos científicos.

4.2.1 Importância atribuída ao uso de recursos e estratégias alternativas no ensino de evolução biológica

PROFESSORA 1 (P1)

Considera muito importante o uso de recursos alternativos no ensino de Ciências, pois segundo ela, recursos alternativos permitem interação do aluno com o objeto de estudo e isso facilitaria a aprendizagem e também a fixação. Ao que parece, a professora acredita que para haver aprendizagem deve haver fixação de conceitos, uma idéia clássica da pedagogia tradicional que, em geral, remete à memorização, mas que, a nosso ver, não leva à aprendizagem. Se, no entanto, a fixação do conceito for entendida como um meio ou etapa inicial para a sua futura construção cognitiva, ela pode ser considerada válida.

Ao falar sobre interação ela demonstrou inconsistência ao definir a relação entre interação e recursos alternativos de ensino, pois citou como recurso alternativo capaz de promover interações o uso de filmes, recurso audiovisual que pode motivar os alunos a aprenderem o conceito (ou conceitos) apresentado, mas não garante (em geral até inibe) a interação com o objeto em estudo. Na apresentação de jogos ou na realização de visitas a exposições e museus, por exemplo, isso dificilmente ocorre; nessas atividades, ao contrário, o

aluno é estimulado (às vezes até obrigado) a interagir com o objeto de estudo. Segundo essa professora existe a necessidade da interação prévia dos alunos com um recurso tradicional que exponha os conceitos científicos para que eles possam adquirir o embasamento teórico para compreenderem a aplicação do conceito no jogo ou no filme.

E: (...) Em relação a proposta sobre o uso de estratégias alternativas, como por exemplo o uso de jogos, debates e seminários para ensinar evolução biológica. Você acha que isso pode ajudar o aluno, você acha que isso pode facilitar o aprendizado, e se sim, como?

PI: Eu acho que isso daí deve ajudar muito, porque os alunos estão acostumados a **aprender a partir do momento em que eles interagem, e usando filmes, jogos e outras alternativas, eu acho que ajuda através da interação com que eles aprendam mais, fixem conceitos...** apesar d'eu achar que a parte teórica é muito importante, tem que ter muito embasamento teórico, antes de partir para esses outros métodos alternativos.

Ao ser questionada sobre quais estratégias alternativas ela já havia utilizado para o ensino de evolução biológica, a professora manteve-se na mesma linha da resposta anterior, e continuou defendendo o uso de estratégias que privilegiam a interação do aluno com o objeto de estudo. Ela afirma que, além dos próprios alunos, já usou jogos, trabalhos manuais com cartolina e papel crepom na durante a explicação do tema. Todas as estratégias por ela citadas são de fato alternativas e, a nosso ver, contribuem para o processo de aprendizagem, pois são métodos que permitem a interação do aprendiz com outros colegas e com o objeto de estudo, o que permite a interiorização do conceito e de seu significado, uma forma de estimular a interação social, fundamental à aprendizagem. Além disso, sua afirmação mostra que ela está consciente de que a motivação que esse tipo de atividade propicia aos alunos estimula a atenção deles em relação ao conteúdo trabalhado. Segundo Vigotski, motivação e atenção são condições essenciais para que ocorra a aprendizagem.

E: Você já utilizou alguma estratégia alternativa para ensinar evolução biológica?

P1 :Bom... de várias formas, mas principalmente, como é uma teoria muito antiga e que se baseia em exemplos que não são muito palpáveis aos alunos, apesar de que a gente pode trazer primeiro exemplos do dia de hoje, que é muito importante. **Já usei os próprios alunos como forma de explicar a seleção natural, e jogos mesmo, eu acho que pode ajudar pra explicar a teoria do uso e desuso, aqueles métodos das mariposas, antes depois da revolução industrial, dá pra fazer jogos de cartolina mostrando com exemplos de insetos ou de bolinhas coloridas,** eu acho que dá para mostrar bem. **Eles ficam muito mais atentos a seleção natural,** eles entendem mais o conceito de seleção natural, eles conseguem diferenciar da teoria de Lamarck quando a gente mostra o jogo, faz uma comparação.

Até este momento a professora P1 havia julgado importante o uso de estratégias alternativas de ensino e havia comentado quais ela já havia utilizado para ensinar evolução biológica, no entanto percebe-se que volta a tona a idéia, para nós errônea, que a professora tem a respeito de aprendizagem, pois no seu entendimento ela é decorrência da memorização do conceito e não da internalização do significado do conceito. Para ela, as dificuldades que tem tido em passar, ou seja, transmitir o conceito de Evolução Biológica aos alunos, se devem à passividade do aluno durante a apresentação desse conceito. No entanto, isso se deve, a nosso ver, à preocupação da professora com transmissão de conceitos do que com o desenvolvimento de atividades que possam propiciar as interações sociais em torno dos conceitos científicos e nas quais ela possa exercer o papel de parceira mais capaz e possa estimular, no aluno, a formação das estruturas cognitivas necessárias para a compreensão desses conceitos.

E: E no caso do conceito errado sendo passado (em vídeo), você acha que um conceito sendo passado errado ele pode atrapalhar a aprendizagem?

P1: Com certeza eu acho que sim! Porque, principalmente com alunos menores **eu já vi muita dificuldade em passar o conceito, uma vez que eles já tinham o conceito pré-formado de uma maneira errada**, eh... não posso dizer de uma maneira errada, mas de uma maneira diferente.

A respeito da aprendizagem com esses recursos alternativos, a professora P1 acredita que a introdução de um recurso alternativo possa levar a melhoria na aprendizagem de um conceito científico desde que haja motivação por parte dos alunos, são eles que têm que buscar informações acerca do assunto, o que, de novo vai ao encontro das idéias sobre a motivação, apresentadas na teoria de Vigotski assumidas neste trabalho.

E: Você acredita que o rendimento deles tenha sido melhor na aprendizagem com a introdução desse recurso ou do jeito tradicional?

P: Eu volto a dizer, **depende do aluno**. A gente sempre faz para melhorar, e todo aluno que **busca isso**, conseqüentemente vai melhorar! Eu acredito que piorar, eu acredito que não vá, mas vai depender do **aluno querer buscar** também. A gente tem que oferecer e, eu acho que se a gente oferece é para melhorar. Aqueles alunos que leram o trecho do livro que eu recomendei, obviamente obtiveram um desempenho melhor do que eles teriam, mas muitos tiveram desempenho tão bom ou melhor e não leram o trecho.

PROFESSORA 2 (P2)

Inicialmente ela julga muito importante o uso de recursos alternativos no ensino e acredita que as recomendações dos Parâmetros Curriculares Nacionais sobre o uso desses recursos são muito apropriadas. Segundo ela a monotonia imposta pelas aulas simplesmente

expositivas torna o aprendizado cansativo e ineficiente. No entanto ela mesma faz uso de poucos recursos alternativos para o ensino de evolução biológica, pois além das aulas tradicionais ela só dispõe de filmes. Quando questionada se utilizava jogos em suas aulas, ela afirmou que isso só acontecia quando os estagiários de Prática de Ensino do IBILCE (Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas do campus da UNESP de São José do Rio Preto – SP) levavam alguns jogos. O uso de algo diferente ao filme, portanto, não era iniciativa dela, mas faz parte de um projeto alheio ao seu planejamento de aula. No entanto, ela não acredita na validade do uso desse recurso para a aprendizagem do conteúdo exposto em sala de aula, pois, segundo ela, ele não provoca alteração no conhecimento dos alunos, o que, de certa forma, contradiz sua afirmação anterior em que afirma ser importante o uso de estratégias alternativas de ensino, a menos que ela exclua os jogos do rol dessas atividades. Talvez a professora não saiba como exercer seu papel de parceiro mais capaz na interação com o aluno com o uso de jogos. Outro detalhe a ser levantado refere-se à questão da motivação, também apontada por ela como um fator importante para que a aprendizagem possa ocorrer, pois segundo a professora P2 quando ela usa os filmes da Diretoria de Ensino, muito velhos e com defeitos de imagem e som, os alunos se aborrecem e não se motivam para prestar atenção no que está sendo apresentado.

E: Especificamente sobre o ensino de evolução biológica, você utiliza outros recursos além dos tradicionais para o ensino?

P2: **Eu tenho filmes meus para isso.**

E: Esses filmes você adquiriu?

P2: Ou eu compro, ou as vezes eu gravo, mas dificilmente eu utilizo o material que tem na D.E (Diretoria de Ensino) que eu acho eles muito desatualizados... **é chato, não dá pra trabalhar... o aluno não agüenta.** Você pega o filme e passa, de repente começam todos aqueles defeitos, e eu acho que isso já atrapalha. E eles são meio antigos, parece que eles não renovam. E eu compro da Abril, eu assino aquela Scientific American, que as vezes eu vejo alguma coisa interessante e aí eu compro (*sic!*), pois eu tenho que me atualizar né?

E: Você já utilizou algum tipo de jogo para o ensino de evolução?

P2: **Geralmente são meus estagiários do IBILCE (UNESP) que trazem alguma coisa, eles utilizam isso.**

E: Como são esses jogos?

P2: Tabuleiro... só que **eu acho que não funciona muito.** Pela observação que eu tenho depois com os alunos eu acho que não.

E: Com a interferência do jogo você acha que isso não altera o conhecimento dos alunos sobre o assunto?

P2: **Não, infelizmente não!**

E: Você afirmaria que (o jogo) pode prejudicar?

P2: Não, prejudicar não! Mas também não dá um ganho muito grande...

E: Não oferece nada diferente da aula...

P2:**Se eu desse em aula seria a mesma coisa.**

Sobre uso de recursos alternativos no ensino a professora afirmou utilizar também textos de jornais e revistas fotocopiados, porém o só faz para abordar novos assuntos da ciência ainda não são abordados nos livros didáticos. A nosso ver, essa opção da professora é muito válida, pois mantém seus alunos atualizados em relação às novidades da ciência, o que faz parte do processo de alfabetização em ciências, mas só para esses assuntos é minimizar sua potencialidade. Ele poderia ser utilizado como estratégia de ensino dos conteúdos curriculares, apresentando novas versões, exemplos e tendências na abordagem desses conteúdos aos alunos, para que eles não tenham como uma única fonte de leitura, o livro didático.

E: Voltando ao assunto de recursos alternativos para o ensino de evolução biológica, sobre textos de revistas e jornais, você trabalha isso em sala de aula?

P2: Ah sim! **Tudo que sai eu trago para eles, as novidades eu trago, atualizo sempre eles.**

Em outro questionamento a professora P2 discorre sobre a importância de o aluno interagir com o objeto em estudo. A professora citou como exemplo a importância de uma atividade de construção de um molde de DNA para que eles entendam do que se trata o DNA, que, para ela é muito mais eficaz do que a apresentação desse conteúdo por meio de uma aula tradicional.

E: Faz parte do aprendizado o contato do aluno?

P2: Quer ver uma coisa: que nem, você vai explicar DNA, você pode ficar **falando mil vezes, não adianta.** Se você mandar um aluno montar um DNA, na hora que ele fizer, você explica, eles entendem, é maravilhoso! **É o concreto! Eles vendo aquilo ajuda muito!**

PROFESSORA 3 (P3)

A professora P3, assim como as outras duas anteriores, também acha que o uso de jogos é um recurso importante, desde que haja tempo para a execução da atividade com outros recursos mais tradicionais. A professora afirmou também possuir um vídeo que ela utiliza raramente, mas acredita que o seu uso deva ser uma boa iniciativa, pois julga faltarem recursos novos no ensino, que quando inseridos na prática escolar do professor facilitam o

processo de aprendizagem de seus alunos, pois os motiva a aprender. No entanto, ela atribui a inexistência de mais recursos alternativos à acomodação dos professores em relação a sua função, fruto da organização do sistema educacional do Estado. Os baixos salários pagos aos professores os obrigam a assumir muitas aulas e os impede de preparar aulas melhores, buscar novas estratégias de ensino. A professora P3 afirma que a diferença tecnológica entre o que o aluno observa no dia-a-dia fora e dentro da escola é muito grande, o que exerce sobre ele um efeito desmotivador. Quanto ao uso de jogos no ensino de evolução biológica, é para ela inviável, devido ao pouco tempo de aulas semanais, o que dificulta, já que ela precisa de tempo para a aplicação do jogo e para exposição da teoria.

E: Você já utilizou algum tipo de recurso alternativo para ensinar Evolução Biológica?

P3: Eu fiz um curso de Genética e Evolução na UNESP, **e eu recebi um jogo, que eu usei uma vez. Eu tenho uma fita que fala sobre evolução, é um filme que fala sobre evolução. Mas não é sempre que eu uso não**, porque não dá tempo!

E: Quando você usa, você acha que vale a pena?

P: **Tudo que você puder colocar para melhorar eu acho que é bom!** Porque aí **motiva** um pouquinho mais. **Porque aluno está acostumado com computador, com televisão, com toda a tecnologia, aí chega aqui fica giz e lousa, giz e lousa, porque a gente entra nessa rotina mesmo!** Eu falo por mim, não falo pelos meus colegas. Aí os alunos dizem: mas professora, de novo! **Eu acho que falta muito essas coisas diferentes...** e o professor está um pouco acomodado como eu estou também. **Mas o professor está sobrecarregado, porque com o que ele ganha...** No começo deste ano, algumas escolas tinham o adicional do local de exercício, uns 250, 300 reais e tiraram assim ó! Era como uma gratificação, eles tiram, põem... A gente percebe assim: é como se a gente não fosse nada, não fizesse nada...

E: E o que você achou dessa experiência, foi importante, ou não modificou muito o aprendizado deles...

P3: Eu acho que em si, **poderia ter sido melhor se tivesse dado tempo para trabalhar mais. Tem que ter tempo pra teoria e tempo para a prática.** O que acontece é o seguinte, nós temos só duas aulas de Biologia, agora, porque antes no primeiro era apenas uma aula. Aí você entrava fazia chamada, preenchia aquela papeleta, aí na hora em que você começava a engrenar com a matéria, pronto, acabava a aula! Você entendeu?

PROFESSOR 4 (P4)

O professor P4 concorda com o uso de recursos alternativos no ensino e faz uso deles quando possível. Atribui o pouco uso desse recurso também à organização do sistema educacional do Estado e aos baixos salários pagos aos professores da rede oficial de ensino. Ele usa alguns desses recursos alternativos e acredita que o seu uso é importante, pois os

recursos por si só ensinam aos alunos os conteúdos de maneira mais eficiente que o professor, uma visão que, como vimos, contraria a teoria da aprendizagem de conceitos científicos de Vigotski. No entanto, na mesma afirmação o professor P4 relata algumas experiências com visitas a uma mata (bosque) com alunos e afirma que é uma experiência muito proveitosa, porque os alunos entram em contato com o objeto em estudo e surgem dúvidas, que são prontamente respondidas por ele e daí começa a surgir a aprendizagem do conteúdo em questão. Nota-se que, nessa observação, ele se contradisse, pois, se colocou como parte importante no processo de aprendizagem dos alunos – das interações sociais decorrentes da interação dos alunos com o objeto, aparecem dúvidas que o professor (parceiro mais capaz) esclarece, o que pode levar à aprendizagem, exatamente como prediz a teoria vigotskiana. Aliado a isto, o professor P4 comenta sobre a questão da motivação para a aprendizagem de conceitos, e que passar documentários aos alunos é uma maneira de motivá-los e ficarem atentos à aula, contemplando parte do processo de aprendizagem.

E: Sobre os Parâmetros Curriculares Nacionais, há sugestões sobre o uso de estratégias um pouco diferentes para o ensino de Biologia, usando debates, seminários... o que você acha dessa sugestão, concorda ou discorda?

P4: **Importantíssimo**, sem dúvida. **O problema é que nem sempre a gente acha condições favoráveis nas escolas para trabalhar dessa forma**, e o tempo que a gente tem, o corre daqui pra lá... o fato do estado já te pagar um salariozinho já te obriga a pegar muitas aulas e você não tem tempo para fazer tanta coisa diferente e nem sempre a coisa está certinha, por exemplo: um dia desses eu queria na escola fazer uma aula de informática, estava tudo prontinho, aí chega lá eles dizem: estamos fazendo manutenção, não vai dar pra usar... então esse tipo de coisa às vezes também atrapalha. Igual, outro dia fui usar o aparelho de DVD e não estava funcionando, aí eu tive que trazer de casa... então sempre tem esses entraves, mas a gente não pode parar por causa disso e dizer: não vou fazer! Mas é importantíssimo! Um assunto que às vezes você ficaria aí 4 ou 5 aulas o **aluno vê um filminho de 50 minutos e aprende muito mais que nas aulas**, ou uma animação na informática. Um dia desses, eu estava querendo trabalhar gráfico, aí eu encontrei um **programinha, um joguinho, que você insere os dados e ele ensina a fazer o gráfico, então isso é importante**. Ou então uma pesquisa, **eu já tenho ido há alguns anos com o pessoal da manhã em uma mata lá em Cedral aí a gente solta o pessoal lá, eles vão perguntando daqui de lá**, apesar disso sempre ser um risco para o professor, porque tem a responsabilidade grande de levar, cuidar desse aluno, tem uns que não obedecem, tem aqueles que perguntam: ah, que árvore é essa e às vezes você não sabe responder, porque não somos uma enciclopédia ambulante, não tem como saber... **enfim, aí nós vamos respondendo as perguntas dos alunos e aí vamos batendo um papo**. Me lembro uma vez, tinha uma classe que eu não dava muita coisa, mas eu resolvi levar (à mata) esse pessoal, andamos, aí eles começaram a perguntar, foi vendo a decomposição, foi vendo os fungos, quando foi ver, saiu ali uma aula excelente! **Quando eles vão perguntando, é a curiosidade deles que leva...** uma visita pode levar a isso. Por exemplo, às vezes você leva lá no zoológico aí você vai comparar as características desse animal, fazendo uma perspectiva evolutiva ali mesmo com o que você está vendo. A turma desse ano eu vou

levar no Zoológico de Rio Preto, eu passo antes algumas coisas para eles estudarem e aí nós vamos, mas é uma coisa informal, aí eu vou fazer uns questionamentos sobre aquilo ali. Eles têm um pouquinho de dificuldade de passar o que eles querem em texto, mas aí a gente vai conversando e eles vão conseguindo. Eles têm dificuldade em fazer relatório de qualquer coisa que você peça. Então, eu acho importante essa questão de ensinar informalmente, inclusive, agora no estado está chegando uma série de DVD's, tem de evolução, de meio ambiente, já dá pra de repente passar para os alunos e **motivá-los**, ou até mesmo pesquisar em livros, uma figura, dá pra se trabalhar bem isso aí, porque assim a gente sai desse trivial.

Outra contradição aparece quanto à importância do uso de recursos alternativos no ensino. Para ele, no uso de filmes, revistas e outros recursos em sala de aula, é importante a presença do professor, pois a este lhe cabe a função de orientador da aprendizagem – o recurso alternativo por si só não propicia a aprendizagem; mais uma vez nota-se que ele reconhece a necessidade da presença do parceiro mais capaz para a aprendizagem de conceitos científicos.

E: Você acha que em algum momento esses recursos como, TV, filmes, revistas, jornais, podem atrapalhar a aprendizagem?

P4: Se for mal utilizado, sim, sem dúvida! **Fazer por fazer não resolve**, você tem que propor e ir amarrando com o conteúdo que ele realmente precisa aprender. Se você vai falar de evolução aí depois você vai falar de tecnologia lá do fogo, tem um filme assim, que se **você joga pro aluno ele não vai entender nada, aí você tem que ir explicando, ou seja, não adianta só jogar porque o aluno sozinho não vai conseguir entender.**

O professor P4 também falou a respeito do que desmotiva os alunos; para ele a tentativa de ensinar os conteúdos com um alto grau de especificidade desmotiva os alunos, e atrapalha o processo de aprendizagem, pois não há motivação. Apesar de o comentário se relacionar ao ensino de Biologia Celular, a discussão é perfeitamente aplicável ao ensino de evolução biológica, cuja abordagem também pode atingir um alto grau de especificidade.

E: Para o ensino de Biologia como um todo, você acha os programas de vestibular adequados para o ensino médio?

P4: **Acho que tem detalhes demais**, onde tinha que ter só uma visão geral. Às vezes até dá certo, por exemplo, nas escolas particulares eles priorizam aquele conteúdo, a memorização e uma série de coisas, de repente tá até certinho aquilo lá, mas no ensino médio público, na verdade pela própria LDB o ensino médio tem que ser mais amplo, ele tem que abrir horizontes para o aluno, tem que diversificar o máximo que puder, porque depois, na graduação é que ele vai se especializar, ou seja, o ensino médio tem que dar essa visão geral. E às vezes, por exemplo, **no ensino de citologia eles vão lá no fundo, na ultra-estrutura, o que desanima o adolescente**, então você tem que dar uma visão geral. É importante ensinar a organização geral da célula, mas não precisa aprofundar tanto. Mesmo na genética, na fisiologia, eles pegam umas coisas

que vão lá no fundo, não adianta! Mesmo porque, com duas ou três aulas semanais que temos, não tem como aprofundar muito. Então tem esse problema, e às vezes o aluno tem um conhecimento razoável, mas aí no vestibular particulariza demais e ele não consegue responder.

O professor P4 também reconhece que atividades alternativas que priorizem o aluno com uma postura ativa frente a atividade favorecem a aprendizagem, podemos assim interpretar a atividade como algo motivador. Segundo ele, essas atividades quando aliadas à informação já existente na mente do aluno, auxiliam no processo de aquisição do conceito científico correto. E o fato de não haver memorização de conceitos e haver a visualização concreta do assunto e dos conceitos trabalhados também são motivadores para o aluno e auxiliam no processo de aprendizagem. Na sua afirmação, o professor se referiu ao Ensino de Genética, mas essa característica também é aplicável ao ensino de evolução biológica.

E: Você acha que esse tipo de atividade alternativa é mais vantajosa que, por exemplo, a leitura de um capítulo de livro durante a aula?

P4: Sem dúvida! **Ele precisa ler para ter a informação**, mas ele já vai ter uma outra visão. Já percebeu a ligação de uma coisa com a outra, percebeu o que tem de comum nesse e naquele. Outro dia desses, vendo cromossomo daqui e de lá, aí você vai vendo que dá pra você ver ali que nos mamífero estão próximos de quarenta e poucos, e dá pra relacionar o porquê disso. E como que dá pra trabalhar isso: **com colagens, a montagem do cariótipo, sem decorar nada**, mas a gente tem que ajudar. **É uma maneira de você ver.**

PROFESSORA 5 (P5)

A professora P5 utiliza um jogo semelhante ao de batalha naval ⁷ sempre que ensina evolução biológica. Para ela o jogo é parte importante do processo de aprendizagem, pois ele reforça o que foi previamente ou exposto, ou seja, esse recurso alternativo é válido desde que associado ao ensino tradicional. Ela afirma que o jogo é uma maneira de despertar a curiosidade e prender a atenção de alunos que normalmente não se interessam pelas aulas, o que podemos entender como um agente motivador. Além disso, segundo ela, esse tipo de atividade permite que a aula seja mais abrangente.

E: Os PCN têm uma sugestão sobre o uso de seminários, debates e jogos no ensino. O que você acha dessa sugestão? É válida ou não?

P: Ela é válida. **Existe um jogo que é feito tipo uma batalha naval** e fala sobre as mariposas da Inglaterra para poder dar ênfase a seleção natural. Eu já usei, eles gostam, eles entendem. É uma coisa bem simples, com papel de presente mesmo, as mariposas, dá bem certo, fica bem evidente o melanismo industrial e a seleção natural.

⁷ Batalha Naval é um jogo que consiste em dois adversários tentando eliminar o maior número possível de navios do inimigo baseando-se em tentativas sem parâmetros definidos.

E: Você acha que é mais válido a utilização dessa estratégia do que encher uma lousa de matéria e comentar o assunto, ou acha que dá no mesmo?

P: Eu acho que **reforça bastante**. Eles entendem... os alunos não assimilam igualmente, então tem alguns que você vê que ali entendeu, é importante ele ler, é importante ele ouvir você falar, mas com essa atividade as vezes você **atinge um aluno que você não tinha atingido ainda**. Então eu acho importante.

E: Você a enxerga (jogo das mariposas) como uma atividade complementar?

P: Eu acho importante a leitura de um livro, o professor, mas esse tipo de atividade é importante, porque as vezes é aí que você **desperta a curiosidade**. Então, **aquele aluno que não ta muito aí você o atinge**. É muito bom.

Em outro momento a professora P5 fala de sua vontade de utilizar computadores e Internet em suas aulas, mas reclama que falta infra-estrutura no laboratório de informática de sua escola, que é pequeno e não comporta todos os alunos de uma turma ao mesmo tempo. Para ela esse tipo de atividade seria interessante, pois os alunos apreciam recursos visuais, por isso a visualização de aspectos de um conteúdo pode motivar a aprendizagem, como também já discutimos acima.

E: Por um acaso tem algum recurso desses alternativos que você já tenha visto e gostaria de utilizar para ensinar Evolução Biológica?

P: **A Internet seria um recurso**, tá! Mas que a gente trabalha com pesquisa, pede para os alunos, seria legal, só que fica difícil com a **sala numerosa**.

E: O laboratório aqui não comporta muitos alunos ao mesmo tempo?

P: A gente até utiliza, mas ao mesmo tempo não daria. Sinceramente, pelo número de alunos em sala de aula não daria. O que a gente faz é pedir pesquisas para fazerem em casa. Mas é uma coisa que eu acho... **eles são muito visuais**, gostam dessa parte agora, seria muito legal, mas não tem como usar ainda. Porque você tem que pensar na disciplina e no aproveitamento, porque não adianta você ir lá e uma só aproveita.

Pelas afirmações dos professores percebemos que por mais que achem importante o uso de estratégias alternativas, não fazem grandes usos do mesmo. Suas aulas ficam muito restritas aos recursos tradicionais. O interessante é que eles consideram importante o uso de jogos, filmes, textos, mas não utilizam. Alguns dão explicações para o não uso, como o baixo salário, pequena quantidade de aulas, entre outros, mas existe aí um problemas que cabe uma investigação futura.

4.2.2 Importância da educação formal em espaços não-escolares

PROFESSORA 1 (P1)

A professora comenta que já levou seus alunos a uma exposição, o que podemos considerar como atividade de educação formal em espaço não-escolar, já que a visita foi organizada pela escola e tinha uma intenção, ensinar algo aos alunos, no caso, a própria evolução biológica, pois tratava-se da Exposição Darwin, que esteve no Museu de Arte de São Paulo (MASP) durante os meses de maio a julho de 2007. No seu relato, a professora sugere que a visita teria sido mais proveitosa para os alunos se eles tivessem sido acompanhados por monitores, pois eram muitos alunos e ela era a única professora de Biologia, e disse que não daria conta de ela ser a responsável por conduzir e explicar toda a exposição. Assim, podemos entender que a professora julga necessária a presença de parceiros mais capazes para que haja a aprendizagem em espaços informais de ensino, os monitores, responsáveis por interagir com os alunos e criar condições para que os recursos apresentados na exposição pudessem se tornar recursos de aprendizagem de conceitos científicos novos, ou mesmo despertar o interesse do aluno pelo assunto. Ela cita ainda o grande número de textos na exposição, para ela um agente desmotivador aos alunos. O fato de os alunos viajarem para visitar a exposição cria uma expectativa em torno dela, de que seja algo diferente do que já estão acostumados no ensino formal; a grande quantidade de textos necessárias para que pudessem entender a exposição pode torná-la desmotivante e perder parte de sua função de apresentar algo complementar e diferente do que ocorre no ensino formal. Cabe neste momento uma ressalva à posição da professora, pois cabia também a ela a posição de monitora e de orientadora da visita, devendo ela preparar atividades junto aos alunos de modo a propiciar a interação entre a exposição e os alunos.

E: A que você atribui essa falta de interesse dessa parcela de alunos a que você se referiu, mesmo estando em contato com a exposição. O que você acha que possa ter sido desmotivador nesse sentido. O que os levou a não despertar interesse?

P1: Eu acho que sim, porque alunos de primeiro colegial são **visuais e táteis**, e logo de primeira, assim que você entra já tem um quadro imenso, com um monte de **coisa escrita** que começa a contar a história de Darwin e você começa a ver que para você olhar você tem que ter uma paciência em **ler a exposição**. A parte visual [não-textual], em si, não te dizia nada se você não lesse o quadro ao lado, e **pro aluno que não sabe sobre o que é a exposição, muito poucos chegarão lá e se interessarão em ler. Talvez, a gente não tenha tido a oportunidade de ter uma visita monitorada**. Talvez se nós chegássemos lá e tivéssemos uma visita monitorada, poderia ser mais interessante.

PROFESSORA 2 (P2)

A professora P2 afirmou já ter levado seus alunos a exposições e museus na cidade de São Paulo-SP, como o Instituto Butantã, Zoológico e Museu de Zoologia, no entanto a situação econômica dos alunos e da escola não mais permite que ela realize esse tipo de visita. Segundo ela, esses são bons lugares para se ensinar, pois lá o aluno está em contato com algo concreto e com os conceitos e termos vistos em aula, e isso acaba por motivar o aluno. Mas ela também afirma que para haver aprendizagem é indispensável que o professor acompanhe e vá interagindo com os alunos acerca do que está sendo visto, ou seja, que é necessária a atuação do professor parceiro mais capaz e fazendo a mediação entre a informação obtida por eles por meio dos objetos da exposição e aquilo que possa se transformar em conhecimento.

E: Você acha que esses são bons lugares para se ensinar?

P2: Pra você ir **acompanhando e ensinando** é sim, porque eles vão tendo **contato com alguma coisa diferente**, saindo do tradicional. Ali tem todo o material, *in loco* para a gente observar! O contato é bom!

PROFESSORA 3 (P3)

A professora P3 relata que uma única vez levou seus alunos a uma exposição para ensinar evolução biológica, no Museu do Dinossauro em Monte Alto-SP. Para ela não houve aprendizagem nessa visita, os alunos gostaram mais de viajar do que da visita. Neste caso a professora dá a entender que não acompanhou os alunos durante a visita e que também não havia monitores para tutoria de alunos durante a exposição, o que nos mostra a importância de um parceiro mais capaz que possa promover o processo de aprendizagem.

E: Você já levou seus alunos para algum tipo de exposição, museus...?

P3: No ano passado a gente foi lá em Monte Alto no museu do dinossauro, junto com o pessoal de geografia.

E: Na questão da aprendizagem, ali é um lugar que dá para aprender Evolução Biológica, você acha que eles aprenderam ou não...?

P3: Eu acho que eles gostaram, **não sei se mais do passeio ou da exposição**.

E: Como foi durante a exposição?

P3: **Eles andaram no meio das peças** durante uma hora mais ou menos e logo voltamos.

E: Você não verificou nenhuma melhora na aprendizagem?

P3: Eles fizeram relatório, perguntaram... mas **eu acho que eles gostaram foi do passeio mesmo!** Isso foi com o pessoal da manhã, porque com o pessoal da noite a gente nem faz! Não tem como sair!

PROFESSOR 4 (P4)

O professor P4 nunca levou seus alunos a uma exposição, no entanto, para ele uma visita só válida se o professor discutir o que foi visto em sala de aula. Isso é importante, pois os alunos podem voltar da visita com dúvidas ou conceitos errôneos, e cabe ao professor, com parceiro mais capaz levar os alunos aos conceitos científicos corretos.

PROFESSORA 5 (P5)

A professora P5 diz que sempre leva seus alunos, de todas as séries, ao bosque municipal de São José do Rio Preto-SP (Zoológico) e a exposições que ocorrem no SESC (Serviço Social do Comércio), e só faz visitas a esses dois lugares, por serem os únicos que, segundo ela, contam com monitores durante a visita. Para ela a vantagem dos monitores é que eles tiram as dúvidas dos alunos no momento em que elas surgem, dando origem à interação social da qual participa o responsável pelo processo de aprendizagem. Além disso, segundo ela, os monitores usam a mesma linguagem dos alunos, o que nos faz supor que a linguagem que ela usa em sala de aula não é compreendida por seus alunos. Nesse caso, vale a ressalva de que o professor deve conseguir se adequar e se atualizar às modificações sociais e lingüísticas impostas pelas novas gerações, para que a sua linguagem não se torne um obstáculo ao processo de ensino-aprendizagem. A professora P5 também cita que a presença de monitores confere ares de “coisa séria” à visita, isto é, os monitores são importantes por manterem a disciplina no local, o que nos permite inferir que a escolha da professora por locais que tenham monitores deve-se também ao fato de existir disciplina nesses locais. Também foi comentado pela professora P5, que a visita faz com que os alunos saiam da rotina de só ouvirem o professor falando, ou seja, a visita torna-se um agente motivador dos alunos. Mas deve-se notar que a rotina das aulas também pode ser quebrada com o uso de recursos alternativos.

E: Você já levou alguma turma para algum museu, zoológico ou exposição?

P: Aqui a gente leva no bosque municipal, porque tem a **presença de monitores** da cidade. Do primeiro ao último ano a gente leva sempre no bosque. Quanto à exposição, quando o SESC faz alguns eventos eu também costumo levar. É um lugar que tem monitores, e é tudo muito organizado. No Bosque e no SESC são os lugares onde eu posso te falar que eu levo sempre. Fora da cidade não, é difícil, pois muitos trabalham e tem a questão financeira. Agora dentro da cidade, o SESC e o Bosque dão essa possibilidade da gente levá-los, **porque têm os monitores...**

E: O aproveitamento dos alunos nessas visitas seria o mesmo sem os monitores?

P: Não, porque eles são jovens e **falam a linguagem dos meninos e as dúvidas já são imediatas, já conseguem começar ali.** Incentiva a profissão,

começam a levar mais a sério a excursão, não fica uma coisa de brincadeira, e principalmente porque consegue atingir com a linguagem deles e sai um pouco da rotina de só ouvirem o professor falando. Não é a mesma coisa eu levá-los, chegar aqui e discutir. Dá certo?Dá! Mas não é a mesma coisa eles irem lá e conversarem com eles.

Quanto ao ensino em espaços não escolares, percebe-se que alguns professores até organizam excursões a exposições, mas falta preparo de atividades para que realmente possa haver algum tipo de aprendizado em um espaço não-escolar, como foi o caso da professora P1. Outros, como o professor P4 e P5 levam a bosques e zoológicos, preparam atividades e as desenvolvem instigando a curiosidade e motivando o aluno, fator essencial à aprendizagem. Já as professora P2 e P3 não levam os alunos a atividades fora da escola, e culpam o pouco tempo disponível e o alto custo financeiro do deslocamento, o que impossibilita tais atividades.

4.2.3 Importância da educação informal

PROFESSORA 1 (P1)

A professora P1 comenta sobre a possibilidade da ocorrência de aprendizagem de conceitos científicos por meio da educação informal, e afirma que a educação informal por si só, desacompanhada ou sem o suporte de um parceiro mais capaz, pode levar os alunos a fixarem conceitos errados. Podemos dizer que a aquisição pelo indivíduo do conceito errado pode ser o início do processo de aprendizagem do conceito científico contextualmente correto. Assim, pode-se entender que aprender um conceito erradamente é uma etapa de sua formação correta, e essa característica não é exclusiva da educação informal, ela ocorre, como todos sabem, igualmente na educação formal.

Existem trabalhos sobre os erros apresentados em diferentes meios de divulgação científica, o que certamente deve ser evitado, o que vale também para livros didáticos, muitas vezes também repletos de erros conceituais. Mas mesmo a visita a uma exposição em que os conceitos são apresentados com absoluta correção, por exemplo, pode levar o visitante a uma compreensão inicial com erros conceituais, da mesma forma que o uso de um texto didático correto também pode levar o seu leitor, por má compreensão, à aquisição de conceitos errôneos. Mas, sob o nosso ponto de vista, essa visita sempre promove ou oferece *insights* importantes, mesmo com o risco da aquisição de conceitos errôneos. Podemos estender esta

discussão para o ensino de evolução biológica, pois muito se fala na mídia sobre Darwin, Teoria da Evolução, mas não entendemos como um problema o risco de má compreensão do conteúdo dessas exposições, na hipótese de que ela já não os contenha. No final de sua afirmação, a professora P1 diz que muitas vezes o método só teórico de ensino não tem sido eficaz, o que entendemos como mais um motivo para se incentivar o uso de recursos alternativos e a própria educação informal.

E: Você acha que pode ter algum tipo de prejuízo na aprendizagem se o aluno ler uma revista sobre Evolução Biológica ou assistir um filme que fale sobre o assunto?

P1: **Pode prejudicar o aluno se o aluno se ativer apenas ao que ele teve acesso, aí ele pode chegar a ter um conceito errado daquilo. Agora, também tem que ser tudo conjunto, o professor, o aluno e o método que o professor tá usando.** É a mesma coisa, se você pega um filme e aquele filme está da metade para o final é capaz de você não entender esse filme corretamente. Mas assim, no geral eu acredito que não. Talvez parta do aluno, mas vai depender muito do comportamento do aluno em sala de aula. Às vezes se você usar só o método teórico pode não adiantar.

A professora P1 mesmo compreendendo a importância da relação entre educação formal e informal, afirma que a aquisição errada de um conceito por meio da educação informal pode se constituir em um empecilho a aprendizagem do conceito correto. É possível depreender da afirmação da professora que existe uma ordem na relação entre educação formal e informal, e de acordo com ela é importante que o professor em sala de aula ofereça subsídios conceituais aos alunos para que quando em atividades típicas de educação informal, este não esteja sujeito a apreensão de conceitos errôneos. A forma pela qual a professora entende a relação entre educação formal e informal, é diferente da por nós adotada neste trabalho, quando afirmamos que a educação formal deve estar presente para corrigir eventuais erros adquiridos por meio de educação informal, e assim completar o processo de aprendizagem do conceito.

E: Então você acha que é possível, por exemplo: um texto qualquer, um filme, um programa de TV, jornais, você acha que há o risco de ter ali um conceito sendo passado errado sobre esse assunto e o aluno aprender esse conceito errado?

P1: Eu acredito que sim, porque eu já vi filmes passando conceitos errados e aí eu acho que vai do professor estar bem informado e antes de ele indicar qualquer coisa pro aluno ele ver, revisar, antes de citar qualquer coisa, de dar uma referência para o aluno, **e deixar o aluno com bons embasamentos**, para que quando ele assista alguma coisa, algum documentário em casa que talvez não passe alguma conceito certo, **que ele tenha um olhar crítico sobre aquilo para depois comentar com o professor.**

Também podemos perceber uma contradição na fala da professora P1 no que se refere a aprendizagem de conceitos por meio da educação informal, pois diferente do que ela havia afirmado, que o conceito errado interiorizado pelo aluno pode ser corrigido com a ajuda do professor; em uma outra resposta ela afirma ter tido dificuldade em ensinar o conceito correto, pois o aluno havia já aprendido um conceito errado, e isto atrapalhou a aprendizagem. No entanto, se expandirmos esta situação para o ensino de evolução biológica existe a possibilidade de que isso ocorra, pois a aprendizagem da evolução biológica envolve questões de natureza filosófica e religiosa, que em alguns casos, prejudicam a compreensão do conceito de evolução biológica e acabam por dificultar a aprendizagem do conceito correto.

E: Você acha que a aprendizagem de um conceito errado sobre Evolução Biológica pode atrapalhar a aprendizagem deste tema?

P1: **Com certeza eu acho que sim!** Porque, principalmente com aluno menores eu já vi muita dificuldade em **passar o conceito, uma vez que eles já tinham o conceito pré-formado de uma maneira errada**, eh... não posso dizer de uma maneira errada, mas de uma maneira diferente.

PROFESSORA 2 (P2)

Sobre a educação informal, a professora foi questionada sobre programas de TV e documentários que os alunos assistem, e para ela na maioria das vezes acaba sendo inviável a ocorrência da educação informal, pois os programas de TV da rede aberta são de baixa qualidade, pois apresentam muitos conceitos errados e sensacionalismo acerca da ciência, o que para ela atrapalha a aprendizagem. Comentamos na afirmação da professora P1 que os erros contidos em meios de educação informal não representam um problema grave para a aprendizagem, desde que o aluno possa contar e interagir com um parceiro mais capaz que domine o conceito correto. No caso do sensacionalismo sobre informações e novidades da ciência, este pode ser um grande aliado da alfabetização em ciências, pois o sensacionalismo pode atuar como um agente motivador para os alunos buscarem mais informações a respeito do tema apresentado, levarem a discussão para a sala de aula e lá em conjunto com o parceiro mais capaz, o professor, poderão aprender o conceito correto e até mesmo outros, se o professor assim o fizer. A professora P2 não aprova o fato de ter que corrigir os erros apresentados pelos meios de comunicação, dando a entender que isso não faz parte das suas obrigações, diferente do que entendemos, pois acreditamos que esta seja função fundamental do professor.

Uma questão importante levantada pela professora P2 diz respeito aos alunos acreditarem mais no que a mídia veicula do que o que o professor fala. Essa discussão não se encaixa no objeto de estudo deste trabalho, mas é uma questão importante a ser estudada, pois se de fato isso ocorre, pode representar um obstáculo real à aprendizagem.

P2: Muito difícil, mais fácil eu trazer o documentário e passar aqui do que eles assistirem em casa.

E: Por que?

P2: Porque os documentários **razoáveis saem na televisão fechada** e a maioria não tem!

E: É difícil passar alguma coisa interessante na TV aberta?

P2: Quando não passam coisas erradas! **Passam conceitos errados...** O que eu já mandei de e-mail para aquela TV Cultura... Porque para a Cultura todos os bichos são moluscos. Ela vê um equinodermo é um molusco, um celenterado é molusco, então tudo é molusco! Eu falo: Meu Deus do céu!

E: Você acha que esses erros veiculados pela mídia atrapalham a aprendizagem?

P2: **Atrapalha!** Atrapalha, porque o Fantástico passa umas coisas... que eu sou obrigada a assistir o Fantástico, que eu não gosto, porque depois na segunda-feira começam as cobranças: Profa. você viu tal reportagem ontem?

E eles acreditam piamente no que eles falam. Aí eu falo: **gente vocês tiram 10% o resto é sensacionalismo.** Então você tem que ficar trabalhando isso, porque é muito complicado o que eles falam.

E: Então você fica corrigindo?

P2: **A vida inteira corrigindo!** E eu não gosto de assistir o Fantástico, mas quando eu vejo alguma reportagem na área de Biologia eu tenho que assistir pra corrigir na segunda-feira, pois é sensacionalismo puro! É aquela história, a pessoa tá fazendo a pesquisa de base ainda e eles já falam que é a cura de tal doença! E o público acha que já tem a cura. Quantas vezes o Fantástico já não deu a cura da Aids? Aí o teu trabalho de prevenção nesse assunto vai por água abaixo!

PROFESSORA 3 (P3)

A professora P3 diz em seus relatos que a aprendizagem de conceitos errados por meio da educação informal por parte dos alunos é um obstáculo a aprendizagem, porque segundo ela, não é mais possível corrigir o conceito posteriormente, o que contraria a teoria vigotskiana, para a qual são muito raros os conceitos adquiridos corretamente quando ensinados. A evolução cognitiva desencadeada pela aprendizagem de um conceito é que leva mente humana a construir as estruturas cognitivas necessárias a essa aprendizagem. E esse processo sempre demanda algum tempo. De acordo com o que ela afirma, só é possível ensinar conceitos científicos àqueles que não têm nada do conceito em sua mente, pois se tiver ele não aprenderá, ponto de vista com o qual não podemos concordar, não só pelos subsídios teóricos apresentados nesta dissertação, que demonstram o oposto do por ela

defendido, mas também porque, se assim fosse, só seria possível ensinar conceitos a uma criança até o momento em que ela aprende a ler e se comunicar verbalmente, pois a partir dali ela terá acesso a uma quantidade gigante de informações e fatalmente vai adquirir conceitos errados que jamais seriam corrigidos.

E: Depois que o aluno entrou em contato com esse conceito errado você acha que é possível corrigir esse conceito?

P: Não, porque ele já pegou errado! Prejudica o aluno!

Em outro questionamento, a professora P3 comenta sobre as influências de crenças religiosas na aprendizagem da evolução biológica. Segundo ela, existem dois grupos de alunos religiosos: o dos que aceitam o que o professor diz a respeito da evolução biológica e mantêm também a crença no que diz sua religião e dos alunos que sequer aceitam o que o professor diz a respeito. Entendemos que o aprendizado oriundo da crença religiosa como componente da educação informal, pois o indivíduo aprende muitos conceitos e teorias conversando com amigos e familiares, lendo folhetos, freqüentando cultos e outros tipos de associações em grupo. Neste caso, como já citado anteriormente, existe o componente emocional influenciando a aprendizagem, e este componente pode criar sérios obstáculos à aprendizagem. .

E: Você acha importante ensinar evolução para os alunos de ensino médio?

P3: Eu acho importante.

E: Por que?

P3: Porque eles têm curiosidade de saber origem, muito têm muitos mitos a respeito da origem da vida, **alguns muitas vezes quando você comenta alguma coisa, eles dizem: não é bem assim, pois bate de frente com a religião deles.**

E: Existe esse conflito entre criacionismo e evolucionismo.

P3: Existe!

E: Você acredita que outras influências, como por exemplo, a crença religiosa, podem atrapalhar a aprendizagem do tema?

P3: Eu acho que tem alguns que falam: ela (professora) ta falando isso aí, eu vou até ouvir, mas na minha religião eu acredito nisso!

E: Mas eles pelo menos conseguem discernir esse básico?

P3: Tem aluno que diz: ela pode falar, mas eu acredito nisso! **Porque tem pessoas que são assim, uma espécie de fanatismo!** Mas a gente tem que respeitar o direito deles, **mas eu acho que pode atrapalhar sim.**

PROFESSOR 4 (P4)

O professor P4 também comentou sobre a relação entre programas de TV, no caso o Fantástico, da Rede Globo, e a aprendizagem de conceitos, assim como a professora P2 havia feito. No entanto a visão por ele apresentada vai ao encontro com o que defendemos e contra

o que afirmou a professora P2. Segundo o professor P4, as reportagens apresentadas no programa de televisão são motivadoras e estimulam os alunos a perguntarem sobre o assunto em sala de aula, realizando a integração entre educação formal e informal. Ele cita um exemplo em que nesse programa foi apresentada uma explicação errada sobre cisticercose e, no dia seguinte, os alunos o questionaram a respeito. Ele então pôde explicar o conceito correto, ou seja, mesmo com erros, a reportagem motivou os alunos a quererem aprender mais sobre o assunto.

E: Em relação a revistas de divulgação científica, programas de TV, o que você acha sobre a confiabilidade das informações contidas sobre Biologia nesses meios?

P4: **Há erros**, porque mesmo na Galileu e na Superinteressante eles têm os repórteres de cada área, mas nem sempre o repórter é o mais atualizado ou possui o melhor conceito, mas dá pra explorar legal. **O Fantástico em si tem ajudado bastante**, porque a gente percebe que força o professor a assistir o Fantástico, **porque os alunos vêem e pedem informações, e eles querem saber o que é aquilo, o que aconteceu, e temos que ficar comentando, mas você tem que analisar tudo antes de comentar, porque algumas coisas não são bem como eles apresentam, inclusive ontem tava num programa falando sobre como pega cisticercose e disse que era comendo a carne de porco, e quem disse foi um médico, e não é bem assim, aí você tem que ficar falando: não é bem assim, tem os dois ciclos... ontem numa sala tive que para a aula para explicar isso.**

O professor P4 também acredita que os erros não são obstáculos à aprendizagem, pois para ele o aluno, uma vez que aprende, tem condições de reconstruir o conceito correto a partir do errado, o que está de acordo com a teoria vigotskiana de aprendizagem de conceitos científicos. Para o professor, o contato com o conceito mesmo que errado também é importante para o processo de aprendizagem.

E: Você acha que esses erros conceituais podem atrapalhar a aprendizagem dos conceitos científicos?

P4: **Não acredito, tem gente que acredita que sim, aquilo não vai ficar gravado, imutável.** Seria ruim se ele visse aquilo gravasse e pronto, não mudasse mais, mas aluno não está assim hoje não, gravou daquele jeito e gravou assim. **O importante é que ele pegou a idéia**, que é o importante, pegou essa idéia, pronto! Na minha opinião, em particular, não acaba atrapalhando não. Isso não acontece, ele gravou errado e nunca mais...

Quando questionado sobre a possibilidade de aprendizagem da evolução biológica por meio da educação informal, o professor P4 acredita ser possível, mas seria necessário que o aluno buscasse outras fontes de informação e o professor também mediasse esta situação, ou seja, existe o componente da motivação para a aprendizagem, além da complementaridade entre os tipos de educação, formal e informal. Também percebemos na afirmação da professora o uso da linguagem de senso comum, a questão de que o aluno precisa de muita

informação. Isso faz parte de um discurso social comum a todos os indivíduos ligados à educação, e a professora em questão acaba tratando do assunto como algo muito informal, sem especificar, o que necessitaria ser feito para buscar essa informação, como aprimorar a busca, quais atividades, enfim, se colocar como parte integrante do processo educacional do aluno.

E: Você acredita que seja possível aprender evolução biológica usando esses recursos informais? Por quê?

P4: **Possível é, mas não pode ficar só nisso, ele tem que estudar e depois ele precisa ter muita informação.** Hoje eles não querem muito isso não, eles querem ver e ficar só nisso, pois tudo é muito fácil, e não estão querendo buscar informação. **Se eles buscassem informação aliado com os recursos informais aí sim, aliás, é o melhor.** Hoje ler um livro que não tenha figuras desanima... Então, uma coisa animada, diferente, com imagens, infográficos, isso ajuda muito, dá uma outra visão, mas depende de outras coisas, você precisa ter informação, embasamento, ir lendo alguma coisa, precisa ir relacionando conceitos, aí num bate papo... eu valorizo muito, acho que rende muito uma aula expositiva. Uma aluna ano passado me surpreendeu, uma aluna me perguntou sobre leucemia, aí eu expliquei a leucemia mielóide crônica, a translocação do cromossomo 9 com o 22, expliquei de uma maneira informal, aí outro dia, passado um ano, a turma perguntou e ela explicou certinho, sem ter nada escrito, e aluna não é nenhuma sumidade. Depois eu perguntei a ela se ela havia estudado sobre o assunto e ela disse que não, que só na explicação daquele dia ela havia aprendido, ou seja, só com um bate papo. Então eu acho que dá, você pode usar todos esses recursos e ir juntando todos, quanto mais informação puder acrescentar melhor.

PROFESSORA 5 (P5)

A professora P5 comentou sobre a educação informal apresentada por meio de filmes. Em relação à evolução biológica ela lembra ter havido muita discussão por causa do filme O Parque dos Dinossauros⁸ – os alunos que assistiram ao filme vinham perguntar sobre o que foi visto, ou seja, o filme apresentou alguns conceitos aos alunos e os motivou a buscar mais informações a respeito. Para ela um documentário ou reportagem pode despertar a atenção dos alunos para um assunto em especial desde que tenha curta duração, se demoram muito tempo os alunos se dispersam. Ela também destacou a importância do Fantástico para a alfabetização em ciências, pois assim como os professores P2 e P4, ela diz que os alunos assistem ao programa e voltam com dúvidas no dia seguinte que cabe a ela esclarecer. Essa professora também entende a importância da relação entre educação formal e informal, e compreende seu papel de professor nesta relação.

⁸ Do título original “Jurassic Park”. O filme lançado em 1993 aborda a temática da preservação genética e da reconstrução biológica de animais extintos a partir de genes preservados em âmbar.

E: Qual a relevância que filmes, documentários, jornais e revistas têm para a aprendizagem da Evolução Biológica pelo aluno?

P5: Filmes, por exemplo: teve um muito comentado que foi o Parque dos Dinossauros, **aí eles perguntam, tudo isso motiva muito**. Pode até ser de ficção, mas eles perguntam. Os antigos também... Os documentários eles assistem, **mas quando é mais curtos, eles não gostam muito longo**. Quando passa uma reportagem na televisão que é curtinha, eles voltam perguntando no dia seguinte. Aí como que você não fala de Evolução? **Eles viram aquilo no domingo a noite, aí tem que falar, porque na segunda de manhã eles comentam**.

Sobre os erros apresentados na educação informal, a professora P5 acredita que haja erros, mas que isto não é prejudicial ao processo de aprendizagem, pois cabe ao professor esclarecer e corrigir os erros. Além disso, ela também falou sobre a questão da influência que os meios de comunicação exercem sobre a formação de conceitos nos indivíduos, pois segundo ela, alguns alunos só acreditam na correção feita por ela, em algum conceito errado apresentado em um meio de comunicação, “se ela provar”. Como disse a professora P2, os meios de comunicação, em alguns casos, costumam ter mais credibilidade que o professor, e isso pode ser um problema que pode dificultar o processo de aprendizagem, pois mais uma vez existe um componente emocional que influencia a decisão do aluno em aceitar uma ou outra informação a ele apresentada.

E: Ainda sobre esses meios de comunicação que expõem informações para os alunos. O que você acha da qualidade das informações desses meios a respeito de Evolução Biológica? Você acha que são boas, cometem muitos erros?

P5: Eu acho que eles cometem alguns erros, né! Erros... **e depois faz parte a gente esclarecê-los depois com uma discussão na sala, e é claro que tem alguns alunos que você tem que provar, eu estou certa, você pega aqui um outro autor, que discutiu assim, assim. E esses erros não são nada que prejudiquem a aprendizagem**.

A professora P1 compartilha da idéia defendida no nosso referencial teórico, de que é necessário um parceiro mais capaz nas atividades de educação informal, apesar de também defender que para que haja aprendizado na educação informal existe a necessidade de passar anteriormente pela educação formal, o que não vai ao encontro do que defendemos neste trabalho. Já a professora P2 fez duras críticas aos programas de TV, não acreditando que possa haver aprendizado por esta forma, pois existem muitos conceitos errôneos, o que não é validado pela teoria vigotskiana. A professora P3 partilha da mesma idéia da professora P2, de que um conceito aprendido errado representa um empecilho a aprendizagem. O professor P4 e P5 têm uma idéia diferente e acredita que mesmo havendo erros conceituais aprendidos informalmente pelo aluno, cabe ao professor corrigi-los.

CAPÍTULO 5

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A educação não pode mais ser considerada como algo que ocorre dentro dos limites e muros da escola, ou seja, apenas na educação formal. O objetivo do nosso trabalho foi demonstrar por meio de dados quantitativos a relevância da educação informal para o ensino e aprendizagem da evolução biológica ao observarmos que os alunos de Ensino Médio recebem grande quantidade de informações sobre evolução biológica a partir de meios ligados a educação informal. De acordo com nossa pesquisa 59% das fontes de informação desses alunos são oriundos da educação informal, na qual se destacam a Internet e a televisão, sobretudo pela veiculação de documentários. A Internet é um meio de comunicação dinâmico e versátil e, graças a essas características, interativo, e assim tende a conquistar adeptos dentre os adolescentes, para os quais a Internet é uma das principais fontes de informação sobre evolução biológica. A Internet, se bem utilizada, é uma grande ferramenta para o ensino em geral. Mas como vimos, mesmo a aprendizagem errônea de um conceito pode representar um importante passo no processo de aprendizagem em ciências, pois o professor pode concluir o aprendizado correto desse conceito em sala de aula. Por isso seria importante que os alunos tivessem a oportunidade de utilizarem a Internet durante as aulas, e não somente em horário extra, pois no decorrer das aulas o professor tem a possibilidade orientar seus alunos e fazer correções necessárias quando acessa informações cientificamente incorretas.

Sobre a educação formal, nossos dados mostram que a maior fonte de informações sobre evolução biológica é o livro didático, atualmente acessível a todos os alunos, tanto de ensino médio da rede particular como da rede pública, neste caso devido ao Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM). Notamos como é relevante este recurso para o ensino, pois muitas vezes é o único ao qual o aluno tem acesso. Ressaltamos o cuidado com que os livros didáticos devem apresentar o assunto, sendo recomendável que contemplem a proposta de tornar a evolução biológica o eixo unificador da Biologia, o que não é verificado no trabalho de pesquisa de Cicillini (1991). Notamos pelo nosso levantamento quantitativo que as aulas são pouco citadas como fonte de informação sobre evolução biológica, e os livros didáticos são bem mais citados. Entendemos que os

professores devam procurar inovações em suas atividades de ensino, para assim despertarem maior interesse dos alunos, favorecendo a aprendizagem.

Os livros didáticos desempenham papel tão importante no ensino de evolução biológica, pois foram mais citados como fonte de informação do que as próprias aulas e o professor. Isso pode demonstrar a desvalorização das aulas e do professor como detentor do conhecimento científico e a super valorização do livro didático, mas não invalida a visão vigotskiana assumida neste trabalho, pois a dependência de um parceiro mais capaz para a aprendizagem nem sempre é exclusiva do aluno, o professor também precisa dele e, neste caso, ele é o livro didático.

Ao entrevistarmos os professores de Biologia do ensino médio, percebemos que muitos ao falarem sobre o uso de atividades alternativas de ensino ou de educação informal, sempre abordavam a necessidade de interatividade do aluno com o objeto de estudo. A interatividade estimula a curiosidade e a motivação do aluno, condição essencial a aprendizagem, e essa interação é possível em centros de ciências, zoológicos, Internet, através jogos e outros recursos alternativos de ensino, que devem ser trabalhados em sala de aula, na tentativa de se alcançar um melhor nível de ensino de evolução biológica.

Outro ponto comumente encontrado na afirmação dos professores é a grande preocupação com a fixação do conceito, que pode ser entendida como, a memorização, prática fortemente ligada a educação tradicional e que vem perdendo espaço na educação atual, dado o entendimento de que ela não garante a compreensão do conceito. Isso sugere um problema que pode ter origem na formação inicial dos professores, que começam a sua prática profissional baseando-se em sua experiência prévia sobre educação, que é a forma tradicional, ainda tão difundida e utilizada no Brasil, com menção especial aos próprios vestibulares das principais universidades públicas do país, que ainda exigem grande memorização de conceitos, e acabam por influenciar na maneira de organização do ensino e na prática professoral. A formação inicial de professores deve se focar na mudança deste paradigma de ensino, começando a formar professores comprometidos e treinados para realizar um ensino que privilegie a aprendizagem dos conceitos científicos e seus significados, fundamental para que tenhamos indivíduos alfabetizados em ciências.

Em nossa pesquisa com professores também percebemos uma grande preocupação dos mesmos em quando utilizarem estratégias alternativas de ensino ou em espaços não escolares, ou até mesmo quando houver educação informal, os professores por nós pesquisados julgam indispensável que o aluno tenha primeiro contato com a teoria sobre o conceito para então partir para essas atividades, pois segundo eles, assim ocorrerá aprendizagem. Essa visão é

contraditória com a proposta de referencial teórico para a educação informal de Gaspar (1993), onde ele afirma que o contato prévio com essas atividades deve ser utilizado como elemento motivador e para formação dos primeiros embriões cognitivos sobre o conceito científico, que depois com ajuda de um parceiro mais capaz serão consolidados na mente do aprendiz.

Também verificamos que os professores consideram como ponto problemático do ensino de Evolução Biológica o alto grau de especificidade dos conceitos, que segundo eles, atrapalha a compreensão do conceito e a sua aprendizagem. De fato, ao observarmos estas críticas pelo ângulo da Zona de Desenvolvimento Imediato que existe na mente do aprendiz, este pode reordenar as suas estruturas mentais desde que lhe mostrem algo que esteja dentro de suas capacidades mentais, ou seja, o alto grau de especificidade dos conceitos muitas vezes está fora das capacidades mentais de aprendizagem do indivíduo. Neste caso seria importante que programas de vestibulares e currículos de Biologia se preocupassem mais com uma abordagem da aplicação dos conceitos relacionados à evolução biológica do que com a demonstração teórica de vários conceitos, muitas vezes desnecessários a um aluno de ensino médio, já que o ensino de Biologia do ensino médio destina-se à formação básica em Biologia, e muitas vezes observamos um ensino específico onde gasta-se tempo e dinheiro com o ensino de conceitos específicos e sequer tem-se os básicos bem aprendidos. Isso acaba por gerar uma situação duplamente ruim, pois se aquele conteúdo não se aplica a sua Zona de Desenvolvimento Imediato ele não aprenderá, e mais que isso, isto atuará como agente desestimulante e não-motivacional, inibindo a aprendizagem do conceito científico proposto.

Pelas entrevistas que analisamos, os professores pouco utilizam recursos alternativos de ensino e propiciam poucas situações de aprendizagem em espaços não-escolares por motivos diversos, no entanto um bastante apontado foi a questão salarial. Por mais que não seja o objetivo do nosso trabalho, não se pode colocar de lado tal alegação, pois todos os professores pesquisados possuem carga horária de aulas superior a 40 horas, e o preparo de tais atividades depende de tempo e recursos disponíveis, o que raramente é propiciado pelas diretorias de ensino. Sabemos que se houver um aumento salarial e o professor puder reduzir sua carga horária não é certo que estes desenvolverão esse tipo de atividade, no entanto, melhores condições de trabalho e melhor remuneração poderão atuar como motivadores para que os professores tornem-se novamente aprendizes e busquem novas formas e estratégias de ensino, contemplando um ensino mais eficaz.

Observamos pela entrevista que a professora P1 utiliza uma metodologia ligada aos recursos didáticos tradicionais, assim como os outros quatro professores. As diferenças

situam-se no fato de que, por exemplo: os professores P4 e P5 acreditam no auxílio da educação informal na aprendizagem da evolução biológica, e sabem como utilizar este recurso, diferente da professora P1 e P2, que também acreditam, mas não sabem como aproveitar esse recurso no ensino e aprendizagem de qualquer conceito que seja. Já a professora P3 tem uma postura muito passiva frente à sua atividade, pois não se utiliza de recurso nenhum e ainda não tem uma posição formada frente à recursos alternativos de ensino e a educação formal. Para que haja uma melhora nesta situação, é indispensável a formação inicial e continuada enfatizar sobre o uso de recursos alternativos e oferecer embasamento teórico suficiente para que os professores possam desenvolver atividades fora da escola e que saibam aproveitar o conhecimento aprendido pelos alunos pela via informal.

O ensino de evolução biológica é fundamental para que haja a compreensão da Biologia e seus processos, por isso ela é dita como o eixo unificador das Ciências Biológicas. Propiciar condições para que esse ensino seja mais eficiente é tarefa árdua a qualquer professor de Biologia, mas deve estar sempre presente em seus programas de ensino. Para tal, se fez importante nossa investigação, onde procuramos compreender as relações entre professores de ensino médio, o modo como usam estratégias alternativas de ensino em sala de aula e a educação informal, pois acreditamos que esses meios educacionais citados são tão importantes para o ensino de evolução biológica quanto à educação formal, contribuindo para maior eficácia no ensino da evolução biológica, o que conseqüentemente levará a uma melhor compreensão dos outros tópicos ligados à Biologia.

Para que seja possível um ensino de Biologia mais comprometido com a evolução biológica como eixo unificador da Biologia é indispensável maior atenção aos cursos de formação de professores, tanto inicial quanto a continuada. Pois como observamos pelas entrevistas e por outros trabalhos investigativos, observamos que os professores não têm a noção exata do ensino de Biologia pautado pela evolução biológica como o conhecimento que integra todos os outros. E essa posição deve ser assumida pelos professores e pelos livros didáticos, que muitas vezes servem de único guia de orientação para o preparo de aulas.

A nossa pesquisa, assim como todo trabalho investigativo, possui suas limitações, no entanto devemos apontar quais foram essas limitações, para que outros pesquisadores atuem no mesmo ramo no sentido de tentar solucionar ou ao menos revelar de maneira mais clara e objetiva essas limitações, ampliando o leque de informações a respeito do ensino de evolução biológica. Ressaltamos a importância de se analisar futuramente: (1) Como elementos de educação informal geram motivação em alunos de ensino médio; (2) Identificar estratégias alternativas de ensino de evolução biológica bem sucedidas e investigar como aquilo se

inseriu no processo de aprendizagem do aluno; (3) Identificar como a educação informal apresenta a evolução biológica aos alunos e como isto influencia em seu aprendizado. Essas propostas após investigadas podem ajudar a melhorar o ensino de evolução biológica, ao mostrar os caminhos a serem percorridos na formação inicial e continuada de professores, sanando os problemas que encontramos na educação atual, no que se refere a evolução biológica, o que contribuiria para uma melhora geral no ensino de Biologia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, I. A. **Metodologia do ensino de ciências como produção social**. Campinas, 2006. Disponível em: <www.fe.unicamp.br/ensino/graduacao/downloads/proesf-metodologiaEnsinoCiencias-Ivan.pdf> Acesso em: 17 de agosto.

ARAÚJO, E. S. N. N.; CALUZI, J. J.; CALDEIRA, A. M. A. **Divulgação científica e ensino de Ciências: estudos e experiências**. São Paulo: Escrituras, 2006. 254p.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Revista Ensaio**, vol.3, n.1, 2001.

BEETLESTONE, J. G. et al. The science center movement: Contexts, practice, next challenges. **Public Understanding of Science**, v. 7, n. 1, p. 5–26, 1998.

BIZZO, N. M. V. **Ensino de evolução e história do darwinismo**. 1991. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto, 1994. (Coleção Ciências da Educação).

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: 1997. 364p.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais (Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias)**. Brasília: 2002, 144p.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. vol.2. Brasília: 2006, 135p.

BRAUND, M. *et al.* **Getting the most from ‘Out-of-School’ learning in science: What should teachers know?** London, 2004. Disponível em:<<http://www.ase.org.uk/htm/conferences/atsi/pdf/F9.pdf>> Acesso em: 17 agosto 2008.

CARNEIRO, A. P. N. **A Evolução Biológica aos Olhos de Professores Não-licenciados**. 2004. 127 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) Centro de Ciências da Educação da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

CASTAÑEDA, L. A. **As idéias de herança pré-mendelianas e sua influência na teoria de evolução de Darwin**. 1992. 197f. Tese (Doutorado em Genética) Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, no. 22, p.89-100, 2003.

CHAVES, Silvia Nogueira. **Evolução de Idéias e Idéias de Evolução: A evolução dos Seres Vivos na Ótica de Aluno e Professor de Biologia do Ensino Secundário**. 1993. 117f. Dissertação de (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. 9ª Ed. São Paulo: Cortez, 2008. 164p.

CICILLINI, G. A. **A Evolução Enquanto um Componente Metodológico para o Ensino de Biologia no 2º Grau – Análise da concepção de Evolução em livros didáticos**. 1991. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991.

COLLEY, H.; HODKINSON, P.; MALCOLM, J. **Non-formal learning: mapping the conceptual terrain**. A consultation report. Leeds: University of Leeds Lifelong Learning Institute, 2002. Disponível em:
<http://infed.org/archives/etexts/colley_informal_learning.htm> Acesso em: 17 agosto 2008.

CONNAL, C.; SAUVAGEOT, C.; **NFE-MIS Handbook developing a sub-national non-formal management information system**. França: Graphoprint, Unesco, 2005. Disponível em: <<http://www.unesco.org>> Acesso em: 17 agosto 2008.

CUNHA, R. **Criação versus evolução: uma disputa pelo controle da política educacional**. *Revista ComCiência*, 10 jul. 2004. Disponível em:
<<http://www.comciencia.br/200407/reportagens/04.shtml>> Acesso em: 15 abr.

DARWIN, C. **A Origem das Espécies**. 1ª Ed. Trad. John Green. São Paulo: Martin Claret, 2007. 629p.

DECLARACIÓN DE BUDAPEST. Marco general de acción de la declaración de Budapest, Budapest, 1999. Disponível em <<http://www.oei.org.co/cts/budapest.dec.htm>> Acesso em: 17 agosto 2008.

DIB, C. Z. Formal, Non-formal and Informal Education: Concepts/Applicability - In COOPERATIVE NETWORKS IN PHYSICS EDUCATION, n. 173, 1988, New York. **Conference Proceedings - American Institute of Physics.** p. 300 - 315.

DIERKING, L. et al. Policy Statement of the “Informal Science Education” Ad Hoc Committee. **Journal of research in Science Teaching**, v. 40, n. 2, p. 108–111, 2003.

FALK, J. H.; MARTIN, W. W.; BALLING, J. D. The novel field-trip phenomenon: Adjustments to novel settings interferes with task learning. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 15, n.2, p. 127–134, 1978.

FALK, J.; DIERKING, L. **Learning from museums: Visitor experiences and the making of meaning.** Walnut Creek, CA: AltaMira Press. 2000.

FARMELO, G. From big bang to damp squib. In R. LEVISON & THOMAS, J.(Org.), **Science today: Problem or crisis?** London: Routledge. 1997, p. 175–191.

FREIRE-MAIA, N. Criação e evolução. **Ciência e Cultura**, v.37, n.12, p. 2027-35, 1985.

FUTUYMA, D. **Biologia Evolutiva.** 2ª ed. Coordenador de tradução Mário de Vivo; Coordenador de revisão técnica Fábio de Melo. Ribeirão Preto: FUNPEC-RP, 2002. 631p.

GASPAR, A. O Ensino Informal de Ciências: de sua viabilidade e interação com o ensino formal à concepção de um centro de ciências. **Cad.Cat.Ens.Fis., Florianópolis**, v.9,n.2: p.157-163, ago.1992.

GASPAR, A. **Museus e Centros de Ciências: conceituação e proposta de um referencial teórico.** 1993. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

GAYON, G. Ensinar a Evolução. *In*: MORIN, E. **A Religação dos Saberes: o desafio do Século XXI.** Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil Ltda, 2001.

GAZIR, A. Escolas do Rio vão ensinar criacionismo. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 13 mai. 2004. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/ciencia/fe1305200401.htm>>. Acesso em: 15 abr. 2008.

GOEDERT, L. **A Formação do Professor de Biologia na UFSC e o Ensino da Evolução Biológica**. 2004. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

GOHN, M. G. Educação não-formal, participação da sociedade civil e estruturas colegiadas nas escolas. **Ensaio: aval. pol. públ. Educ.**, Rio de Janeiro, v.14, n.50, p. 27-38, jan./mar. 2006.

GOMES, R. A análise de dados em pesquisa qualitativa. In: MINAYO, M. C. S. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 1994. p. 67-80.

JACOB, F. **A lógica da vida: uma história da hereditariedade**. 2 ed. Tradução Ângela Loureiro de Souza. Rio de Janeiro: Edições Graal, 1983.

JANOUSEK, I. The ‘context museum’: Integrating science and culture. **Museum International**, v.52, n.4, p. 21–24, 2000.

JONES, L. S. Opening Doors with Informal Science: Exposure and Access for Our Underserved Students. **Science Education**, v.81, p. 663 – 677, 1997.

KOSTER, E.H. In search of relevance: Science centers as innovators in the evolution of museums. **Daedalus**, v. 28, n.3, p. 277–296, 1999.

KRAPAS, S; REBELLO, L. O perfil dos museus de ciência da cidade do Rio de Janeiro: a perspectiva dos profissionais. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n. 1, p. 68-86, 2001.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 4. ed. rev. e ampl. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004. 197p.

KRASILCHIK, M; MARANDINO, M. **Ensino de ciências e cidadania**. São Paulo: Moderna, 2004. 88p.

KRUGER, V. Formação continuada de professores de ciências: o trabalho docente como referência. **Educação**, Porto Alegre, ano 26, n. 51, p. 69-85, 2003.

LA FOLLETE, M. C. - On The Air - **The Science**. n.23, p.38-42, 1982.

LAUGKSCH, R. C. Scientific literacy: a conceptual overview. **Science Education**, v. 84, n. 1, p. 71-94, 2000.

LICATTI, F. **O ensino de Evolução Biológica no nível Médio**: investigando concepções de professores de Biologia. 2005. 240f. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciência) - Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2005.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986. 99p.

MAMEDE, M.; ZIMMERMANN, E. Letramento científico e CTS na formação de professores para o ensino de ciências. **Enseñanza de las Ciencias**, n. extra, 2005.

MAYR, E. **O desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança**. Trad. Martinazzo, Brasília: Editora Universidade de Brasília. 1999.

MAYR, E. Evolution. **Scientific American**, v.239, n.3, p. 38-47, 1978.

MEDAWAR, P. B.; MEDAWAR, J. S. **A ciência da vida**: idéias e conceitos atuais da biologia. Trad. Álvaro Cabral. Rio de Janeiro: Zahar., 1978, 185p.

MEGLHIORATTI, F. A. **História da Construção do Conceito de Evolução Biológica**: possibilidades de uma percepção dinâmica da ciência pelos professores de Biologia. 2003. 272 f. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciência) – Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2003.

MENDONÇA, C. Criacionismo. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 22 mai. 2004. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/opiniaofz2205200411.htm>>. Acesso em: 15 abr. 2008.

MILLAR, R.; OSBORNE, J. **Beyond 2000: science education for the future**, London, School of Education, King’s College, 1998.

MINAYO, M. C. S. **O Desafio do Conhecimento**: Pesquisa Qualitativa em Saúde. 4.

ed. São Paulo – Rio de Janeiro: HUCITEC – ABRASCO, 1996. 256p.

MORTIMER, E. F., SANTOS, W. L. P. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v.7, n.1, p.95-111, 2001.

NATIONAL SCIENCE TEACHERS ASSOCIATION. An NSTA position statement: Informal science education. **Journal of College Science Teaching**, n.28, 17–18, 1998.

NELSON, L. Criacionistas fazem barulho na academia. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 13 set. 2004. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/ciencia/ult306u12406.shtml>>. Acesso em: 15 abr. 2008.

NOGUEIRA, P. A Ciência da Criação. **Galileu**, Rio de Janeiro, p. 18-25, jun. 2003.

NORRIS, S. P.; PHILLIPS, L. M. How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. **Science Education**, v. 87, n. 2, p. 224-240, 2003.

OLIVEIRA, D. L. Evolução: um fio condutor para os conhecimentos Biológicos. In: 1º Ciclo de Debates sobre o ensino de Biologia na UFSC. **Anais**. Florianópolis: 1995.

PACHECO, R. B. C., OLIVEIRA, D.L. O homem evoluiu do macaco? Equívocos e distorções nos livros didáticos de Biologia. In: VI Encontro de Perspectivas do Ensino de Biologia. **Anais**. São Paulo: FEUSP, 1997.

PEDRETTI, E. G. Perspectives on Learning Through Research on Critical Issues-Based Science Center Exhibitions. **Science Education**, v. 88, p. 34-47, 2004.

PEREZ, J. R. B. **O Conceito Massa-Energia Relativístico: Abordagem Histórica X Divulgação Científica**. 2004. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciência) – Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2004.

RATCLIFFE, M; GRACE, M. **Science education for citizenship: teaching socio-scientific issues**. Maidenhead: Open University Press, 2003. 160p.

RAZERA, J. C. **Ética em Assuntos Controvertidos no Ensino de Ciências: perspectivas ao desenvolvimento moral nas atitudes que configuram as controvérsias entre evolucionismo e criacionismo**. 2000. 207f. Dissertação (Mestrado em Educação para a

Ciência) - Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2000.

ROSENFELD, M. Educação informal é melhor caminho para se aprender ciência. **Portal O Aprendiz**. Disponível em: <<http://aprendiz.uol.com.br/content/peswotothu.mmp>> Acesso em: 15 abr. 2008.

RUDOLPH, J. L.; STEWART, J. Evolution and the Nature of Science: On the Historical Discord and Its Implications for Education. **Journal of Research in Science Teaching**, vol. 35, no. 10, p. 1069-1089, 1998.

SILVA, D. V. C. **Análise do desenvolvimento de conceitos científicos sobre a teoria da evolução das espécies em alunos de ensino médio**. 2004. 160f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro de Ciências da Educação da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

SANTOS, Silvana Cristina do. **O ensino e a aprendizagem de evolução biológica no cotidiano da sala de aula**. 1999. 151f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Instituto de Bociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas: 2º grau. 2. ed. São Paulo: SE/CENP, 1988. 50p.

SEPÚLVEDA, C. **Movimento Criacionista: um risco à formação científica e cultural dos alunos da rede pública carioca**. Disponível em: <<http://www.sbenbio.org.br/>>. Acesso em: 15 abr. 2008.

SHEN, B. S. P. Science Literacy. **American Scientist**, no. 63, p. 265-268, 1975.

SHORTLAND, M. - No business like show business. **Nature**. n. 328, p. 213-214, 1987.

SKOOG, G.; BILICA, K. The Emphasis Given to Evolution in State Science Standards: A Lever for Change in Evolution Education? **Science Education**, n.86, p.445-462, 2002.

SOARES, M. Letramento e alfabetização: as muitas facetas. **Revista Brasileira de Educação**, Jan /Fev /Mar /Abr, n. 25, 2004.

SHOWALTER, V. M. **What is united science education?** Part 5. Program objectives and scientific literacy. 1974

TIDON, R.; LEWONTIN, R. C. Teaching evolutionary biology. **Genetics and Molecular Biology**, v.27, n.1, p.124-31, 2003.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais: a Pesquisa Qualitativa em Educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

VIGOTSKI, L. S. **A Construção do Pensamento e da Linguagem**. 1ª ed. Trad. Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2001. 496p.

VILCHES, A. *et al.* Da necessidade de uma formação científica para uma educação para a cidadania. In: I SIMPÓSIO DE PESQUISA EM ENSINO E HISTÓRIA DE CIÊNCIAS DA TERRA, 1, Campinas, 2007. **Anais...** Campinas: IGe, 2007, 500p. p.421-426.

WELLINGTON, J. J. Interactive science centers and science education. **Croner's Heads of Science Bulletin**, n. 16, Surrey: Croner Publications Ltd., 1998.

WELLINGTON, J; OSBORNE, J. **Language and literacy in science education**. Buckingham e Philadelphia: Open University Press, 2001.

YAMAZAKI, C. S.; YAMAZAKI, R. M. O. **Sobre o uso de metodologias alternativas para ensino aprendizagem de ciências**. Disponível em:
<fisica.uems.br/profsergiochoitiyamazaki/t5p2metodologias.pdf> Acesso em: 17 agosto 2008.

APÊNDICE A

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO ALUNOS

QUESTIONÁRIO SOBRE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA

NÃO SE IDENTIFIQUE

- 1 – A Teoria da Evolução de Darwin diz que o homem veio do macaco?

- 2 - Você conhece a Teoria da Evolução de Darwin?

- 3 - Você acredita na Teoria da Evolução de Darwin?

- 4 – Você acha certo a Biologia classificar o homem na mesma categoria em que estão os animais (Reino Animal)?

- 5 - A sua formação religiosa influi na sua crença na Teoria da Evolução?

- 6 – Você acredita que os animais possam ter alma? Por que?

- 7 – Você já discutiu esse assunto com sua família, ou em algum outro ambiente ou grupo de pessoas? Especifique.

- 8 - Se houve discussão (resposta acima), esta discussão foi favorável ou desfavorável à teoria da evolução?

- 9 - Qual a sua fonte de informação sobre o assunto (livro didático, documentários, filmes, revistas, jornais, Internet, aulas ou professor, outros)? Especifique.

- 10 - Esse assunto em algum momento foi abordado pelo seu professor de Biologia? Estava relacionado a algum outro assunto? Qual?

- 11 - Se a resposta anterior foi SIM, isto o incomodou de alguma maneira? Por que?

APÊNDICE B

APÊNDICE B – ROTEIRO SEMI-ESTRUTURADO DE ENTREVISTAS

DADOS DO PROFESSOR(A)

NOME:

ESCOLA:

Nº DE AULAS POR SEMANA:

LECIONA HÁ QUANTO TEMPO:

USA LIVRO DIDÁTICO OU APOSTILA:

- 1) Você julga ser importante o ensino da evolução biológica para o ensino de biologia no ensino médio?
 - a. E para os alunos, é importante aprender este tema?

- 2) Você conhece os PCN's?
 - a. Você concorda com as sugestões dos PCN de biologia sobre o uso de estratégias informais como jogos, debates, seminários e etc.?
 - b. Se sim, você o acha adequado para o nível médio?
 - c. Você acha válido seguir as recomendações dos PCN de biologia para ensinar evolução biológica no ensino médio?
 - d. Se sim, por quê?
 - e. Se não, que alteração você introduziria nas sugestões do PCN de Biologia?

- 3) Você conhece, em detalhes, os programas de Biologia exigidos pelas três principais universidades paulistas (USP, UNESP e UNICAMP)?
 - a. Se sim, você os julga adequados ao ensino médio?
 - b. E no que se refere à evolução biológica, você acredita que ele abrange bem o tema?

- 4) Ao ensinar evolução biológica, você utiliza ou já utilizou algum recurso além do livro didático, giz e lousa?
 - i) Se sim, que recurso?
 - ii) Quantas vezes?
 - iii) Valeu a pena? Por quê?
 - iv) Ele auxilia ou prejudica a aprendizagem?
 - v) Se não, por quê?
 - vi) Gostaria de usar? Qual?

- 5) Como você avalia a importância do livro didático para a aprendizagem dos alunos desse tema?
- 6) Você já utilizou recursos alternativos para ensinar esse tema (ou qualquer outro) como:
 - i) com os alunos textos de revistas, jornais?
 - ii) assistir com eles (ou recomendar que assistam) programas de televisão, filmes ou documentários?
 - iii) levar seus alunos a um museu de ciências para ensinar esse tema,
- 7) Você acha que esses meios alternativos oferecem informações de boa qualidade?
- 8) Você acredita que os alunos de ensino médio possam aprender evolução biológica por meios alternativos (informais) como por exemplo: em um museu, vendo um filme, jogando jogos, etc.?
 - a. Por quê?

APÊNDICE C

APÊNDICE C – TERMO DE CONSETIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título da Pesquisa: “Aprendendo Evolução Biológica pelo modo não-tradicional: como professores de ensino médio lidam com esta situação?”

Nome do (a) Pesquisador (a): Daniel Pauli Lucena

Nome do (a) Orientador (a): Dr. Alberto Gaspar

1. **Natureza da pesquisa:** *o Sr. (sra.) está sendo convidado a participar desta pesquisa que tem como finalidade identificar e levantar dados sobre o ensino e a aprendizagem da evolução biológica na visão de professores de ensino médio.*
2. **Participantes da pesquisa:** *Participarão da pesquisa 5 (cinco) professores de Biologia do ensino médio de São José do Rio Preto-SP.*
3. **Envolvimento na pesquisa:** *ao participar deste estudo a sra (sr) permitirá que o pesquisador utilize as informações por você fornecidas durante a entrevista em monografia a ser elaborada posteriormente. A sra (sr.) tem liberdade de se recusar a participar e ainda se recusar a continuar participando em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer prejuízo para a sra (sr.). Sempre que quiser poderá pedir mais informações sobre a pesquisa através do telefone do pesquisador do projeto e, se necessário através do telefone do Comitê de Ética em Pesquisa.*
4. **Sobre as entrevistas:** *As entrevistas seguirão um roteiro semi-estruturado com questões pré-definidas pelo pesquisador, que poderá, se necessário, realizar aprofundamentos não previstos no roteiro semi-estruturado, de acordo com a necessidade e o desenvolver das respostas pela (o) sra. (Sr.) fornecidos. A entrevista toda será gravada em formato digital e o conteúdo da mesma será transcrito e posteriormente utilizado em elaboração de dissertação. Garantimos o vosso anonimato em todo o desenvolvimento da pesquisa, de tal forma que seus dados pessoais não serão revelados em hipótese alguma, pois serão utilizados nomes fictícios ou siglas para identificação dos respondentes da entrevista.*
5. **Riscos e desconforto:** *a participação nesta pesquisa não traz complicações legais. Os procedimentos adotados nesta pesquisa obedecem aos Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos conforme Resolução no. 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. Nenhum dos procedimentos usados oferece riscos à sua dignidade ou a sua saúde.*
6. **Confidencialidade:** *todas as informações coletadas neste estudo são estritamente confidenciais. Somente o pesquisador e o orientador terão conhecimento dos dados.*

7. **Benefícios:** *ao participar desta pesquisa a sra (sr.) não terá nenhum benefício direto. Entretanto, esperamos que este estudo traga informações importantes sobre as influências sobre professores de Biologia de ensino médio no que se refere ao ensino e aprendizagem da evolução biológica, de forma que o conhecimento que será construído a partir desta pesquisa possa fornecer subsídios para elaboração de novas estratégias de ensino de evolução biológica além de novos recursos didáticos, onde o pesquisador se compromete a divulgar os resultados obtidos.*
8. **Pagamento:** *a sra (sr.) não terá nenhum tipo de despesa para participar desta pesquisa, bem como nada será pago por sua participação.*

Após estes esclarecimentos, solicitamos o seu consentimento de forma livre para participar desta pesquisa. Portanto preencha, por favor, os itens que se seguem:

Tendo em vista os itens acima apresentados, eu, de forma livre e esclarecida, manifesto meu consentimento em participar da pesquisa

Nome do Participante da Pesquisa

Assinatura do Participante da Pesquisa

Assinatura do Pesquisador

Assinatura do Orientador

TELEFONES

Pesquisador: Daniel Pauli Lucena – (17) 32252881/ (17) 8113 5945

Orientador: Dr. Alberto Gaspar – (12) 31232840