



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS – GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

Camila Sanches Miani

**ENSINO DE BIODIVERSIDADE: ANÁLISE DO
CONCEITO EM MANUAIS DIDÁTICOS E PROPOSIÇÃO
DE JOGO DIGITAL EDUCATIVO**

BAURU

2013

Camila Sanches Miani

**ENSINO DE BIODIVERSIDADE: ANÁLISE DO
CONCEITO EM MANUAIS DIDÁTICOS E PROPOSIÇÃO
DE JOGO DIGITAL EDUCATIVO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” *Campus* de Bauru – Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Ciências, como requisito à obtenção do título de Mestre em Educação para a Ciência.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ana Maria de Andrade Caldeira.

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Fernanda da Rocha Brando Fernandez

BAURU

2013

Miani, Camila Sanches.

Ensino de biodiversidade: análise do conceito em manuais didáticos e proposição de jogo digital educativo / Camila Sanches Miani, 2013.

102 f.

Orientador: Ana Maria de Andrade Caldeira

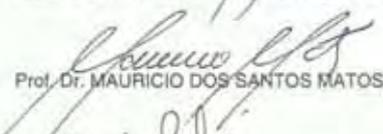
Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2013

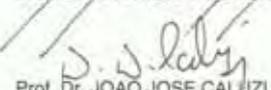
1. Ensino de Biologia. 2. Biodiversidade. 3. Manuais didáticos. 4. Jogos digitais educativos. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE Mestrado DE CAMILA SANCHES MIANI, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA, DO(A) FACULDADE DE CIÊNCIAS DE BAURU.

Aos 04 dias do mês de março do ano de 2013, às 09:00 horas, no(a) Anfiteatro da Pós-graduação da Faculdade de Ciências, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Profa. Dra. ANA MARIA DE ANDRADE CALDEIRA do(a) Departamento de Educação / Faculdade de Ciências de Bauru, Prof. Dr. MAURICIO DOS SANTOS MATOS do(a) Departamento de Educação, Informação e Comunicação/FFCL/USP-Ribeirão Preto, Prof. Dr. JOAO JOSE CALUZI do(a) Departamento de Física / Faculdade de Ciências de Bauru, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE Mestrado de CAMILA SANCHES MIANI, intitulada "Jogo "bio resgate": uma proposta de RPG digital para ensino de biologia". Após a exposição, a discente foi arguida oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: Aprovada. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.


Profa. Dra. ANA MARIA DE ANDRADE CALDEIRA


Prof. Dr. MAURICIO DOS SANTOS MATOS


Prof. Dr. JOAO JOSE CALUZI

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Dr^a. Ana Maria de Andrade Caldeira, pela confiança e contribuições nos momentos importantes.

À minha Coorientadora, Prof^a. Dr^a. Fernanda da Rocha Brando Fernandez, pela confiança, dedicação e parceria.

Ao Prof. Dr. Wilson Massashiro Yonezawa, que se mostrou presente durante todo o desenvolvimento desta pesquisa.

A todos os participantes do grupo formado para o desenvolvimento do jogo “Bio resgate”.

Aos funcionários da Pós-graduação em Educação para a Ciência, em especial a Sr^a. Denise Barbosa Felipe.

Aos colegas do Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência.

Aos meus pais, pelo apoio, compreensão e dedicação em todos os momentos.

Ao meu irmão e minha cunhada, pelo incentivo, conselhos e contribuições sempre que precisei.

Aos meus amigos, pela compreensão nos momentos de ausência.

MIANI, Camila Sanches. Ensino de biodiversidade: análise do conceito em manuais didáticos e proposição de jogo digital educativo. 2013. 102f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – UNESP, Faculdade de Ciências, Bauru, 2013.

RESUMO

A presente pesquisa, intitulada “Ensino de biodiversidade: análise do conceito em manuais didáticos e proposição de jogo digital educativo” discute a abordagem do tema biodiversidade em manuais didáticos do Ensino Médio e a elaboração de um jogo digital educativo para o tema. Por meio das análises de conteúdo dos livros didáticos investigados, do processo de construção do jogo digital educativo intitulado “Bio resgate” e dos diagramas elaborados durante a pesquisa, levantamos os limites e possibilidades de diferentes materiais didáticos para o tema biodiversidade. Para tanto, utilizamos a pesquisa qualitativa, referenciais teóricos da transposição didática e do modelo KVP (Knowledge, Values, Practices). Para a compreensão da evolução da investigação utilizamos a elaboração de diagramas representativos das ações realizadas ao longo do processo e que dizem respeito à elaboração de jogos digitais educativos. As análises nos evidenciaram importantes questões sobre o ensino de biodiversidade na Educação Básica, sobre a experiência de desenvolver um material didático em mídia digital, seus desafios e potencialidades.

Palavras chaves: Ensino de Biologia, Biodiversidade, Manuais didáticos, Jogos digitais educativos.

ABSTRACT

This dissertation presents a discussion of the process of introducing biodiversity topics in textbooks for high school students and also the development of an educational digital game for that. The limits and possibilities of several didactic materials containing the biodiversity topic were studied by analyzing the content of different textbooks, evaluating the construction process of an educational digital game entitled "Bio resgate" and also through the many diagrams developed during this research. For this purpose, we used qualitative research and theoretical works from didactic transposition and KVP model (Knowledge, Values, and Practices). Diagrams were created in order to understand how the investigation evolved over time. The analysis presented in this work was important to highlight several issues about biodiversity education in junior/high school levels and also to discuss the challenges and the feasibility of developing didactic material in digital media.

Key words: Biology teaching, Biodiversity, Textbooks, Educational digital game.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Transposição didática.....	21
Figura 2- O modelo KVP	24
Figura 3- Diagrama da transposição didática integrando o modelo KVP	25
Figura 4- Os <i>hotspots</i> no mundo com destaque para os dois brasileiros, Cerrado e Mata Atlântica	33
Figura 5- Estrutura geral da produção didática	43
Figura 6- Estrutura geral da pesquisa.....	44
Figura 7- Integração das três dimensões do conceito.	48
Figura 8- Imagens do jogo “Fogo no Cerrado”.....	50
Figura 9- Estrutura geral do jogo.....	58
Figura 10- Ações livres proporcionadas pelo jogo.....	60
Figura 11- Composição da primeira <i>quest</i> do jogo.....	61
Figura 12- Tela inicial do jogo.....	65
Figura 13- Mapa em construção.....	66
Figura 14- Personagem principal do jogo.....	66
Figura 15- Espécie <i>Vochysia tucanorum</i> Mart.....	67
Figura 16- Espécie <i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.....	67
Figura 17- Espécie <i>Caryocar brasiliensis</i> Camb.....	68
Figura 18- Proporção de conteúdos em cada nível de biodiversidade.....	72
Figura 19 - Primeiro diagrama de construção do jogo.....	87
Figura 20- Segundo diagrama de construção do jogo.....	88
Figura 21- Proposta final para a o processo de construção de jogos digitais educacionais.....	90

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Descrição dos elementos da narrativa propostos para o jogo	56
Quadro 2- História elaborada para o jogo Bio Resgate	57
Quadro 3- Propósitos estabelecidos para o jogo na perspectiva do aluno e do jogador	57
Quadro 4- Definições de biodiversidade presentes nos manuais analisados	71
Quadro 5- Coleções que não apresentam o conceito de biodiversidade	72
Quadro 6- Contextualização do tema Biodiversidade com problemas ambientais brasileiros.....	73
Quadro 7- Respostas dos integrantes a primeira questão	79
Quadro 8- Respostas dos integrantes a segunda questão	80
Quadro 9- Respostas dos integrantes a terceira questão	81
Quadro 10- Respostas dos integrantes a quarta questão	82
Quadro 11- Respostas dos integrantes a quinta questão	83
Quadro 12- Respostas dos integrantes a sexta questão.....	84
Quadro 13- Categorias de análise das respostas dos participantes.....	85

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
CAPÍTULO 1	15
1. Ensino e aprendizagem na sociedade da informação e a transposição didática	15
1.1. Os problemas no ensino de Ciências.....	15
1.2. As tecnologias da informação e comunicação como recurso didático.....	17
1.3. Transposição didática	19
1.3.1. O modelo KVP.....	23
CAPÍTULO 2	27
2. Biodiversidade.....	27
2.1. O cenário da Biodiversidade.....	27
2.2. O conceito.....	29
2.2.1. Diversidade genética.....	30
2.2.2. Diversidade de espécies.....	32
2.2.3. Diversidade de ecossistemas.....	33
2.3. O conceito de biodiversidade no ensino médio.....	34
2.4. O conceito de biodiversidade em manuais didáticos de Biologia.....	36
CAPÍTULO 3	41
3. Metodologia da pesquisa.....	41
3.1. Apresentação dos dados.....	45
3.1.1. Os manuais didáticos.....	45
3.1.2. O grupo multidisciplinar.....	48

3.1.2.1. Dinâmica das reuniões.....	50
3.1.2.2 Entrevistas.....	51
3.1.3. Diagramas representativos do processo de elaboração do jogo digital educativo.....	52
CAPÍTULO 4.....	54
4. Resultados do jogo.....	54
4.1. O roteiro do jogo “Bio resgate”.....	54
4.1.1. A estrutura do jogo.....	58
4.1.2 A primeira <i>quest</i> elaborada para o jogo.....	61
4.2. O design do jogo.....	65
4.3. A programação do jogo.....	68
4.4. Acompanhamento didático.....	69
CAPÍTULO 5.....	71
5. Análise dos dados.....	71
5.1. Os manuais didáticos analisados.....	71
5.1.1 Análise das concepções de biodiversidade presentes nos manuais por meio do modelo KVP.....	74
5.2. Análise da produção do jogo “Bio resgate”.....	76
5.2.1. A análise dos limites e possibilidades do material elaborado.....	76
5.2.2. A análise do grupo multidisciplinar formado.....	76
5.3. Análise dos diagramas elaborados.....	87
6. CONCLUSÕES.....	92
REFERÊNCIAS.....	95

INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos observados nos últimos anos possibilitaram acesso a diversas informações ao mesmo tempo e, provavelmente, estão modificando a forma como entendemos o mundo. Para Lévy (1998), um computador e uma conexão telefônica dão acesso a quase todas as informações do mundo, imediatamente ou recorrendo a redes de pessoas capazes de remeter à informação desejada. Duas décadas após essa afirmação, o acesso à maioria das informações pode ser feito por meio de redes cada vez mais complexas e eficientes, disponibilizando uma quantidade de fontes muito maior. Segundo Coll e Monereo (2010), uma forma de organização econômica, social, política e cultural está surgindo, atribuída o nome de Sociedade da Informação, com diferentes maneiras de trabalhar, de se comunicar, de se relacionar, de pensar, de aprender.

De acordo com Coll e Monereo (2010), uma das características desta sociedade é o excesso de informação. A informação é sua matéria-prima, e as tecnologias da informação e comunicação (TIC) trouxeram consigo um aumento espetacular da quantidade e de seu fluxo, facilitando o acesso de setores cada vez mais amplos da população. Entretanto, esta abundância e facilidade de acesso não garantem que os indivíduos estejam mais e melhor informados. Pois, ter informação não significa possuir conhecimento. Trata-se de um desafio para educadores produzir formas de facilitar a passagem da informação para o conhecimento, o que envolve informação interiorizada e adequadamente integrada nas estruturas cognitivas do indivíduo. Também do ponto de vista educacional, é preciso considerar que a população precisa aprender a ter critérios para selecionar e confirmar a veracidade das informações facilmente obtidas e também refletir, essas habilidades são fundamentais para o aprendizado levar os indivíduos ao conhecimento.

Nesse contexto, o cenário educacional está sofrendo transformações, e estudos considerando a existência de novas ferramentas e conseqüentes mudanças na estrutura das escolas e na formação dos professores precisam ser considerados.

Segundo Coll e Monereo (2010), a nova ferramenta mais estudada, no que se refere ao seu impacto no desenvolvimento humano são os *videogames*, provavelmente

porque foi a primeira relacionada com os computadores na vida cotidiana de crianças e adolescentes. O uso do computador e dos consoles de jogos se alastra socialmente, e transforma-se em uma prática de socialização habitual em nossa sociedade. Com o passar dos anos, os jogos digitais, ou seja, os jogos computadorizados que podem ser executados também através da internet, ficaram mais acessíveis e elaborados, atingindo, assim, diferentes grupos na sociedade.

Os jogos tornaram-se tão imersivos e interessantes que são utilizados por um público cada vez maior. Crianças e adolescentes se envolvem nas histórias, interagem, desenvolvendo diferentes habilidades. O sucesso dos jogos digitais com esse público despertou o interesse de pesquisadores e professores, que questionam se os jogos digitais poderiam ser utilizados na escola como uma ferramenta para o ensino de conceitos. De acordo com Laburu (2006), nos dias atuais de diversos avanços tecnológicos, o desafio também é do educador da escola básica na tentativa de conjugar cultura com novidade e, se possível, com entretenimento. Assim, surgem as primeiras propostas de jogos digitais, ainda rudimentares, pensados e desenvolvidos especificamente para a educação.

O desenvolvimento de um jogo digital envolve o trabalho de profissionais especializados em diferentes áreas, como por exemplo: designers, programadores e roteiristas. O produto final é resultado dos esforços combinados destes indivíduos. Pensamos que a elaboração de um jogo digital com fins educativos também é uma construção coletiva, pois deve considerar a formação de um grupo multidisciplinar, uma equipe composta por indivíduos com diferentes especializações funcionais que trabalham para alcançar um objetivo comum. O grupo pode ser formado por professores, atuando como roteiristas, programadores e designers para que a proposta seja desenvolvida com qualidade técnica, estética e conceitual.

Tendo em vista as potencialidades e os desafios existentes na inserção das tecnologias da informação e comunicação no ensino e as críticas existentes às abordagens de alguns conteúdos nos manuais didáticos, material amplamente utilizado no processo de ensino, esta pesquisa analisou o tratamento dado ao tema biodiversidade nos livros didáticos, assim como a construção de um jogo digital educativo com a temática por uma equipe multidisciplinar, pensando em sua aplicação aos alunos do Ensino Médio.

O objetivo geral desta pesquisa foi investigar o processo de elaboração de um material didático em mídias digitais e suas possibilidades e limites como instrumento para uma abordagem do tema biodiversidade. Para tanto, delimitamos os objetivos específicos do trabalho:

- Analisar o material didático utilizado pelos professores da rede pública do Ensino Médio e o tratamento dado ao conceito de biodiversidade;

- Elaborar um material didático configurado como um jogo digital para o ensino do tema biodiversidade;

- Investigar como se engendram grupos multidisciplinares no desenvolvimento de materiais didáticos em mídias digitais.

A pesquisa pode ser dividida em três momentos: o estudo do tema biodiversidade; a análise do tema nos manuais didáticos disponibilizados para as escolas brasileiras pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), no ano de 2012; e a investigação do processo de elaboração de um *role-playing game* (RPG) digital, idealizado e desenvolvido coletivamente por um grupo multidisciplinar.

O presente trabalho foi organizado em cinco capítulos. O primeiro capítulo discute os problemas de ensino e aprendizagem na Sociedade da Informação e a transposição didática. O segundo aborda uma ideia sobre o conceito de biodiversidade e suas particularidades. Estes primeiros capítulos são fundamentais para a compreensão do tema e análise fundamentada tanto dos manuais didáticos quanto do jogo digital educativo elaborado.

A metodologia e as ações desenvolvidas durante a pesquisa são apresentadas no terceiro capítulo. O quarto capítulo é composto pelos resultados que se referem à produção do material didático e são descritas as fases do processo de desenvolvimento do jogo digital educativo. No quinto capítulo, apresentamos as análises referentes aos manuais didáticos, ao processo de elaboração do jogo, considerando a complexidade do engendramento do grupo multidisciplinar formado. Além disso, apresentamos a análise dos diagramas elaborados ao longo da investigação, que correspondem ao exercício teórico-metodológico da pesquisadora no processo de construção de jogos digitais educacionais. De acordo com os referenciais utilizados e com a análise dos dados obtidos, apresentamos as considerações finais do trabalho.

Capítulo 1

1. Ensino e aprendizagem na sociedade da informação e a transposição didática

1.1. Os problemas no ensino de Ciências

A escola reflete a sociedade na qual está inserida, sendo o espaço tradicionalmente designado para as pessoas se apropriarem dos conhecimentos produzidos pela humanidade. Ao longo dos anos, a escola se manteve como um espaço decisivo para a formação dos indivíduos, porém, suas funções sociais de informar novidades e transmitir informação não se mostraram adequadas para a sociedade em constante transformação e com acesso a grandes quantidades de informação fora do ambiente escolar. A escola contemporânea tem como função inserir o aluno em culturas e desenvolver competências e habilidades para que eles possam aprender por si mesmos. Para Pozo (1998), os alunos que aprendem a aprender estão em melhores condições de se adaptarem às mudanças culturais, tecnológicas e profissionais que caracterizam a sociedade atual.

Neste sentido a educação básica no Brasil, tem se estruturado com o objetivo preparar para a aprendizagem ao longo da vida. As ciências naturais, como parte integrante do currículo escolar e da cultura humana, devem contribuir para a formação dos estudantes. Entretanto, apesar dos esforços de pesquisadores e professores, o ensino e a aprendizagem nas ciências naturais persistem com certos problemas. Para Carvalho e colaboradores (1992), é evidente o fracasso do ensino em proporcionar avanços nas concepções dos alunos no processo de aquisição de conceitos científicos. Meglhoratti *et al* (2009) ressaltam que, muitas vezes, o ensino de ciências é realizado de forma memorística e fragmentada e que essa abordagem contribui para que os alunos de escolaridade básica, em geral, tenham dificuldades em relacionar os conceitos científicos com os fenômenos da natureza, e a representá-los de maneira integrada, permanecendo com suas concepções alternativas a respeito dos temas versados.

Segundo Krasilchik (1992), diversas foram as tentativas e inovações visando ao melhoramento do ensino de ciências. Entre as tentativas de mudanças que receberam destaque estão os programas curriculares americanos que visavam à formação de cientistas e que foram trazidos e aplicados no Brasil, tais como: na Biologia, o projeto Biological Science Curriculum Study (BSCS); na Física, o Physical Science Study Committee (PSSC) e na Química, o Chemical Study Group (CHEM). Para Krasilchik (1992), as consequências das interpretações equivocadas de tais projetos são sentidas até hoje. Todos esses fatores evidenciam a complexidade dos problemas do ensino e da aprendizagem de e sobre ciências.

Diversas pesquisas apontam que os estudantes têm dificuldade de compreender os conceitos científicos que lhes são ensinados (HIERREZUELO & MONTERO, 1991; DE MANUEL & GRAU, 1996; GOMEZ CRESPO, 1996). A presença de erros conceituais em respostas dos alunos são, em muitos casos, situações frequentes, mostrando a forma como eles habitualmente entendem os fenômenos científicos. As concepções alternativas a respeito dos conteúdos trabalhados nas ciências naturais são muito persistentes e pouco se modificam após muitos anos de instrução científica na educação básica (POZO & CRESPO, 2009).

Pozo & Crespo (2009) também apontam que os alunos aprendem cada vez menos os conteúdos ensinados nas escolas e demonstram menos interesse pelo que aprendem. Para muitos professores de ciências, o cotidiano do trabalho é ensinar conteúdos que não despertam a curiosidade. De acordo com Laburu (2006), para uma grande parte dos estudantes, as atribuições vinculadas à escola, como fazer lições e assistir as aulas, são maçantes e dentro da sala de aula é possível observar comportamentos de alienação, apatia e até mesmo de desprezo para com o conhecimento escolar, seguindo o caminho da frustração tanto para professores quanto para alunos.

Pozo (2002) discute que os problemas de ensino e aprendizagem não são tão atuais, dizendo que talvez ensinar sempre tenha sido uma tarefa muito difícil, e que hoje temos apenas uma maior consciência dos fracassos do processo ensino e aprendizagem e da necessidade de superá-los. O autor refere-se a um dos motivos associado à dificuldade na aprendizagem, relacionado ao fato de que os cenários de aprendizagem,

muitas vezes, não são pensados considerando as características dos aprendizes e de seus mestres.

Pozo (2002) explica a necessidade de uma nova cultura de aprendizagem que atenda às demandas de formação da sociedade atual, tão diferente em muitos aspectos de épocas passadas, em que o ensino e a reprodução memorística do conhecimento bastavam para que os indivíduos tivessem sucesso na aprendizagem.

A manutenção desse sistema de ensino e aprendizagem tradicional tem gerado um desajuste entre o que a sociedade espera da formação científica de um cidadão e os processos necessários para alcançar tais expectativas. A defasagem entre o que escola ensina e o que a sociedade vive também contribui para a compreensão dos inúmeros problemas relacionados à educação. Muitas vezes, alunos saem da escola com defasagem de competências e, como reflexo da má formação possuem dificuldades para se inserir dentro da sociedade.

Neste cenário, evidenciamos a necessidade do estudo de novos recursos didáticos que superem o sistema de ensino conhecido como tradicional. Neste trabalho, entendemos as tecnologias da informação e comunicação como um desses potenciais recursos.

1.2. As tecnologias da informação e comunicação como recurso didático

Segundo Pozo (2002), na sociedade atual, novas formas de aprendizagem precisam ser estabelecidas e devem ser pautadas na compreensão, análise crítica, reflexão sobre o que fazemos e acreditamos e permitir também a integração de saberes parciais. Com relação ao papel da educação nesta sociedade, Takahashi (2000) descreve que a dinâmica da sociedade da informação requer educação continuada, ao longo de toda a vida, que permita ao indivíduo inovar e não apenas acompanhar as mudanças tecnológicas.

Segundo Motokane *et al* (2010), novas metodologias não podem admitir o estudante como um sujeito que recebe informações passivamente. Uma educação preocupada com a aprendizagem ao longo da vida precisa utilizar metodologias que propiciem a participação mais ativa dos alunos.

Tendo em vista que as situações de aprendizagem devem permitir a interação dos estudantes com diferentes disciplinas, culturas, realidades socioambientais, enfim, com diferentes áreas do conhecimento, destacamos as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) como uma ferramenta com grande potencial para ampliar a participação ativa dos estudantes, pois possibilitam a interação dinâmica entre pessoas e informações em diferentes linguagens.

As atividades de aprendizagem precisam ser entendidas no contexto das demandas sociais que as geram e devem considerar que, em diferentes culturas, os processos de aprendizagem variam. Isso nos leva a outro fator que dificulta a aprendizagem, as diversas tentativas de inserção dos mesmos métodos e conteúdos para públicos tão diversos, expostos a diferentes contextos sociais, desconsiderando a realidade dos indivíduos. Entende-se que se a situação não desperta o interesse, não motiva o aluno, e portanto, dificilmente será capaz de gerar aprendizagem.

Atualmente, nas escolas, estamos lidando com um público que nasceu imerso nas tecnologias digitais, que tem acesso a essas tecnologias e possui habilidades para usufruir de todas as possibilidades que elas oferecem. Estes são denominados nativos digitais. Segundo Palfrey & Gasser (2011), os nativos digitais são todos aqueles que nasceram depois de 1980 e conseguem executar tarefas envolvendo tecnologia com eficiência e rapidez. E para esse público, o espaço escolar torna-se, muitas vezes, desinteressante, já que não propicia o mesmo tipo de interação que ele estabelece através do uso das tecnologias digitais.

De acordo com Palfrey & Gasser (2011), os nativos digitais passam grande parte de sua vida *online* e são unidos por práticas comuns, como por exemplo: a quantidade de tempo que passam usando tecnologias digitais; a tendência à realização de diversas tarefas ao mesmo tempo; os modos como se expressam e se relacionam uns com os outros; o padrão de uso das tecnologias para ter acesso, usar as informações e passar da informação ao conhecimento. Para os autores, os nativos digitais são extremamente criativos e se expressam de formas muito diferentes. Muitos deles percebem que a informação é maleável, algo que podem controlar e reconfigurar de maneiras mais interessantes. Até mesmo as pesquisas, que anteriormente se relacionavam a uma biblioteca, hoje são feitas por intermédio da tecnologia de busca de informações no

mundo virtual. Segundo os autores, possivelmente todas estas mudanças não serão boas, mas com certeza serão duradouras, e a escola e os professores precisam se adaptar a elas (PALFREY & GASSER, 2011).

De acordo com Silva e Silva Neto (2008), diante da presença das tecnologias no cotidiano das pessoas, aluno e professor têm assumido papéis diferentes daqueles antes típicos. O aluno tem adotado uma postura mais ativa em que a coautoria, o autodidatismo e a colaboração são aspectos centrais. Já o professor, que por muito tempo foi visto como único detentor do saber, agora precisa atuar como facilitador no processo de formação dos alunos. Porém, muitos professores ainda se consideram despreparados para ensinar neste cenário educacional que está em constante transformação.

De acordo com Aires e Azevedo (2010), há inúmeras possibilidades das TICs ampliarem os cenários educativos, pois todos os espaços de interação reúnem potencialidades para atuarem como ambientes de ensino e aprendizagem. As TICs seriam recursos didáticos e, assim, esses cenários educativos potenciais precisam ser estudados e avaliados para que possam ser utilizados adequadamente pelas novas gerações.

Considerando as potencialidades das TICs no ensino de conceitos e sua disseminação rápida de informações, assim como o interesse dos estudantes por jogos digitais, consideramos pertinente a utilização desses meios como cenários educativos potenciais para nosso estudo sobre o ensino do tema biodiversidade.

1.3. Transposição didática

O conhecimento acerca da natureza é construído ao longo do tempo pelo homem. O produto desse complexo processo de construção constitui-se um acervo da humanidade que é apreendido pelos novos membros da sociedade nas escolas. Para que essa apreensão ocorra, alguns aspectos devem ser levados em consideração, tais como: o conhecimento precisa receber modificações, tornando-se, assim, acessível às crianças e adolescentes; a definição dos conteúdos mais relevantes a serem abordados e o

desenvolvimento de materiais didáticos devem ser realizados em conjunto com as atividades didáticas elaboradas pelo professor para os alunos.

Uma proposta para entender esse processo, gerador de transformações no conhecimento, é conhecida por transposição didática. Foi formulada inicialmente por Michel Verret na década de 1970, sendo introduzida na didática da matemática por Yves Chevallard em 1985 e, posteriormente, discutida na didática das Ciências. Podemos entendê-la sucintamente como sendo o processo que designa a passagem do saber sábio para o saber ensinado.

Mais propriamente, para Chevallard (1991, p.15) a transposição didática se refere a:

Um conteúdo do saber sábio que foi designado como saber a ensinar passa, a partir de então, por um conjunto de transformações adaptativas que irão torná-lo apto para ocupar um lugar entre os objetos de ensino. O trabalho que transforma um objeto de saber sábio em um objeto de saber ensinado é denominado de transposição didática.

O autor ressalta que, mesmo depois das transformações ocorridas no processo de transposição didática, o conhecimento presente na escola deve se manter próximo ao conhecimento de referência (saber sábio). Segundo Chevallard (1991), os atores da transposição precisam garantir que o saber ensinado não se distancie demasiadamente do saber sábio. Porém, o autor discute que a proximidade com o saber sábio pode levar a dificuldades de ensinar e também de aprender. Esta situação leva a um conflito entre os atores da transposição didática, ou seja, diminuir a distância entre os saberes ou aumentar essa distância na tentativa de tornar os conteúdos mais exequíveis para o ensino e conseqüente aprendizagem. A comunidade científica, especialmente da área de ensino de ciências, se dedica para que os conteúdos ensinados na escola se aproximem cada vez mais do saber sábio - o conhecimento científico – enquanto autores de manuais didáticos e, principalmente, os professores, tendem a aumentar a distância, por exemplo, simplificando um conteúdo que seria muito complexo para ensinar aos alunos.

Chevallard (1991) destaca três níveis identificáveis na transposição didática: o primeiro é o objeto do saber (saber sábio, o conhecimento produzido pelo cientista), seguido pelo saber a ensinar (o que foi selecionado para compor os programas das escolas) culminando no saber ensinado (o que é aprendido no processo de ensino e aprendizagem).

De acordo com Verret (1975), citado por Carvalho (2009), existem quatro constantes que caracterizam o trabalho de transposição didática:

- 1) A desincretização do saber, que consiste na divisão do saber em campos delimitados;
- 2) A despersonalização do saber, em que os autores são separados da sua atividade de pesquisa, tornando esse saber público;
- 3) A programabilidade da aquisição do saber, que é a programação e controle dos conhecimentos por meio de seqüências de ensino, permitindo a aquisição progressiva do saber.
- 4) A publicitação do saber, definição explícita do saber a ser transmitido.

Entre os níveis da transposição didática, é possível identificar duas fases: uma que analisa o motivo que levou à seleção dos conteúdos que constituem os currículos escolares, denominada de transposição didática externa, que ocorre entre o nível do objeto do saber e o saber a ensinar; e a outra conhecida por transposição didática interna, que está relacionada com a maneira como os conteúdos selecionados são transpostos no processo de ensino e aprendizagem, situando-se entre o saber a ensinar e o saber ensinado (Figura 1).

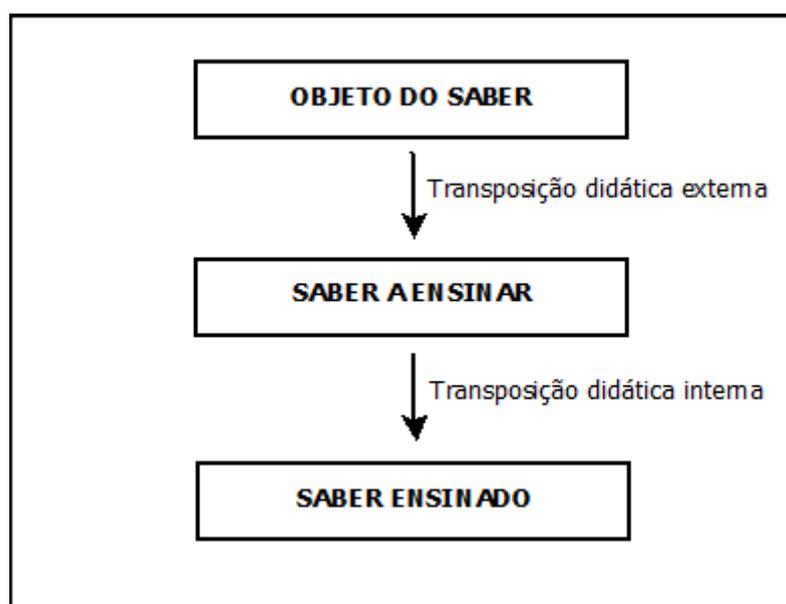


Figura 1. Transposição didática. (Adaptado de Chevallard, 1991, 1992).

Os responsáveis pela efetivação das duas fases são diferentes, isto é, na transposição didática externa é possível reconhecer a ação dos agentes e das políticas educacionais, dos acadêmicos que trabalham com os problemas referentes ao ensino e dos autores de materiais didáticos, principalmente dos livros e manuais escolares. Segundo Develay (1992), citado por Carvalho (2009), no processo de transposição didática externa precisa ocorrer um trabalho de axiologização, para que todo saber escolar corresponda aos valores reivindicados pelos responsáveis por políticas educacionais.

Na fase de transposição didática interna o principal responsável seria o professor. Porém, nessa fase, outras esferas da sociedade, a comunidade escolar composta por diretores, coordenadores e pais dos alunos, podem influenciar nas decisões do docente na abordagem de certos conteúdos. A formação do docente também determina como esse processo ocorrerá. Assim, o saber ensinado torna-se variável e um dos problemas que pode ser observado é a grande dificuldade de aprendizagem - de se trabalhar o saber a ensinar e o saber ensinado - dos alunos nas escolas.

Astolfi e Develay (1991) afirmam que os conteúdos ensinados nas escolas sofrem influências políticas e sociais, considerando os aportes provenientes das práticas sociais, que incluem atividades diversas, tais como, questões culturais. Portanto, temos, além do saber sábio, as práticas sociais se constituindo como referências importantes para a transposição didática. Develay (1992), citado por Carvalho (2009), afirma que, na maior parte das disciplinas, o saber a ensinar tem como ascendente não só o saber sábio, mas também as práticas sociais de referência. O autor discute que em algumas situações são apenas as práticas sociais de referência que determinam os saberes a ensinar, citando, como exemplo, o caso da inclusão da prevenção do consumo de álcool nos programas escolares franceses devido aos dados alarmantes sobre o alcoolismo naquele país.

No projeto *Biology, health and environmental education for better citizenship (BIOHEAD-CITIZEN)* (CARVALHO, 2004; CARVALHO e CLÉMENT, 2007), em que estiveram envolvidos 19 países que contrastam em diferentes aspectos sociais, culturais e econômicos, ficou evidente que os saberes científicos não são a única referência na formulação de programas e manuais escolares. Apesar de utilizarem as mesmas publicações científicas como conhecimento de referência (saber sábio), os conteúdos de ensino encontrados foram muito diversos. Os autores das pesquisas evidenciam que além das práticas sociais, os valores, mesmo que implícitos, associados aos saberes escolares, podem condicionar a seleção de certos conteúdos.

Considerando a importância dos valores e das práticas sociais na seleção de temas para a composição dos programas e manuais escolares, Quessada e Clément (2006) propuseram o conceito de demora da transposição didática (DTD). A DTD corresponde ao intervalo do surgimento de um conceito científico e o seu aparecimento nos programas ou currículos escolares e nos manuais didáticos. Os autores consideram que diversos processos temporais podem causar essa demora, entre eles:

- a demora na aceitação de um conceito científico pela comunidade científica e também pela população em geral.

- a demora na decisão do sistema educativo em introduzir um novo conceito científico no programa escolar e no nível de ensino adequado.

Segundo Carvalho (2009), a urgência ou o impasse na transposição de determinados temas em uma dada sociedade, tanto ao nível dos programas quanto ao nível dos manuais escolares, permite identificar parâmetros socioculturais, religiosos e políticos presentes nessa sociedade.

Nesse contexto, faz-se necessário uma breve explicação sobre os aspectos relacionados ao modelo proposto por Pierre Clément (2006) que explicita a interação entre o conhecimento, os valores e as práticas sociais relacionados à transposição didática.

1.3.1. O modelo KVP

Pierre Clément (2004; 2006), retomando o processo de transposição didática de Chevallard (1991) e também a importância das práticas sociais de referência neste

processo, considera que as concepções dos sujeitos sobre determinados assuntos é determinada pela interação entre o conhecimento científico, os sistemas de valores e as práticas sociais. O autor propõe um modelo para análise de concepções que se exprime na interação dos conhecimentos (knowledge-K), dos valores (values-V) e das práticas sociais (practice-P), representado na Figura 2. De acordo com Carvalho (2009), este modelo pode ser aplicado para a análise de concepções, sejam de cientistas, de especialistas em didática, de professores, alunos, ou ainda aquelas presentes nos programas e em manuais escolares.

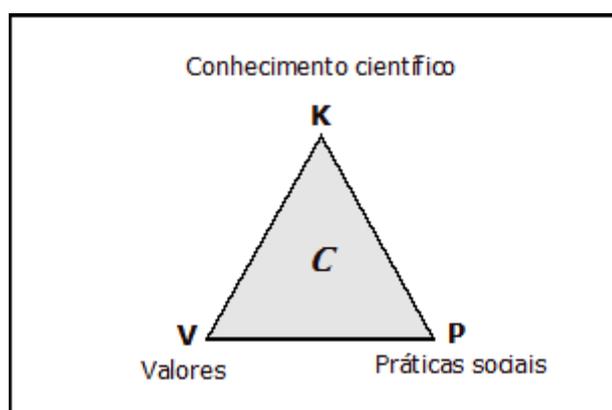


Figura 2. O modelo KVP. A letra C no centro do triângulo representa as concepções que podem ser analisadas como interações entre os polos.

No modelo de Clément (2006), o polo K refere-se à informação proveniente da comunidade científica e também aos conhecimentos que cada um tem, sejam eles próximos ou afastados do conhecimento científico. O polo P representa a utilização dos conhecimentos para reformular o que é útil às práticas do sujeito. E o polo V está relacionado ao sistema de valores de cada indivíduo. De acordo com o autor, a atenção que cada um dá aos conhecimentos depende da interação entre esses conhecimentos e seus valores pessoais. A utilização do modelo KVP permite analisar a evolução dos conhecimentos científicos sob o ângulo das suas interações com os valores e as práticas sociais dominantes em cada época.

Segundo Guimarães *et al* (2008), no modelo KVP, a transposição didática não se dá somente em três níveis, pois não são normalmente as publicações científicas originais que informam a construção dos programas escolares, e sim os artigos de

revisão, os trabalhos de divulgação científica, as iniciativas de popularização da ciência pela mídia entre outros.

De acordo com a perspectiva descrita, apresentamos na Figura 3 a elaboração do diagrama da transposição didática que integra o modelo KVP (CLÉMENT, 2006; CARVALHO & CLÉMENT, 2007).

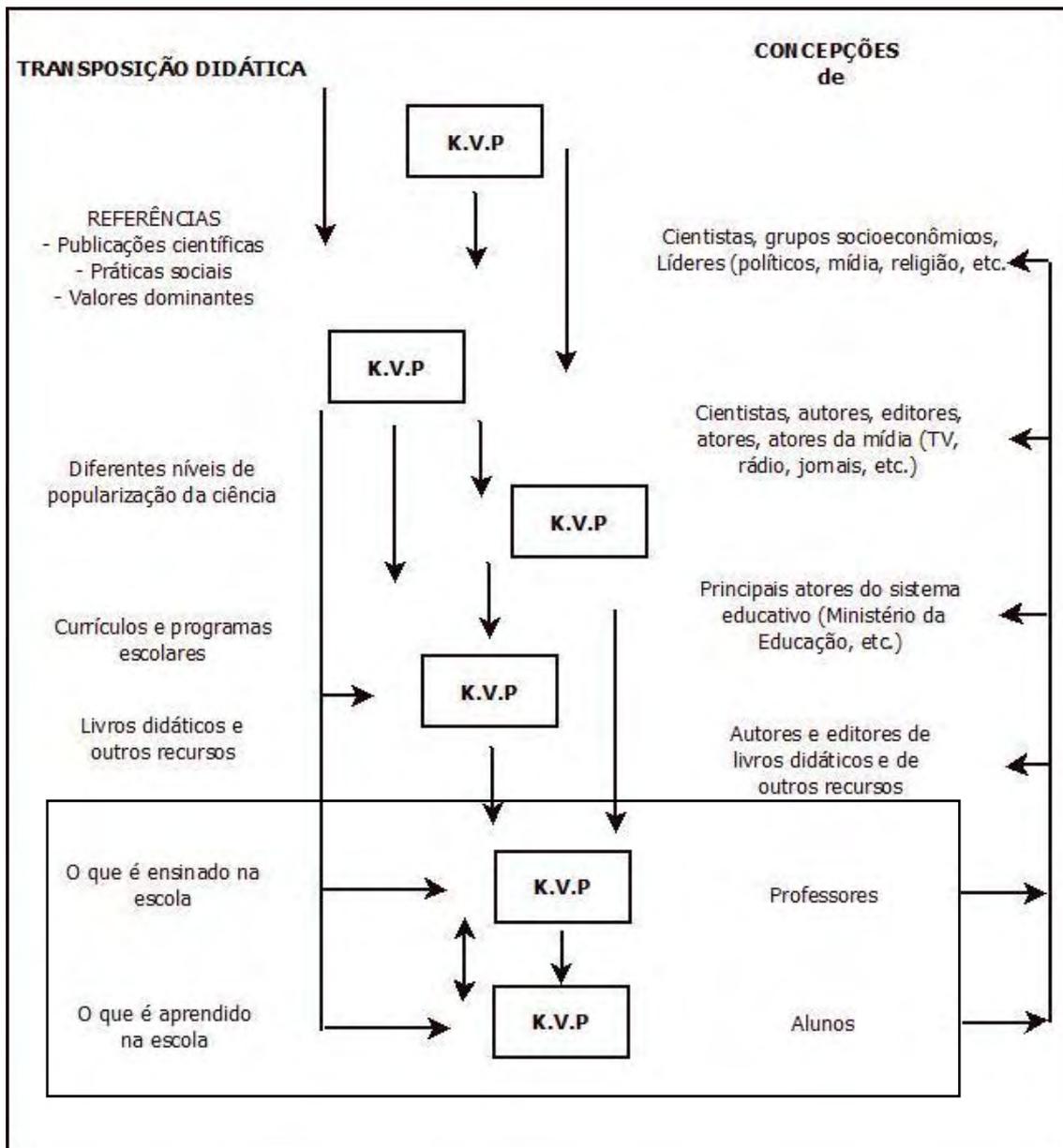


Figura 3. Diagrama da transposição didática integrando o modelo KVP (adaptado de CLÉMENT, 2006).

O diagrama mostra, à esquerda, o conjunto de diversos processos relacionados à na transposição didática e à direita, os atores envolvidos nos processos, cujas concepções podem ser analisadas também através do modelo KVP. De acordo com Carvalho (2009), para um dado tema pode-se analisar a progressão das concepções dos cientistas, as concepções dos autores dos programas escolares e dos manuais escolares (transposição didática externa), ou ainda as concepções dos professores (transposição didática interna).

O modelo de transposição didática de Clément contribui para uma compreensão mais aprofundada do processo complexo que permeia o caminho do saber sábio para o saber ensinado, destacando seus vários níveis, desde o conhecimento científico até as concepções construídas pelos estudantes.

No contexto desta investigação, o conceito de transposição didática e o modelo KVP foram utilizados para a análise do tratamento dado ao tema biodiversidade em manuais didáticos brasileiros e para entender como transpor este conceito em uma mídia digital, um jogo.

Capítulo 2

2. A Biodiversidade

2.1. O cenário da Biodiversidade

Segundo Groombridge & Jenkins (2002), reduzir a perda da biodiversidade e dos sistemas ecológicos é um dos principais desafios para os próximos quarenta anos. Para Wilson (1997), a diversidade biológica deve ser tratada como um recurso global, para ser registrada, usada e, principalmente, conservada. Três circunstâncias conspiram para este tratamento acontecer com urgência. A primeira está relacionada com o crescimento explosivo da população humana que desgasta o ambiente de forma muito acelerada. Na segunda, diversas pesquisas mostram novas utilizações para a diversidade biológica, que podem minimizar o sofrimento humano e também a destruição ambiental. E a terceira relaciona-se com a grande parte da diversidade que vem se perdendo irreversivelmente através da extinção causada pela destruição de habitats naturais, de forma muita mais acentuada nos países tropicais (WILSON, 1997).

Na década de 1970, a preocupação com o desaparecimento de espécies, e as consequências da destruição de numerosos ambientes ricos em recursos biológicos ganhou maior visibilidade. Ecólogos e conservacionistas evidenciavam que o crescimento demográfico, acompanhado da exploração excessiva dos recursos, estavam acelerando a perda de um patrimônio natural que levou milhões de anos para se formar. Diversas situações relacionadas à perda da biodiversidade tornaram-se temas de importantes pesquisas, tais como o desmatamento e o desaparecimento de espécies da fauna e da flora.

Cabe ressaltar que não apenas o ser humano modifica o ambiente, pois este está sempre em constante transformação. Há estudos que mostram como a Terra passou por períodos de transformações muito severas ao longo de sua história, sofrendo inclusive com extinções em massa de inúmeras espécies, o que favorece um entendimento que a vida como a conhecemos sempre enfrentou modificações. Contudo, não podemos deixar de considerar que a crise ambiental atual está diretamente relacionada às ações

antrópicas, e estas alterações tomaram grandes proporções. Neste cenário, desenvolve-se um movimento a favor da manutenção da biodiversidade.

No ano de 1980, foi publicado pela *Wilderness Society* o livro “*Conserving Biological Diversity in Our National Forests*”, dedicado à conservação da biodiversidade nas florestas dos Estados Unidos, no qual a expressão *biological diversity* foi utilizada e, desde então, passou a ser mais conhecida. Ainda na década de 1980, ocorreu em Washington o *National Forum on Biodiversity* (1986), que coincidiu com um notável aumento de interesse, por parte dos pesquisadores e de grupos do público em geral, sobre questões envolvendo a biodiversidade e os problemas de conservação internacionais. Em 1988, com a publicação dos relatórios do fórum, intitulado “Biodiversity”, o conceito de biodiversidade se popularizou.

Com a mesma preocupação e pensando em estabelecer o comprometimento dos países com a conservação de todos os aspectos da biodiversidade, a *United Nations Environment Programme* (UNEP-1989), em parceria com especialistas, preparou um instrumento legal para a conservação e uso sustentável da diversidade biológica, intitulado *Convenção sobre a Diversidade Biológica*, assinada por 168 governos. As primeiras assinaturas aconteceram durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no ano de 1992, na cidade do Rio de Janeiro, evento também conhecido como ECO-92 ou RIO-92.

Apesar dos esforços em conservar a diversidade biológica mediante propostas que se propagaram durante as convenções regionais, nacionais e mundiais, os resultados concretos ainda são difíceis de serem notados.

Atualmente, estudos mais detalhados da biodiversidade e os problemas que podem surgir com a sua perda são temas investigados pela comunidade científica e discutidas pelo grande público. É possível enumerar diversas ações que priorizam o conhecimento e a consequente conservação da biodiversidade, tais como os museus, as universidades, os centros de pesquisas, entre outros. No Brasil, por exemplo, o Programa de Pesquisas em Caracterização, Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade do Estado de São Paulo, denominado BIOTA-FAPESP, é uma dessas ações que buscam envolver diversos aspectos da diversidade biológica em atividades de pesquisa e divulgação. Alguns movimentos locais também podem ser citados, entre os

quais destacamos as organizações não governamentais, o estabelecimento de unidades de conservação, a proteção de espécies fora de seus ambientes naturais, como nos zoológicos e jardins botânicos.

2.2. O conceito

De acordo com Begon *et al* (2007), o termo biodiversidade aparece com frequência, tanto nos meios de comunicação quanto na literatura científica. Porém, seu conceito é ambíguo. Em muitas situações, o termo aparece como sinônimo de riqueza de espécies, uma simplificação do conceito que abrange outros aspectos relevantes. Uma das causas apontadas pelos autores para justificar a simplificação é que estão disponíveis muito mais dados sobre este aspecto da biodiversidade do que sobre qualquer outro. A biodiversidade pode ser vista em escalas menores e maiores do que as espécies, e é razoável que o termo em si tenha uma variedade de significados. Assim, para qualquer uso prático, os autores consideram a necessidade de esclarecer qual aspecto da biodiversidade será considerado.

Durante a Convenção da Biodiversidade (CDB, 1992, Artigo 2) foi considerada a seguinte definição:

Diversidade Biológica significa a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte; compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas.

Segundo Wilcox (1984) e Odum (2011), a biodiversidade corresponde a variedade de formas de vida, o papel ecológico que desempenham e a diversidade genética que contêm. Essa definição é ampliada, incluindo o papel do hábitat ou o da diversidade de paisagem (ODUM, 2011).

Dajoz (2005) considera que o estudo da biodiversidade pode ser abordado em níveis de complexidade crescente, que correspondem a diversidade genética, a diversidade de espécies, a diversidade de ecossistemas e a diversidade de paisagens.

Para Metzger & Cassati (2006), a biodiversidade corresponde a toda a diversidade de organismos que vivem num espaço, incluindo a diversidade genética, a complexidade ecológica do ambiente físico e a variedade das interações bióticas e de outros processos biológicos.

De acordo com o exposto, é possível depreender que o conceito integra três componentes importantes: a diversidade genética, a diversidade de espécies e a diversidade de ecossistemas. A compreensão sobre a complexidade das relações entre os seres vivos e o ambiente que resultam na biodiversidade existente no planeta depende do estudo da dinâmica das espécies, do genoma e dos ecossistemas, de forma articulada e contextualizada.

A seguir, discutimos mais detalhadamente os três aspectos citados.

2.2.1. Diversidade genética

A diversidade genética considera as variações hereditárias entre os organismos de uma população, ou seja, as variações nos constituintes do código genético do indivíduo, assim como as variações existentes entre as diversas populações de uma mesma espécie, geograficamente isoladas, conhecidas como variabilidade interpopulações. De forma geral, quanto maior o polimorfismo genético na espécie, menor é a probabilidade de extinção, uma vez que as populações possuem altos níveis de variabilidade que facilitarão as respostas às mudanças ambientais. Normalmente, observa-se que quanto mais o efetivo de uma espécie diminui, reduzindo-a a pequenas populações, maiores são as chances de ocorrerem desvios genéticos, com perdas de alelos e um aumento na tendência de homozigose, permitindo, por exemplo, a manifestação de genes letais recessivos, diminuindo as possibilidades de adaptação aos ambientes mutáveis (DAJOZ, 2005).

A intensa fragmentação de habitats, muitas vezes, em decorrência do desmatamento, pode levar algumas espécies à condição explicitada. A fragmentação pode separar uma população em pequenos grupos isolados impossibilitando as trocas genéticas e reduzindo, assim, o polimorfismo genético.

Nazareno (2009), analisando as espécies de figueiras *Ficus citrifolia* Mill. e *Ficus eximia* Schott., no interior do estado de São Paulo, concluiu que a fragmentação florestal provavelmente reduziu a riqueza alélica das populações. As figueiras (gênero *Ficus*, família *Moraceae*) possuem distribuição pantropical e sua propagação natural ocorre por meio de uma polinização intimamente relacionada às vespas que as polinizam, que são dependentes dos figos para completarem seu ciclo de vida. A polinização também pode ser prejudicada com a fragmentação dos habitats, por isso, o

manejo e conservação adequados são fundamentais para espécies que apresentam interações específicas, como as figueiras, e são importantes à resiliência de habitats alterados (NAZARENO 2009).

No caso de plantas medicinais, seu constante extrativismo, em regiões endêmicas, tem comprometido diversas populações de espécies nativas. Esta redução em populações cada vez menores está levando à extinção de plantas que já possuem o seu potencial farmacológico comprovado e também de outras espécies em que os estudos são incipientes e, em alguns casos, até inexistentes. De acordo com Bertoni (2003) muitas espécies da família Bignoniaceae, por exemplo, são conceituadas por seu valor medicinal. As espécies do gênero *Zeyheria*, que possui apenas dois representantes no Brasil, conhecidas popularmente pelo nome bolsa de pastor (*Zeyheria Montana* Mart. e *Zeyheria tuberculosa* Vell.), ocorrem no estado de São Paulo em regiões de Cerrado e tem o extrato aquoso de sua raiz indicado pela medicina popular ao combate de doenças da pele e como agente anti-tumoral, vem sofrendo com a intensa degradação deste bioma. Bertoni (2003) afirma que a conservação de espécies como *Zeyheria montana* e *Zeyheria tuberculosa* depende do estudo e conservação da variabilidade química e genética dos indivíduos, mantidos em bancos de germoplasma.

Outro aspecto relacionado à redução da variabilidade genética é a alta dependência de um pequeno número de variedades agrícolas, ou seja, as monoculturas. A longo prazo, essa baixa variabilidade pode ser prejudicial ao próprio cultivo, já que todos os indivíduos podem ser sensíveis às mesmas pragas e doenças, ou até mesmo ter respostas muito parecidas a mudanças severas no ambiente. Segundo Odum (2011), pesquisadores e agricultores passaram a se preocupar com a perda da diversidade genética das culturas e propuseram o estabelecimento de bancos de germoplasma com intuito de preservar o *pool* gênico das espécies comerciais de interesse.

Veiga (1999) define os bancos de germoplasma como unidades conservadoras de material genético de uso imediato ou com potencial de uso futuro, em que não ocorre o descarte de acessos, e podem ser classificados em bancos de base ou em bancos ativos. Os bancos de base são os que conservam os materiais em câmaras frias, e bancos ativos *in vivo* podem ser divididos em dois grupos, *in situ*, que tratam do trabalho com germoplasma mantido no seu hábitat natural, e os *ex situ*, mantidos fora do seu hábitat

natural. Segundo Veiga (1999), a grande maioria do material que é conservado ainda é composto por material exótico, refletindo a preocupação dos agricultores, principalmente com as monoculturas, produtos para exportação como algodão, cana-de-açúcar e soja. Silva e colaboradores (2001) citam outras culturas que também foram contempladas. Um exemplo é o banco de germoplasma de hortaliças cultivadas no Brasil como parte de um programa internacional de conservação de variabilidade genética de culturas de interesse. O intuito do programa é de promover a coleta, preservação, documentação e o intercâmbio de germoplasma no mundo.

Ações para conservação de material genético nativo, que não possui importância agrícola, continuam incipientes. Podemos citar, no estado de São Paulo, os esforços do projeto Biota. Um dos seus projetos está vinculado à pesquisa e organização de bancos de germoplasma de plantas medicinais do Cerrado. Outro trabalho nesse sentido é a floresta de espécies nativas implantada na Universidade de São Paulo, *Campus* de Ribeirão Preto. De acordo com Varanda (2007), a floresta ocupa uma área de 75ha dos quais 45ha foram usados para o estabelecimento de um banco genético “in vivo”, implantado a partir de sementes de 3.450 árvores-matrizes catalogadas em 450 remanescentes florestais da região, para resgatar 45 espécies da flora regional de floresta estacional semidecidual. Um dos objetivos do banco é produzir mudas de alta qualidade genética para programas de restauração ecológica.

2.2.2. Diversidade de espécies

A diversidade de espécies corresponde ao número de espécies em determinado local ou habitat, assim como ao número de indivíduos. Trata-se de todos os diferentes grupos de seres vivos que podem ser encontrados na Terra, tais como as bactérias, os protozoários, fungos, vegetais e animais presentes nos diversos ambientes.

De acordo com Begon *et al* (2007), é possível observar alguns fatores que influenciam a riqueza de espécies, entre eles as variações geográficas associadas à latitude e os fatores bióticos, com destaque para as interações entre as espécies, como a competição e a predação. Assim, os autores consideram que o gradiente de diversidade é crescente em direção às baixas latitudes, sendo a máxima diversidade concentrada nas regiões tropicais, o que permitiria a sobrevivência de numerosas espécies pertencentes a um grande número de grupos sistemáticos. A intensa exploração dos recursos naturais

transformou esses centros de biodiversidade em regiões críticas no quesito conservação, conhecidas como *hotspots*. Myers e colaboradores (2000) consideram *hotspots* as áreas com uma concentração excepcional de espécies endêmicas que sofreram ou ainda sofrem com consideráveis perdas de hábitat. No Brasil, foram determinadas duas áreas prioritárias para conservação: a Mata Atlântica e o Cerrado (Figura 4).

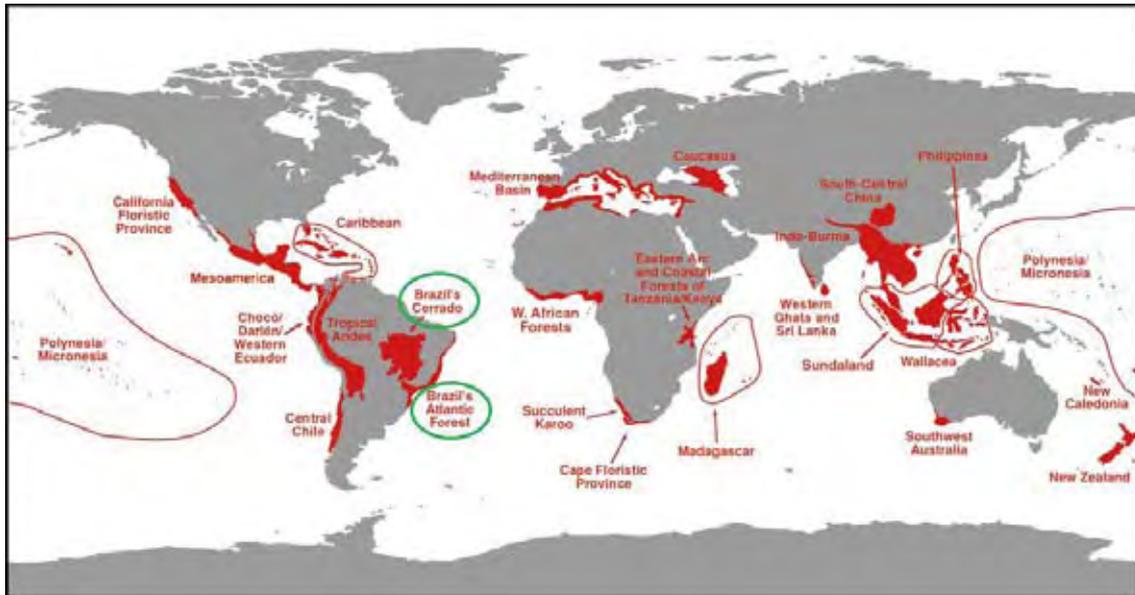


Figura 4. Os *hotspots* no mundo com destaque para os dois brasileiros, Cerrado e Mata Atlântica (retirado de MYERS *et al*, 2000).

2.2.3. Diversidade de ecossistemas

A diversidade de ecossistemas abrange a variedade de habitats, as comunidades e os componentes abióticos de um determinado local, que estão relacionados à composição do solo e ao clima. Considerando o planeta Terra, poderíamos dizer que essa diversidade corresponderia aos grandes biomas terrestres. Para Dajoz (2005), essa diversidade é mais difícil de ser avaliada quando comparada à diversidade de espécies ou diversidade genética, pois os limites entre os ecossistemas são muito tênues, reduzindo os estudos a situações locais ou regionais.

O mosaico criado pela interação entre diversos ecossistemas pode ser observado pela diversidade de paisagens existentes. Entender a dinâmica de paisagens faz parte dos estudos de uma área de conhecimento que recebeu o nome de ecologia de

paisagens. De acordo com Metzger (2001), a ecologia de paisagem pode ser caracterizada pela existência de duas abordagens: uma que privilegia o estudo da influência do homem sobre a paisagem, buscando suas causas e implicações, também conhecida por abordagem geográfica; e outra que enfatiza a importância do contexto espacial sobre os processos ecológicos e investiga como essas relações são importantes para a conservação biológica. Metzger (2001) explica que o ponto de partida da ecologia de paisagem é muito semelhante ao da ecologia de ecossistemas, mas o foco da ecologia de paisagens é a espacialidade, a heterogeneidade espacial, enquanto que para a ecologia de ecossistemas a preocupação está relacionada ao entendimento das interações da comunidade com os elementos abióticos.

O entendimento da heterogeneidade espacial, que corresponde ao mosaico formado por unidades que interagem, é um novo enfoque da Ecologia que pode contribuir para o entendimento do conceito de biodiversidade, principalmente no que se refere à intensa fragmentação de habitats e substituição destes por pastos, áreas urbanas e plantações, ou seja, que sofreram, de alguma forma, as ações antrópicas. Entender como os fragmentos de matas interagem nesta nova dinâmica, se existe conectividade da paisagem, corredores biológicos e, conseqüente, fluxo gênico e de organismos é fundamental para a manutenção da biodiversidade em todas as suas dimensões.

2. 3. O conceito de biodiversidade no ensino médio

No contexto da Educação Básica no Brasil, o documento nacional que estabelece os conteúdos necessários à formação dos estudantes brasileiros são os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs). Esse documento destaca que o conhecimento de Biologia deve subsidiar o julgamento de questões polêmicas, que dizem respeito ao desenvolvimento, ao aproveitamento de recursos naturais e à utilização de tecnologias que implicam intensa intervenção humana no ambiente, cuja avaliação deve levar em conta a dinâmica dos ecossistemas, dos organismos, enfim, o modo como a natureza se comporta e a vida se processa (BRASIL, 2000). Além disso, é evidenciado que a importância da biodiversidade para a vida no planeta é um dos elementos essenciais para um posicionamento criterioso relativo ao conjunto das construções e intervenções humanas no mundo contemporâneo.

Motokane *et al* (2010) destacam que a biodiversidade é um assunto que traz uma série de questões pertinentes à aprendizagem de conteúdos, sejam conceituais, procedimentais ou atitudinais, possíveis de promover uma compreensão dos fenômenos complexos presentes na vida do aluno. Desse modo, destacam questões que fazem da biodiversidade um tema profícuo para o ensino de ciências e biologia, tais como: “Qual o valor da biodiversidade? Como é possível comercializar algo que não sabemos sua quantidade no planeta? Que usos podemos fazer da biodiversidade?” (MOTOKANE, *et al*, 2010, p.50)

De acordo com Joly (1999), o Brasil é um país com grande diversidade biológica, abrigando entre 15% e 20% do número total de espécies do planeta. Parte considerável desse patrimônio foi, e continua sendo, perdida de forma irreversível antes mesmo de ser conhecida, em função principalmente da fragmentação de habitats, da exploração excessiva dos recursos naturais e da contaminação do solo, da água e atmosfera. O conhecimento e a conservação desses biomas são essenciais, inclusive para a preservação da vida no planeta (JOLY, 1999).

Em virtude dos atuais níveis de degradação dos ecossistemas brasileiros e suas consequências para a manutenção do equilíbrio dos sistemas vivos, faz-se necessário que os estudantes reconheçam a relevância do tema e saibam, além de se posicionarem criticamente a respeito, pensem em alternativas para a problemática ambiental decorrente da perda da biodiversidade. O tema hoje é recorrente nos veículos de comunicação, mas normalmente a abordagem simplificada não permite uma visão sobre sua complexidade.

Uma visão mais abrangente e articulada sobre a temática deveria propiciar ao aluno a compreensão das complexas relações que delimitam o conceito de biodiversidade, ou seja, uma exploração conceitual dos seus aspectos genéticos, em relação aos organismos e espécies e dos ecossistemas, como também proporcionar a resolução de problemas com múltiplas variáveis.

2.4. O conceito de biodiversidade em manuais didáticos de Biologia

A biologia tem como objeto de estudo o fenômeno vida e suas manifestações. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), o ensino de biologia precisa:

Permitir a compreensão da natureza viva e dos limites dos diferentes sistemas explicativos, a contraposição entre os mesmos e a compreensão de que a ciência não tem respostas definitivas para tudo, sendo uma de suas características a possibilidade de ser questionada e de se transformar (BRASIL, 2000 p. 14).

No entanto, o ensino de Biologia no país, na maioria dos casos, não é capaz de proporcionar tal compreensão e o cenário é de dificuldades no ensino e aprendizagem de conceitos biológicos.

De acordo com Pedrancini (2007), as dificuldades na construção do pensamento biológico permanecem nos estudantes concluintes do ensino básico brasileiro. Segundo o autor, mesmo quando submetidos aos conteúdos, em diferentes níveis de profundidade e ao longo dos anos de escolaridade, os alunos mantêm ideias alternativas a respeito dos conceitos biológicos básicos (PEDRANCINI, 2007).

Pesquisas demonstram que alunos do ensino médio possuem, por exemplo, uma ideia pouco definida sobre célula e a confundem com outros conceitos (BASTOS, 1992; CABALLER e GIMÉNEZ, 1993). Outro ponto ressaltado por Pedrancini (2007) é que os alunos, muitas vezes, só se apropriam da palavra, não compreendendo o conceito que a palavra expressa, e aplicam o mesmo termo a diferentes situações, evidenciando um quadro de pseudo-aprendizagem. Esta falsa aprendizagem resulta, normalmente, de um ensino centrado em definições, fragmentado e conservador, ainda muito utilizado nas escolas brasileiras.

Segundo Meghioratti (2004) e Zuzovsky (1994), mesmo o conceito de evolução, que é considerado o eixo organizador do conhecimento biológico, tem sido construído por estudantes e também por professores de Biologia de forma distorcida.

Mello e Borges (2007) referem-se a estes problemas quando analisam as concepções de alunos a respeito do tema evolução biológica. Os autores observaram que, questionados a respeito do surgimento dos primeiros seres vivos, os estudantes usavam termos inadequados, forneciam respostas superficiais, incompletas e confundiam conceitos. Os autores ressaltam, por meio da análise do teor das respostas, que o conhecimento a respeito do tema era bastante fragmentado.

Brando *et al* (2009) e Brando (2010) mostram que os alunos possuem concepções alternativas a respeito do conceito de sucessão ecológica. O conceito, muitas vezes, não é apresentado nos manuais didáticos e discursos de professores, de maneira articulada, e dessa forma, não permite aos alunos a compreensão das relações ecológicas e evolutivas que ocorrem no ambiente natural durante o processo.

Nota-se que a fragmentação e a descontextualização dos conteúdos biológicos dificultam a aprendizagem dos estudantes do ensino básico. Para Oca (1995) e Campanário e Moya (1999), a carência de conexões explícitas entre os temas presentes em unidades distintas dos livros didáticos e o ensino centrado no emprego mecânico de conceitos está entre os principais motivos que justificam as concepções alternativas encontradas nos estudantes do ensino médio.

Sardinha *et al* (2009), destacam que a fragmentação está presente tanto nos conteúdos distribuídos no ensino médio como nos livros didáticos, pois quase não existe relação entre as unidades dos livros didáticos, o que pode ser considerado como uma importante contribuição para a fragmentação e conseqüente descontextualização que dificultam a aprendizagem escolar, já que o manual didático é uma das principais ferramentas no ensino de conteúdos biológicos nas escolas brasileiras.

Nas escolas públicas brasileiras, o livro texto representa, normalmente, uma das fontes de informação que o aluno tem para apropriar-se dos conhecimentos construídos pela comunidade científica. Contudo, de acordo com Alves-Filho (2000), esses livros textos exibem os conteúdos organizados, normalmente de forma dogmatizada, configurando-se em conteúdos fechados, uma abordagem descontextualizada e compartimentalizada que dificulta a aprendizagem dos estudantes.

Em análise de livros didáticos de ciências, Vasconcelos & Souto (2003) destacam que as coleções possuem uma disposição linear de informações e uma abordagem fragmentada do conhecimento, a metodologia de ensino orienta os alunos para atividades de simples memorização, com poucas possibilidades de contextualização dos temas tratados. Esse apelo à memorização de termos científicos, conceitos e definições está presente tanto na forma de apresentação dos conteúdos quanto nas atividades propostas para exercitar o conhecimento (VASCONCELOS & SOUTO, 2003).

A abordagem pautada na linearidade presente nos livros didáticos fornece subsídios para compreensão das críticas feitas ao ensino de biologia atual, realizado de

forma memorística e fragmentada, que dificulta aos alunos estabelecerem relações entre os conceitos centrais do conhecimento biológico. De acordo com Tracana (2009), o manual escolar, pertinente no sistema de ensino português e de outros países, tem sido alvo de muitos estudos e a análise desses livros podem ter diferentes enfoques. Segundo Megid Neto e Francalanza (2003), pesquisadores se dedicam a investigar a qualidade dos livros didáticos há pelo menos vinte anos, mostrando suas deficiências e apontando possíveis caminhos para melhoria da sua qualidade.

No Brasil, o programa de distribuição ampla de livros didáticos para os estudantes de escolas públicas e o investimento na melhoria da qualidade desses manuais têm sido uma das principais ações do governo federal desde a década de 1930. Tais programas consomem substanciais verbas públicas, perdendo apenas para os programas de merenda escolar (HÖFFLING, 1993).

Segundo Höffling (2000), a partir de agosto de 1985, por meio do Decreto-Lei nº 91.542, o programa de escolha e aquisição de livros didáticos recebeu a denominação de Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), tendo seus objetivos substancialmente ampliados. Primeiramente, a meta foi o atendimento de todos os alunos de primeira a oitava série do primeiro grau - hoje chamado de ensino fundamental - das escolas públicas federais, estaduais, territoriais, municipais e comunitárias do país. Após alguns anos, o programa foi ampliado e passou a atender também os estudantes que cursavam o ensino médio. De acordo com Bizzo (2002), em 1995, o PNLD passou a realizar análise e avaliação pedagógica dos livros a serem distribuídos pelo Ministério da Educação (MEC) para as escolas públicas brasileiras. As coleções que não atendiam aos objetivos educacionais determinados passaram a ser excluídas do processo de escolha.

Atualmente, o PNLD tem como principal objetivo subsidiar o trabalho pedagógico dos professores brasileiros por meio da avaliação e distribuição de coleções de livros didáticos aos alunos da educação básica. Após a avaliação das obras, o MEC publica o Guia de Livros Didáticos com resenhas das coleções consideradas aprovadas. O guia é encaminhado às escolas, que escolhem, entre os títulos disponíveis, aqueles que melhor atendem ao seu projeto político-pedagógico. As coleções de livros selecionadas pelo PNLD precisam ter como eixo norteador as considerações presentes nos PCNs e, assim, entendemos que os manuais didáticos disponíveis para o

componente curricular biologia deveriam proporcionar discussões a respeito do tema biodiversidade.

Apesar dos avanços alcançados nos últimos anos em relação aos padrões de qualidade estabelecidos para os livros didáticos em todo o mundo, pesquisas demonstram que ainda é possível encontrar diversos problemas com esses materiais utilizados por estudantes de diversos países. Barman & Mayer (1994), analisando manuais didáticos de biologia utilizados por escolas americanas, dizem que os autores dos livros podem não estar fornecendo informações suficientes que auxiliem os estudantes a estabelecerem conexões necessárias para a compreensão das complexas relações existentes entre os seres vivos. No caso das relações alimentares, por exemplo, os textos são curtos e oferecem explicações extremamente breves. Assim, as informações acabam sendo insuficientes para os estudantes aplicarem o conhecimento em outras situações, mesmo que semelhantes às descritas no livro.

Abimbola & Baba (1996), analisando livros didáticos de biologia utilizados na Nigéria encontraram diversas distorções conceituais e concepções alternativas a respeito de diferentes conteúdos biológicos. Adicionalmente, Megid Neto e Francalanza (2003) destacam que alguns manuais escolares brasileiros ainda não modificaram o habitual enfoque ambiental fragmentado, estático, antropocêntrico, e que desconsidera a localização espaço-temporal. Além disso, não substituíram o modelo de ensino que concebe o aluno como sujeito passivo no processo de aprendizagem, um depositário de informações desconexas e descontextualizadas da realidade.

Atualmente, os autores dos manuais didáticos brasileiros têm se esforçado para superar esses problemas apontados pelos pesquisadores. Algumas questões foram superadas, entretanto, o enfoque ambiental fragmentado ainda persiste em coleções recentemente disponibilizadas para as escolas.

Em relação à presença do tema biodiversidade no ensino básico por meio dos livros didáticos, Fonseca (2007), analisando os livros mais utilizados pelos professores da região Norte do Brasil, afirma que os conteúdos presentes nos manuais não contemplam uma abordagem abrangente do tema, relacionada aos demais campos do saber e às realidades locais, regionais, nacionais e internacionais, e também não fomentam uma reflexão crítica sobre a realidade.

Tracana (2009), analisando manuais didáticos utilizados por diversos países europeus, considera que, mesmo o assunto sendo abordado constantemente pela mídia e configurar-se como preocupação de governantes, ele aparece escassamente tratado nos livros. A autora ressalta, desse modo, que a discussão envolvendo questões sobre biodiversidade continua não merecendo destaque nos manuais didáticos por ela analisados (TRACANA, 2009).

Nesses termos, as análises do tratamento dado ao conceito de biodiversidade no ensino básico são escassas e reafirmam que apesar de todas as preocupações atuais da sociedade com as perdas da biodiversidade o tema ainda não recebe a atenção necessária. Fonseca (2007) sugere que novos materiais didáticos que priorizem discussões específicas sobre a biodiversidade brasileira sejam produzidos, ampliando a discussão do tema com os alunos do ensino básico.

No presente estudo, consideramos que o tema biodiversidade, sendo um importante conteúdo de discussão com os alunos do ensino básico, precisa ser investigado em sua complexidade, avaliando os materiais utilizados hoje nas escolas e propondo materiais didáticos complementares, visando o ensino do tema em concordância com as demandas atuais de conservação.

Capítulo 3

3. Metodologia da pesquisa

Tendo em vista que o principal instrumento utilizado para o ensino de conceitos biológicos é o livro didático, realizamos uma análise do conceito de biodiversidade presente em diferentes manuais didáticos brasileiros para o Ensino Médio. Assim, de acordo com o texto presente no PCN, que destaca a importância das discussões sobre biodiversidade no ensino médio, e tendo em vista a ampla utilização dos livros selecionados no PNLD em todo o território nacional, fez-se necessário analisar como o conceito de biodiversidade é apresentado nas coleções de livros aprovadas pelo PNLD para o ano de 2012.

Além disso, considerando o arcabouço teórico da transposição didática e do modelo KVP articulados a análise dos materiais didáticos e as possibilidades oferecidas pela tecnologia da informação e da comunicação (TIC), descrevemos o processo de elaboração do jogo de RPG intitulado de “Bio resgate”, nossa proposta de abordagem complementar aos conteúdos de biodiversidade, e discorremos sobre a formação de um grupo multidisciplinar responsável pelo desenvolvimento do protótipo do jogo.

A abordagem qualitativa de pesquisa foi escolhida para este estudo. A estratégia de investigação é composta por múltiplas fontes de dados. De acordo com Patton (2002), uma estratégia bem planejada possibilita uma estrutura para a tomada de decisões e ações durante o desenvolvimento do trabalho, permitindo que atividades aparentemente isoladas se integrem para servir um propósito comum. Para o autor, o plano de estudo e as decisões metodológicas são realizados adequadamente quando descritos em uma estratégia geral.

Segundo Patton (2002), projetos qualitativos surgem em cenários do mundo real e os pesquisadores não têm a intenção de manipular um fenômeno de interesse, ele surge naturalmente, sem um curso estabelecido. Esses projetos não são previstos para acontecerem em um laboratório ou qualquer outro ambiente controlado.

Patton (2002) descreve os princípios da pesquisa qualitativa que, juntos, constituem uma compreensiva e coerente estrutura estratégica da abordagem qualitativa.

De acordo com o autor, esses princípios são divididos em três categorias: os planos estratégicos, a coleta de dados e estratégias de trabalho em campo e as estratégias de análises. Nesta investigação, estes pressupostos são considerados, sendo a pesquisa caracterizada como uma investigação naturalista, sem manipulação ou controle determinado, com abertura para o que pode emergir em cada situação analisada.

De acordo com o autor, entendemos que a pesquisa realizada compreende essas três fases, assim descritas:

- a) Planos estratégicos: contribuição para a produção de um jogo digital didático para o tratamento articulado e contextualizado do conceito de biodiversidade; produção de diagramas que simbolizassem as principais ações realizadas e permitissem uma comparação do desenvolvimento desse processo;
- b) Coleta de dados: realizada por meio de análise documental, entrevista com intuito de entender a experiência dos envolvidos e a análise do processo de elaboração do jogo digital educativo. Reúnem observações detalhadas, envolvendo descrições, com uma investigação em profundidade.
- c) Estratégias de análise: considera tanto análise indutiva com uma síntese criativa, quanto uma perspectiva holística, tentando entender a complexidade das relações estabelecidas no trabalho. Segundo Patton (2002), para descobrir importantes modelos, temas e suas inter-relações é necessário a imersão nos detalhes e especificidades dos dados. Para tanto, analisamos a apresentação do conceito de biodiversidade nos livros didáticos e fizemos análises comparativas dos diagramas produzidos e da dinâmica do grupo de participantes, por meio de categorias obtidas nas entrevistas sobre o processo de produção do jogo.

Mediante estas considerações, apresentamos os primeiros diagramas que tratam da estrutura geral de produção didática e da pesquisa:

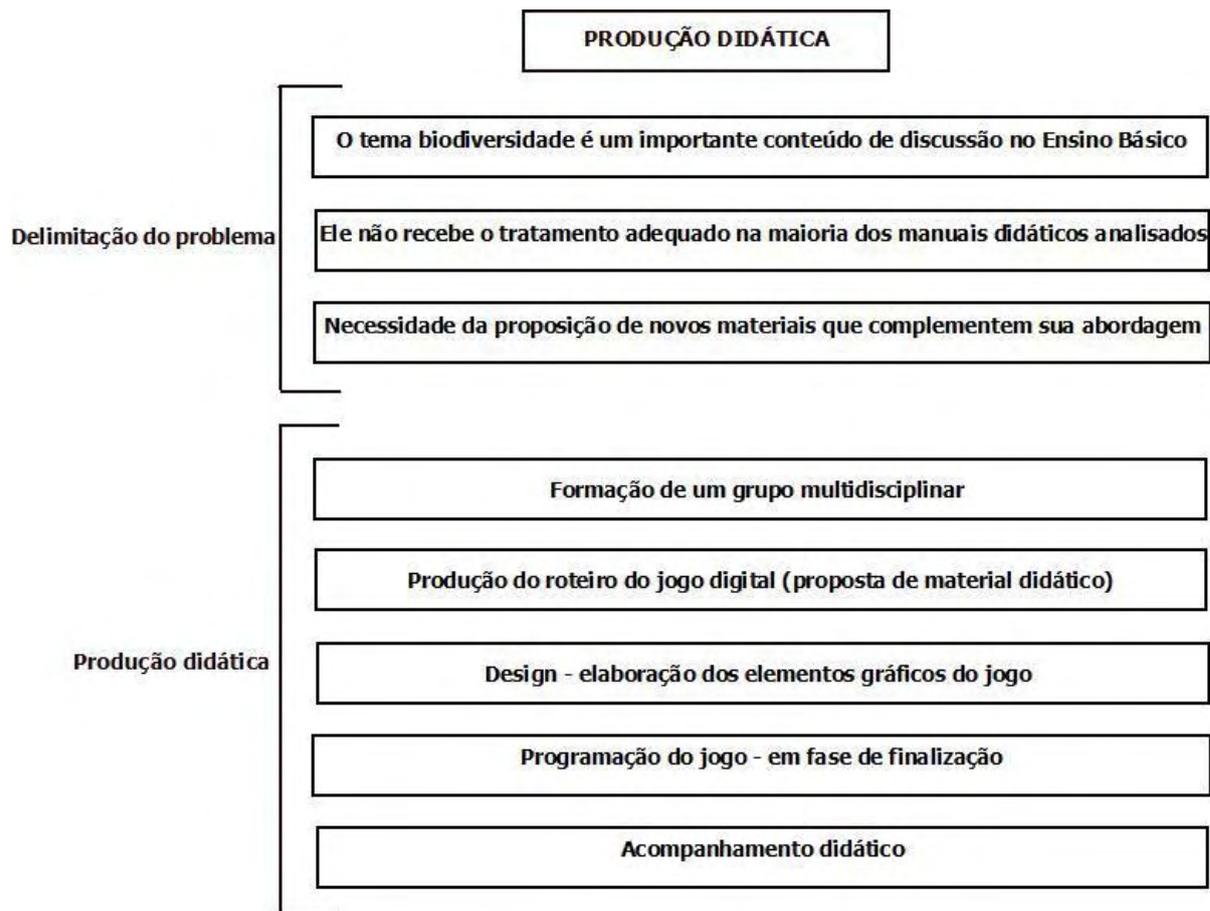


Figura 5. Estrutura geral da produção didática.

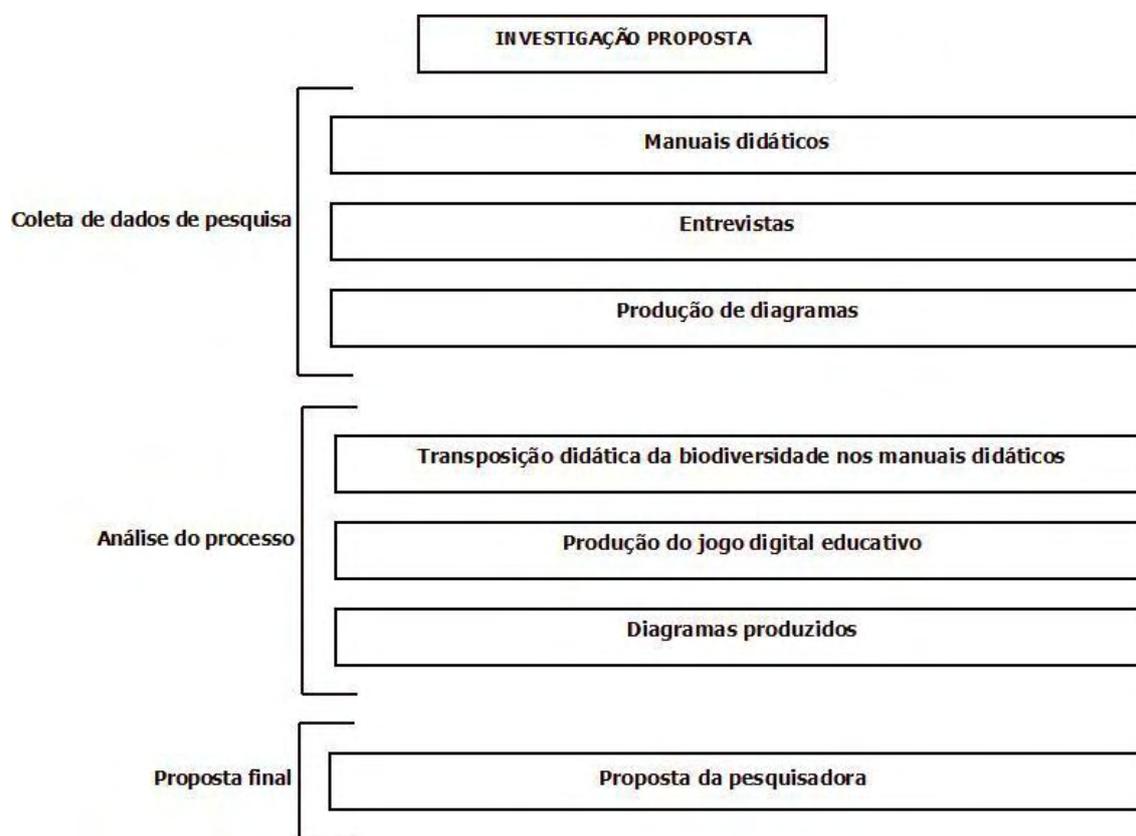


Figura 6. Estrutura geral da pesquisa.

A produção didática apresentada no primeiro diagrama (Figura 5) emergiu de uma problematização inicial em que foi considerada a importância do tema escolhido – a biodiversidade – e os problemas encontrados em alguns dos manuais didáticos analisados, resultando na necessidade da proposição de novos materiais que contribuam para o ensino do tema no Ensino Médio. Podemos dividir a produção didática em cinco fases:

- a) Formação de um grupo multidisciplinar (professores, designers e programadores) para a elaboração do jogo digital educativo;
- b) Produção do roteiro do jogo pela pesquisadora, que é professora de Biologia;
- c) A partir do roteiro, elaboração dos elementos gráficos do jogo por parte dos designers;

- d) Com o roteiro e elementos gráficos prontos, programação do jogo pelos responsáveis técnicos. A fase de programação não foi finalizada, continua em processo.
- e) Acompanhamento didático da construção do jogo, que envolve desde a elaboração do roteiro até a avaliação do material pelo grupo envolvido.

O processo de investigação representado no segundo diagrama (Figura 6) consistiu em: analisar o tratamento dado ao tema biodiversidade nos manuais didáticos, utilizando o conceito de transposição didática e o modelo KVP; analisar o processo de construção do jogo digital educativo, por meio das categorias obtidas nas entrevistas com os participantes do grupo; e comparar os diagramas elaborados ao longo do desenvolvimento do trabalho com intuito de compreender a evolução do processo.

A seguir apresentamos os dados coletados nesta pesquisa.

3.1. Apresentação dos dados

3.1.1. Os manuais didáticos

A análise de manuais didáticos pode ocorrer de acordo com diferentes perspectivas, dependendo das áreas de estudo. No presente estudo, utilizamos a metodologia desenvolvida por Carvalho e Clément (2007), que propõe a análise de manuais no âmbito da didática das ciências, cuja especificidade se manifesta na focalização dos conteúdos científicos de um dado domínio científico (CARVALHO e CLÉMENT, 2007).

Segundo Carvalho e Clément (2007), o método contrastante de estudo dos livros didáticos compreende duas etapas: a comparação de vários livros didáticos e a associação das diferenças encontradas com o contexto de cada um dos livros didáticos, especialmente os parâmetros socioculturais. Partindo deste conceito, os autores apontam que diversos tipos de comparação podem ser feitas:

Os vários livros didáticos atuais de diferentes editoras do mesmo país, tratando o mesmo tema para o mesmo nível de ensino, para se analisarem as eventuais diferentes interpretações de cada editora para o mesmo programa nacional. A evolução histórica da apresentação do mesmo tema,

no mesmo país, numa ou mais editoras e para o mesmo nível de ensino, para identificar a associação com a evolução histórica do contexto sócio-cultural do país. Os livros didáticos atuais de vários países, para o mesmo nível de ensino, para identificar interações entre o que é ensinado e os contextos sócio-culturais contrastantes. Uma abordagem combinando os dois ou os três tipos de comparação acima referidos (CARVALHO e CLÉMENT, 2007, p. 07).

As características das comparações realizadas nesta análise estão de acordo com o primeiro tipo de comparação discutida por Carvalho e Clément (2007), uma vez que investigamos o tema biodiversidade em vários livros didáticos brasileiros de diferentes editoras utilizados no ensino médio com intuito de analisar as eventuais diferenças nas interpretações de cada coleção para os parâmetros curriculares nacionais.

Os manuais analisados fazem parte das coleções de livros aprovadas pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) para o ano de 2012 que foram disponibilizadas para os professores das escolas públicas brasileiras. Para o Edital PNLD 2012, na área “Ciências da Natureza e suas Tecnologias – Componente Curricular Biologia”- foram submetidas dezesseis obras didáticas. Após o processo de avaliação, oito coleções foram consideradas inadequadas e excluídas do processo e as outras disponibilizadas para realização da escolha nas escolas de todo o território nacional. Todas as coleções selecionadas foram investigadas, totalizando vinte e quatro livros, pois cada coleção é composta por três volumes. Durante a análise priorizou-se a revisão dos índices e a leitura cuidadosa dos capítulos e tópicos que poderiam abordar direta ou indiretamente o conceito de biodiversidade e os conteúdos entendidos nesse trabalho como palavras-chave ao seu entendimento.

Mediante a análise dos conteúdos (BARDIN, 1988) presentes nos livros didáticos, buscou-se verificar se eles promoviam uma visão articulada do conceito de biodiversidade, inclusive de forma contextualizada com os problemas ambientais brasileiros. Entendemos que o manual didático é resultado de um processo de transposição didática externa. Porém, os conteúdos selecionados para a composição dos manuais didáticos são baseados nos programas ou currículos definidos através de políticas educacionais. Assim, a análise do tratamento dado ao tema biodiversidade nos livros didáticos corresponde à investigação do processo de transposição de conteúdos previamente selecionados.

Para tanto, optou-se pela organização de categorias delimitadas pelos três campos teóricos que abrangem o conceito:

1. Diversidade genética;
2. Diversidade de espécies;
3. Diversidade de ecossistemas.

Cada uma dessas categorias possui outros conteúdos associados, os quais foram utilizados como palavras-chave para a referida categorização e estão referenciados na Figura 7. As categorias não são excludentes, ou seja, o mesmo conteúdo pode ser classificado em mais de uma categoria. O intuito dessa análise foi identificar a proximidade ou o afastamento que os conteúdos sobre biodiversidade nos livros apresentavam em relação ao conhecimento científico de referência (saber sábio).

Inicialmente, buscamos os tópicos que abordavam a biodiversidade. Nestes textos, com o auxílio das palavras-chave, os conteúdos foram agrupados em categorias determinadas. Essa forma de organização dos dados nos apontou se a definição e o tratamento dado ao conceito de biodiversidade promovia uma compreensão integrada ou parcial do mesmo, focada mais em um componente do que em outros.

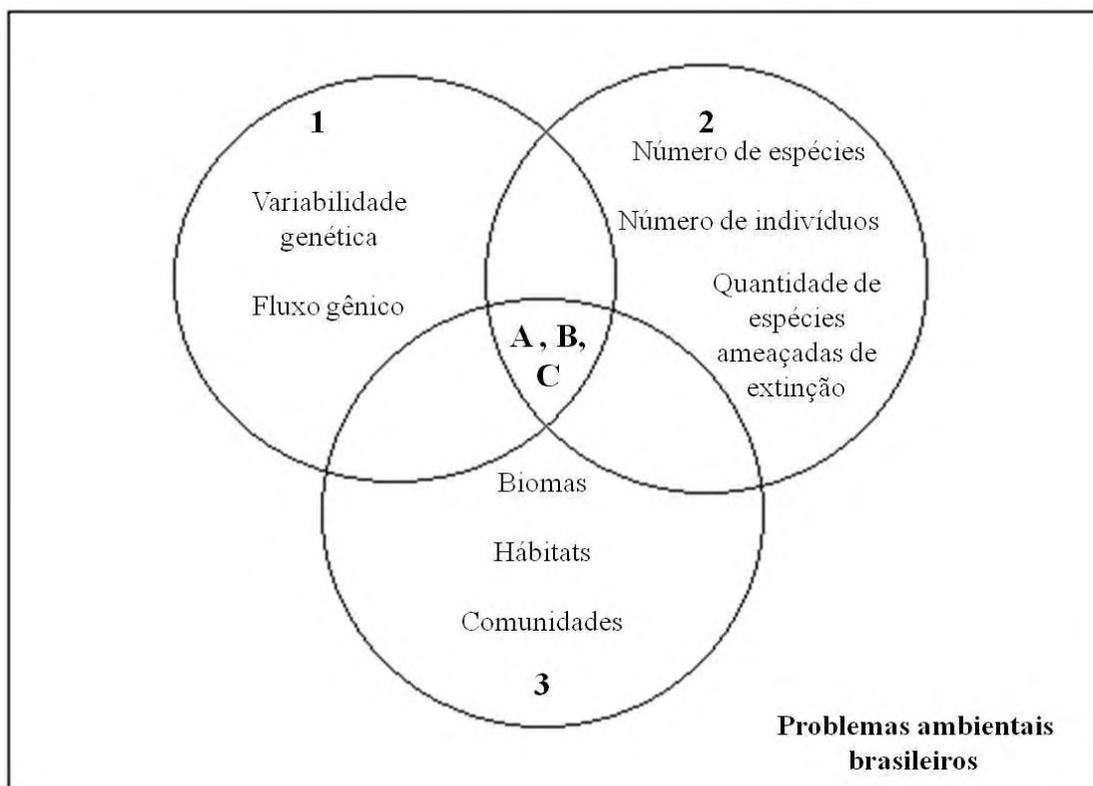


Figura 7. Integração das três dimensões do conceito. **1.** Diversidade genética; **2.** Diversidade de espécies; **3.** Diversidade de ecossistemas. **A** – Interações ecológicas **B** – Recuperação de fragmentos **C** – Impactos da intervenção humana. Entende-se que eles se relacionam diretamente com os três níveis, por isso estão representados na intersecção dos três círculos.

3.1.2. O grupo multidisciplinar

Para o desenvolvimento de um material didático de apoio que abordasse o tema biodiversidade por meio de problemas atuais sobre as perdas da biodiversidade, complementando as discussões encontradas nos livros didáticos analisados e aproveitando o potencial das tecnologias da informação e comunicação, utilizamos a experiência anterior com a elaboração do jogo “Fogo no Cerrado” como ponto de partida (BRANDO *et al*, 2011).

Este jogo foi desenvolvido em parceria com um aluno do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Unesp - *Campus* de Bauru no ano de 2010 e utilizou um software gratuito chamado *RPG Maker VX* e pacote de arquivos *RTP VX* (RPG MAKER VX, 2008). Este instrumento possibilita rápidas criações de cenários, personagens e interações, uma vez que já possui várias texturas, personagens e

comandos utilizáveis e facilmente editáveis. Porém, o software possui limitações, pois é necessário criar um personagem principal e uma história, ambos dentro das possibilidades já estabelecidas. Contudo, o pacote de arquivos acompanha gráficos que nem sempre atendem às necessidades do criador, exigindo, portanto, a edição ou criação de novos cenários mais condizentes com os aspectos abordados na pesquisa.

O jogo “Fogo no Cerrado” é o resultado da organização de um material didático de apoio ao ensino de conceitos relacionados ao processo de sucessão ecológica, abordando temas como a ocorrência do fogo no cerrado, as plantas exóticas e nativas presentes no bioma, o conceito de sucessão ecológica e os métodos envolvidos na restauração de uma área de mata degradada.

O jogo inicia-se com um personagem em uma visita a um acampamento de verão que possui em seu entorno um fragmento de cerrado *sensu stricto*, uma mata de cerradão, uma fazenda e plantações de eucaliptos e café. Após alguns eventos, o fragmento de cerrado é incendiado acidentalmente e o jogador deve, então, recuperar a área afetada. A recuperação exigirá que o jogador leia na biblioteca, existente no próprio jogo, os métodos para a recuperação de áreas degradadas e a utilização de mudas exóticas e nativas neste processo, além de realizar estas ações e plantar as mudas. Ao final do jogo, dependendo das ações realizadas pelo jogador, a composição da flora e da fauna do fragmento que sofreu a intervenção poderá ser diferente. Juntamente com perguntas presentes no jogo, o aluno receberá uma nota pelo seu desempenho, que estará disponível no inventário do jogador para posterior análise do educador. Outras informações como quais as mudas plantadas e quais perguntas respondidas estariam corretas também podem ser acessadas.

Com a ideia de desenvolver jogos digitais para trabalhar conceitos biológicos, caracterizados como RPGs, mas com elementos dos jogos de aventura, e sabendo das limitações impostas pelos *softwares* existentes, procuramos compor um grupo em parceria com o Departamento de Computação da Faculdade de Ciências da UNESP - *Campus* Bauru e organizamos uma equipe de programadores e de designers que pudessem desenvolver um jogo desde o início, elaborando uma plataforma nova que permitisse a inserção de inúmeras possibilidades. Nas primeiras reuniões, tivemos a participação do aluno responsável pela criação do game “Fogo no Cerrado”, o qual

explicitou o processo de elaboração de seu jogo até o formato final. Algumas imagens do formato final do jogo podem ser observadas na figura 8.



Figura 8. Imagens do jogo “Fogo no Cerrado”.

3.1.2.1. Dinâmica das reuniões

No primeiro semestre de 2011, a primeira formação do grupo multidisciplinar era composta por seis programadores, duas designers, o Prof. Dr. Wilson Massashiro Yonezawa, do Departamento de Computação e a pesquisadora. Um cronograma foi estabelecido e as reuniões ocorreram semanalmente com a participação de todos os integrantes do grupo.

Nas reuniões, foi determinado que cada programador seria responsável pelo desenvolvimento de um aspecto do jogo e que as designers trabalhariam juntas, criando

os primeiros esboços para o personagem principal, algumas espécies de árvores e também alguns animais.

No segundo semestre de 2011, as reuniões ocorreram em intervalos maiores, com a intenção de proporcionar mais tempo para que o grupo apresentasse resultados. Nos encontros, eram discutidas as dificuldades que cada um tinha para executar sua parte e trocar informações sobre o que precisavam que os outros providenciassem para continuidade do trabalho. Também no segundo semestre de 2011, ocorreram reuniões somente entre a pesquisadora e as designers. Nestas reuniões, as discussões estavam relacionadas ao aspecto estético dos elementos que compõem o jogo, como a aparência das espécies da flora e da fauna e a organização desses elementos no mapa. Um dos encontros foi realizado em ambiente natural e a pesquisadora apresentou alguns elementos característicos da vegetação, mostrando o cerrado presente no *Campus* da UNESP de Bauru.

Durante o primeiro semestre de 2012, ocorreram dois encontros e apenas dois programadores permaneceram no projeto. Uma das designers concluiu a graduação e tivemos que buscar um substituto.

3.1.2.2. Entrevistas

Um dos elementos importantes para compor esta pesquisa seria compreender as percepções dos integrantes do grupo multidisciplinar formado, já que são oriundos da área de design e informática e trabalharam no desenvolvimento de um material didático. Para tanto, os participantes do grupo foram consultados sobre a possibilidade de compartilharem suas impressões a respeito do processo de elaboração do jogo digital educativo “Bio Resgate”.

Utilizamos entrevistas individuais, norteadas por um guia semiestruturado. As questões propostas no guia da entrevista tinham por objetivo analisar o grupo formado, buscando a compreensão da dinâmica existente entre indivíduos com diferentes formações que trabalham com o mesmo objetivo, a produção de um material didático em mídia digital. Tentamos entender a concepção de construção coletiva do jogo digital educativo, destacando os entraves do processo de desenvolvimento. O guia foi composto pelas seguintes questões:

- Qual a sua formação e interesses em trabalhar com esse produto (jogo)?
- Como descreve o processo de interação com os demais integrantes da equipe que elaborou o jogo?
- Quais foram as dificuldades na elaboração do jogo “Bio resgate”?
- O processo de desenvolvimento dos jogos digitais educativos se afasta ou se aproxima dos jogos digitais lúdicos? Tem especificidades ou os procedimentos são iguais?
- Existiram conflitos de ideias com os profissionais das outras áreas? Como se deu a interação com os outros integrantes do grupo?
- Quais competências (habilidades, atitudes, conhecimentos) são necessárias para o processo de desenvolvimento de materiais didáticos digitais? Você desenvolveu ou melhorou algumas dessas habilidades no processo?

3.1.3. Diagramas representativos do processo de elaboração do jogo digital educativo

O processo de elaboração de um jogo digital educativo ocorre através de uma sequência de etapas que envolvem decisões por parte de todos os componentes do grupo multidisciplinar. Para acompanhar a evolução do processo, utilizamos a elaboração de

diagramas. A sequência de eventos necessários para a produção do jogo foi sendo modificada, conforme o grupo trabalhava. Eles representam o percurso percorrido pela pesquisadora e, partindo deles, apresentamos a proposta final da pesquisadora.

De acordo com a teoria semiótica sígnica¹, a análise de diagramas é uma forma de organizar o pensamento em função de uma ação futura. Assim, os diagramas elaborados nesta pesquisa fornecem informações sobre o desenrolar do processo a respeito da construção de jogos digitais educativos.

¹ Teoria desenvolvida pelo cientista, matemático, lógico e filósofo norte americano Charles Sanders Peirce (1839-1914). Podemos entender a semiótica como uma ciência que tem por objetivo de investigação todas as linguagens possíveis, estuda os signos e suas conseqüentes produções de significação e de sentido.

Capítulo 4

4. Resultados do jogo

Os resultados apresentados se referem à produção didática. A seguir, encontram-se descritos as fases do processo de desenvolvimento do jogo digital educativo que recebeu o nome “Bio resgate”.

4.1. O roteiro do jogo “Bio resgate”

Após a escolha do tema biodiversidade, o desenvolvimento do jogo iniciou-se com a escolha do tipo de jogo mais adequado para uma abordagem sobre o problema das perdas da biodiversidade.

De acordo com Bittencourt e Giraffa (2003), não existe um consenso na classificação dos jogos, porém categorizá-los permite determinar características comuns, facilitando o desenvolvimento dos aspectos que compõem um game (enredos, motores e interfaces). Battaiola (2000), citado por Bittencourt e Giraffa (2003), propõe a classificação dos jogos em: estratégia, simuladores, aventura, infantil, passatempo, RPG, esporte, educacionais. Os jogos educacionais podem conter características de qualquer categoria citada e são diferenciados, pois apresentam critérios didáticos e pedagógicos associados aos conceitos presentes no jogo.

A proposta desse trabalho é pautada em características de jogos presentes na categoria RPG, porém não descarta a influência dos jogos de aventura. Portanto, optou-se por considerar o game “Bio resgate” como um RPG digital com elementos dos jogos de aventura.

Acredita-se que os RPGs digitais podem ser ferramentas interessantes no processo de ensino e de aprendizagem, pois são adaptações dos jogos de mesa, definidos como jogos de interpretação de papéis que desafiam a mente do jogador na criação de personagens, histórias e soluções de situações. De acordo com Bittencourt e Giraffa (2003), eles têm a cooperação como elemento central, exigem do jogador conhecimento, compreensão, aplicação, análise e síntese para efetuar satisfatoriamente

seus julgamentos. Justamente esta riqueza e esta exigência de processos mentais sofisticados que caracteriza os jogos de RPG com um forte potencial pedagógico. Os autores também utilizam a teoria de Gardner (1985), que coloca o ser humano como possuidor de múltiplas inteligências, dizendo que os jogos de RPG seriam capazes de explorar as múltiplas inteligências dos indivíduos. Possibilitam a vivência dos conteúdos e esta experimentação garantiria o interesse do aluno.

O micromundo do RPG digital é explorado a partir das representações do usuário e o motiva a buscar mais informações. Para Lopes *et al* (2002), os role-playing games proporcionam a resolução de problemas complexos, estimulam a criatividade e explicam que a interpretação de papéis é muito benéfica. Adicionalmente, Braga (2000) traça o jogo de RPG como incentivador da interpretação de um ser imaginário que tem uma história própria e sua vida depende das ações do jogador. Fazendo com que o jogador viaje para mundos distantes, combinando sua realidade com a cultura geral, ele aprende a fazer e ensaia situações reais no nível imaginário, que podem ajudá-lo a enfrentar situações de vida, de trabalho, de relacionamentos, entre outros.

Pensando especificamente nos conceitos biológicos, Rezende e Coelho (2010) apontam duas posturas principais que apoiam o ensino de Biologia com RPG, a cooperativa e a investigativa. A questão da cooperação já foi mencionada por outros autores, porém, os autores colocam que os jogos de RPG proporcionam um ambiente sem rivalidade, de trocas entre os jogadores, consideram o outro como amigo, parceiro, e não o rival que precisa ser derrotado. Quanto à postura investigativa, em uma aventura de RPG, os personagens se defrontam todo o tempo com problemas que precisam ser resolvidos para continuidade da missão e existe a necessidade de aplicar conceitos em situações práticas. Como parte das observações do trabalho desenvolvido Rezende e Coelho (2010) afirmam que o RPG traz benefícios, pois insere o estudante no processo de construção do ensino. A partir do momento que o aluno necessita de saber o conteúdo para participar ativamente da dinâmica, ou é motivado a pesquisar durante o desenvolvimento da atividade, o interesse pela disciplina torna-se maior do que quando ele recebe todos os conhecimentos prontos.

Esse aspecto está entre os mais relevantes quando pensamos na convergência existente na educação para que o ensino proposto nas escolas seja mais motivador e

estimulante para os alunos, com enfoque no estudante, que desafiado a resolver situações-problema e precisa recorrer aos conteúdos que já possui ou precisa buscá-los em diferentes fontes.

Entendemos como exposto, que as características dos *RPGs* indicados pelos autores (BRAGA, 2000; LOPES *et al*, 2002; BITTENCOURT & GIRAFFA, 2003; REZENDE & COELHO, 2010) mostram-se pertinentes ao ensino de conceitos biológicos na perspectiva desejada para o jogo “Bio Resgate”: motivadora, desafiadora e focada nos estudantes.

O primeiro passo na construção do roteiro para o jogo foi a definição dos elementos-chave que iriam caracterizar o jogo e torná-lo mais envolvente para os futuros jogadores. Optou-se pela inserção de uma narrativa, capaz de estruturar todo o desenvolvimento do game. De acordo com Beatriz e colaboradores (2009), as narrativas enriquecem e tornam o jogo mais elaborado, trazendo uma complexidade que contribui para imersão do jogador. Nos jogos digitais elas são adaptadas, possuem alguns dos elementos da narrativa tradicional, porém são interativas e podem se modificar, dependendo do caminho seguido pelo jogador. A narrativa do jogo intitulado “Bio resgate” é composta por enredo, tempo, espaço e personagens detalhados no quadro 1.

Quadro 1. Descrição dos elementos da narrativa propostos para o jogo.

Elementos da Narrativa	Bio Resgate
Enredo	Acidente que leva o jogador para uma região de Cerrado, com diversos personagens e problemas. Para sobreviver e vencer precisa cumprir missões que abarcam o tema sobre biodiversidade.
Tempo	Ausência de tempo relógio. No game, o tempo não é mensurável, é relacionado com a capacidade de cada jogador em explorar e cumprir as missões.
Espaço	Fragmentos de mata (Cerrado e Mata Atlântica) cercados por fazendas, indústrias e comunidades tradicionais, que formam um mosaico de paisagens muito heterogêneo.
Personagens	<p>Principal (Herói): criado e comandado pelo jogador, deve explorar e interagir, e pode adquirir habilidades no decorrer das missões.</p> <p>NPCs (não-jogadores): interagem com o herói e são fundamentais porque solicitam missões e ajudam no seu cumprimento. Exemplos: animais da mata, índios, fazendeiros, madeireiros, pescadores e guardas florestais.</p>

Partindo dessa narrativa, foram definidos a história e seu respectivo formato de apresentação para os jogadores, os propósitos do jogo, na perspectiva de jogador e também o que se espera alcançar com o aluno. Nos quadros 2 e 3, respectivamente, encontram-se descritos esses elementos e a forma de inserção de conteúdos biológicos.

A proposta para o jogo “Bio resgate” foi elaborada para alunos do primeiro ano do Ensino Médio, já que pretende abordar conceitos de uma forma mais complexa.

Quadro 2. História elaborada para o jogo Bio Resgate.

História do jogo

“O personagem está viajando para passar férias no sítio dos avós. Ele nunca quis conhecer o sítio, porém estava de castigo e foi obrigado pelos pais. Durante a viagem, uma tempestade começou... Percebeu um clarão iluminando toda a rodovia, depois não viu mais nada, ficou desacordado... Depois de algum tempo, já não estava no veículo, não via nenhum sinal de pessoas ao seu redor, se levantou e começou a caminhar, se afastou da rodovia a procura de abrigo e entrou na mata... Sua aventura começou...”

Formato de apresentação: Apresentada ao jogador na forma de história em quadrinhos composta por imagens e expressões do personagem.

Quadro 3. Propósitos estabelecidos para o jogo na perspectiva do aluno e do jogador.

Propósitos

Aluno – tomar decisões e ter noção dos elementos que envolvem e a importância da biodiversidade para a manutenção da vida.

Jogador – depois do acidente, sobreviver no mundo cheio de problemas dominado por seres fantásticos que é composto por fragmentos de Cerrado, com índios, latifundiários, ONGs que lutam para conservação, exploradores de recursos naturais.

4.1.1. A estrutura do jogo

O jogador perdido na mata é convidado a explorar o ambiente de diferentes formas, coletando itens disponíveis, executando ações livres (pequenos conflitos resolvidos pelo jogador) que fornecem itens e pontos extras e, principalmente, solucionando as *quests* obrigatórias, que são situações-problema (Figura 9). São exemplos de ações livres desarmar armadilhas na mata, denunciar caçadores, controlar focos de incêndio, entre outros.

Essas situações estão relacionadas às questões da perda de biodiversidade, tema que pode ser também discutido com o professor da seguinte forma: cada ação no jogo resolvida pelo aluno permite uma discussão na aula (com professores e colegas) a respeito do assunto, com intuito de contribuir para formação crítica dos estudantes jogadores (Figura 10).



Figura 9. Estrutura geral do jogo.

Uma característica dos RGP's digitais é a presença de *quests*, que são missões propostas, não obrigatórias, mas que proporcionam ao jogador a obtenção de itens extras. Considerou-se a *quest* um mecanismo interessante para trabalhar aspectos conceituais com os alunos, porém algumas alterações foram feitas a fim de tornar as *quests* essenciais para o sucesso do jogador, fazendo com que o aluno entre em contato com os tópicos desejados pelo professor. Assim, no jogo “Bio resgate”, as *quests* correspondem às situações-problema que, quando resolvidas pelo jogador, proporcionam o acesso a outras áreas do mapa, aquisição de itens, abrigo, alimento, recursos que influenciam na sobrevivência e conseqüente sucesso do personagem da

história, ou seja, o próprio jogador. Cada *quest* é composta por pequenas missões que desafiam o jogador a buscar informações e articular conhecimentos dispersos no mundo virtual, possibilitando o estabelecimento de relações e o posicionamento mais fundamentado frente às questões polêmicas que abarcam o tema da conservação da biodiversidade.

A primeira *quest* elaborada para o jogo recebeu o nome de “Conhecendo o estranho ambiente”. Esta *quest* foi dividida em três pequenas missões, apresentadas na figura 9. Na primeira missão o jogador, na busca por frutos de pequi (*Caryocar Brasiliense* Camb.), explora as espécies de plantas que compõem o fragmento de Cerrado do local. O aluno tem acesso a informações básicas sobre as espécies que compõem o fragmento, e quando encontra pequis, pode clicar e coletar os frutos. A segunda missão se inicia quando o jogador executa com sucesso a missão anterior, e corresponde à busca pelo cacique de uma tribo indígena, o qual apresentará ao jogador sua próxima missão. Neste ponto, o jogador toma a decisão de prosseguir e finalizar a *quest* naquele momento ou interromper a missão e seguir explorando o ambiente. Se continuar na *quest*, será apresentada a terceira missão, uma situação-problema que apresenta a dificuldade da tribo em obter alimento. O NPC (personagem não-jogador) cacique fala sobre desmatamento, desaparecimento de espécies, pragas nas plantações e pede que o jogador ajude a tribo a resolver seu problema de alimentação. Para resolvê-lo, será necessário interagir com outros elementos do jogo, assim como buscar informações fora dele, como, por exemplo, em links pertinentes ou em sites específicos indicados pelo professor.

O jogador pode conseguir dicas de como ajudar os indivíduos da aldeia a proteger os animais da fauna ameaçados de extinção e que vivem no fragmento considerado. Para tanto, o jogador deve utilizar os itens que possui e é estimulado a pesquisar, considerando as possibilidades já descritas. O jogo permite que o jogador converse com os NPCs e, dessa forma, possibilita inserir as informações obtidas nas diversas fontes em campos apropriados. Por meio de um mecanismo de palavras-chave, o jogo reconhece se o jogador conseguiu cumprir o desafio. Com a confirmação, ele pode voltar à aldeia e colocar em prática algumas ações que contribuirão para a obtenção de alimentos, e consegue abrigo na tribo.

As ações a serem desenvolvidas nesta fase envolvem o plantio de mudas para restaurar a mata nativa, a adubação verde, entre outras. O jogador recebe pontos de experiência, um arco e flecha e tem acesso a outra área do mapa.

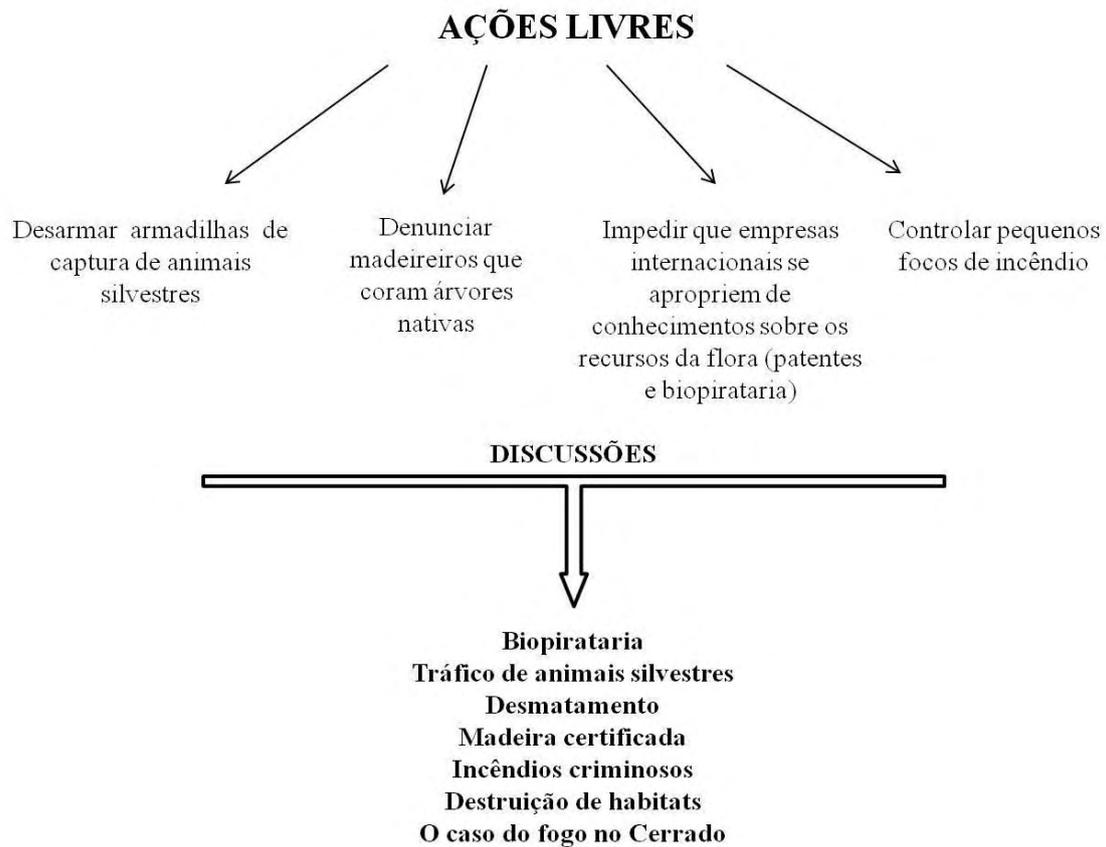


Figura 10. Ações livres proporcionadas pelo jogo.



Figura 11. Composição da primeira *quest* do jogo.

4.1.2 A primeira *quest* elaborada para o jogo

A seguir descrevemos o roteiro da primeira *quest* do jogo “Bio Resgate”.

- **Quest 1 – Explorando o estranho ambiente**

Objetivos

- No jogo: conseguir abrigo e as primeiras informações para entender o local.
- Pedagógico: compreender a importância da manutenção dos fragmentos de mata nativa.

Contexto

Caminhando pelo fragmento encontra um morador local (NPC – missão 1) Conversando com o pescador, descobre que está próximo a uma pequena comunidade indígena e que lá poderá conseguir mais informações sobre o local e também abrigo.

- Fala do NPC (pescador):

“Parece que você está perdido, não é seguro caminhar por aqui sozinho, em breve irá escurecer, se quiser pode procurar abrigo na tribo, o cacique sempre recebe bem quem leva para ele frutos de pequi. Colete alguns frutos, depois siga sempre em frente.”

Missão 1 - Coletar os frutos. Reconhecer na mata quais são os pequizeiros. (Passar o mouse nas diferentes espécies, fornecer informações básicas sobre as espécies do fragmento, quando encontrar os pequis, clicar e coletar os frutos)

Missão 2 – Encontrar e interagir com o cacique na tribo.

Chegando à tribo, o jogador irá procurar pelo cacique, entregar os frutos. Ele é surpreendido, pois o cacique diz que eles estão com muitos problemas e que precisam de ajuda.... E se insistir em ficar poderá se envolver em uma batalha contra o fazendeiro, dono das terras que dividem o fragmento de mata.

- Fala do NPC (cacique):

“Garoto nossa tribo está com muitos problemas, tem certeza que quer ficar aqui? O fazendeiro quer derrubar o resto de mata que temos e precisamos evitar, se quiser ficar você pode se envolver na luta.”

Nesse momento da *quest*, o jogador pode escolher entre prosseguir com as missões ou abandoná-las e voltar à mata. Se escolher ficar, buscará conhecimento sobre a mata, visitará a fazenda pra obter informações sobre o “inimigo”, conquistará sua arma e entrará em combate direto. Se desistir pode voltar a explorar o ambiente.

Missão 3 - Cacique explica o problema.

- Fala do NPC (cacique):

“Essa região era toda coberta pela mata, mas o pessoal foi derrubando tudo.....está faltando alimento, os animais estão desaparecendo, já não vemos abelhas visitando as flores, pragas estão devorando nossas plantações.....precisamos resolver isso.... Volte quando puder nos ajudar.....leve esse amuleto e procure os animais que vivem na mata....”

A situação-problema foi apresentada ao jogador e para resolvê-la será necessário interagir com outros elementos do jogo, buscar informações fora do jogo, por exemplo, em links disponíveis na rede. E também a busca de conteúdos que pode ser efetuada com buscas em sites apropriados.

O jogador conseguirá dicas de como ajudar o pessoal da aldeia com animais da fauna ameaçados de extinção, que vivem no fragmento. Para isso trocará itens que possui e também será levado a pesquisar, como dito anteriormente.

- Jogador volta a explorar o fragmento precisa interagir com os animais que encontrar.

Quando encontrar a Jaguatirica ou Jibóia:

Troca o amuleto por informações

O animal fala sobre desmatamento, dispersão de sementes, pedem que o jogador procure informações sobre polinização:

NPC (jaguatirica ou jibóia): *“para aumentar suas plantações e colocar seus animais o fazendeiro precisou derrubar muitas árvores desta região e muitos dos animais não conseguem viver em locais com poucos locais para abrigo, ninho e com dificuldade de obter alimento, uns fugiram, outros morreram sem conseguir deixar filhotes.”*

“alguns destes animais ao se alimentarem contribuíam com a sobrevivência das plantas, pois jogavam suas sementes que depois cresciam formando novas plantas e outros sugavam o néctar de suas flores ajudando-as no processo de reprodução, com a vida dos animais tão comprometida, a das plantas também ficou ameaçada, inclusive das plantas que vocês, seres humanos, utilizam para se alimentar.”

“Para ajudar a tribo descubra qual a relação da polinização com a produção de alimentos”. Esse é um exemplo de informação que precisará ser adquirida pelo jogador fora do ambiente do jogo.

O segundo problema do jogador são as pragas que destroem as plantações.

Quando jogador se aproxima da fazenda encontra uma mulher trabalhando na plantação.

Jogador pode escolher:

- 1) pedir informações diretamente para a mulher.
- 2) entrar na fazenda.

1) Mulher fala sobre as pragas agrícolas: “o pessoal que vive aqui por perto não consegue mais colher o que planta, as lagartas e os gafanhotos devoram toda a plantação antes do momento da colheita. Quando a mata era maior isso não acontecia.....”

“NPC propõe: “descubra como manter as pragas longe da plantação sem utilizar agrotóxicos.....”.

2) Se optar por entrar na fazenda terá que interagir com os outros personagens para entender como ficar livres das pragas da lavoura.

Nesse momento, o jogador é novamente convidado a pesquisar. Com o conhecimento, volta à aldeia e coloca em prática algumas ações que contribuirão para o aumento dos alimentos, conseguindo abrigo com os índios.

Ações do jogador:

- estabelecer um programa de restauração da mata, proibindo o fazendeiro de desmatar novas áreas;
- luta entre o fazendeiro e os índios;
- plantar mudas nativas;
- contribuir para formação de corredores biológicos;
- executar rotação de culturas;
- fazer adubação verde.

Além de conseguir abrigo, recebe do cacique como recompensa um arco e flecha, que poderá ser utilizado em outras missões.

A elaboração desta primeira *quest* e das ações livres exemplificam o tratamento dado a aspectos relacionados ao conceito de biodiversidade, a transposição de conteúdos em um material didático alternativo. O intuito é a proposição de outras situações que, juntas, possibilitem uma abordagem mais integrada do tema.

4.2. O design do jogo

A elaboração dos elementos gráficos de um jogo que aborda o tema biodiversidade precisa ter como referência imagens dos ambientes naturais e de todos os seus componentes, pois a questão estética é importante para a compreensão dos conceitos envolvidos. Para que os desenhos da fauna, da flora e do mapa do jogo ficassem próximos à realidade, o designer utilizou fotos das espécies e dos ambientes que deveriam ser representados. Também foi realizada uma caminhada de reconhecimento das espécies vegetais presentes no *Campus* da UNESP de Bauru. Alguns elementos do jogo estão representados nas figuras abaixo.



Figura 12. Tela inicial do jogo.



Figura 13. Mapa em construção.



Figura 14. Personagem principal do jogo.

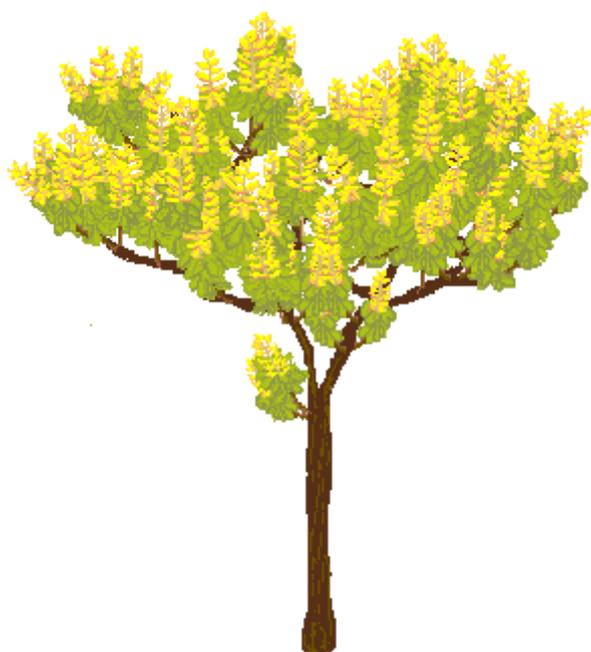


Figura 15. Espécie *Vochysia tucanorum* Mart.



Figura 16. Espécie *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart.

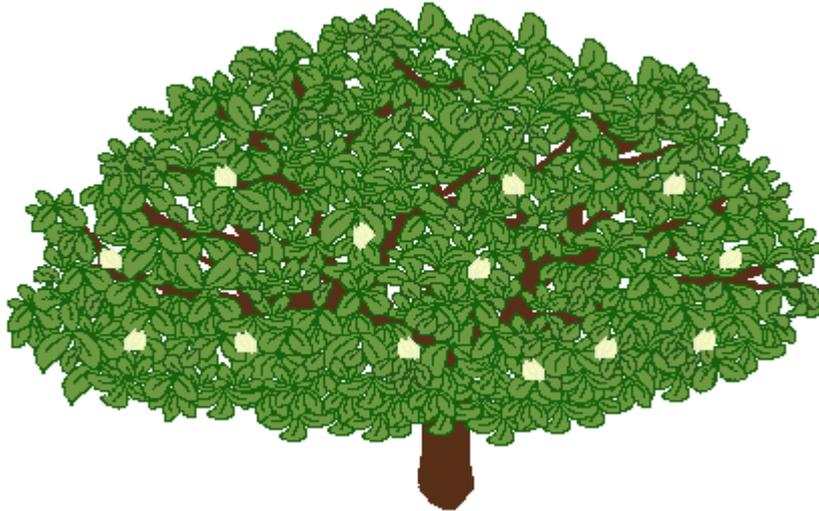


Figura 17. Espécie *Caryocar brasiliensis* Camb.

4.3. A programação do jogo

Para a realização do jogo, foi utilizada a linguagem C#, que é uma linguagem de programação orientada a objetos criada pela *Microsoft*, junto com *Microsoft Visual Studio*, um pacote de programas da *Microsoft* para desenvolvimento de software e o framework *XNA*. *Microsoft XNA*, sigla em inglês que significa *XNA's Not Acronymed*, serve para o desenvolvimento de jogos para computadores com *Windows*, consoles de videogames e também celulares.

No início do projeto, a programação do jogo foi dividida em partes. Cada um dos programadores ficou responsável pela produção de sua parte, e nas reuniões apresentavam o avanço na programação, as dificuldades encontradas e discutiam como poderiam solucioná-las.

As divisões correspondem aos controles básicos de um jogo de RPG e estão descritas a seguir:

- NPC: controlar e movimentar todos os personagens que não são movimentados pelo jogador;
- *Quest*: construção e desenvolvimento das *quests* no jogo;

- Inventário: controlar toda a parte de inventário do jogo;
- *Back-End*: armazenar dados em arquivos XML, salvar e carregar o jogo.

Os programadores tiveram muitas dificuldades técnicas, e devido a elas, os controles básicos do jogo não foram finalizados, impossibilitando a finalização do jogo “Bio resgate”.

4.4. Acompanhamento didático

O acompanhamento didático aconteceu desde a definição do tipo de jogo mais adequado para trabalhar a temática escolhida. A maior parte da equipe formada não tinha experiência na elaboração de propostas didáticas, assim o acompanhamento das ações realizadas nas fases de design e programação foi fundamental.

Durante as reuniões, as decisões a respeito do jogo sempre consideravam a viabilidade técnica do que foi proposto e, principalmente, os aspectos didáticos. A preocupação sempre foi evitar erros conceituais, interpretações errôneas e o distanciamento da realidade da biodiversidade brasileira.

Na fase de elaboração dos elementos gráficos, todos os desenhos elaborados foram apresentados ao grupo antes de sua utilização no jogo. Como dito anteriormente, o designer utilizou imagens de referência que foram previamente selecionadas pela pesquisadora, professora de Biologia responsável pelo roteiro.

Na fase de programação, acompanhamos os progressos dos programadores na resolução dos desafios dos mecanismos de funcionamento do jogo, como por exemplo, o tamanho adequado do personagem quando inserido no mapa, animar este personagem, resolver o problema de colisão com objetos no mapa. Outras decisões envolveram quais informações deveríamos disponibilizar para o jogador na tela inicial e no mapa (itens que ele poderia carregar na mochila, tempo, direção, entre outros), qual deveria ser o tamanho adequado dos textos das missões para que o jogador não perdesse o interesse no jogo. Como a fase de programação ainda não foi concluída, as fases seguintes do acompanhamento didático ainda não aconteceram. Estas contemplam a avaliação do material pelo grupo e também por especialistas da área. Após os ajustes necessários,

pretende-se a utilização do material didático pelo público-alvo, alunos de Ensino Médio, com intuito de avaliar o ensino do tema escolhido por meio jogo desenvolvido.

Capítulo 5

5. Análise dos dados

A análise se refere ao processo de transposição didática do tema biodiversidade nos manuais didáticos estudados, ao processo de produção do jogo e também aos diagramas elaborados ao longo do processo.

5.1. Os manuais didáticos analisados

As coleções receberam os números de: C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7 e C8.

Das oito coleções analisadas, somente quatro (C1, C2, C3 e C4) dedicaram-se consideravelmente à discussão do tema biodiversidade da forma como proposto neste trabalho. A definição de biodiversidade aparece nessas quatro coleções, e em três delas (C1, C2 e C3) integra os três níveis de diversidade referidos. Um dos livros (C4) apresenta uma definição relativa à quantidade de espécies presentes num local, destacando somente o nível de diversidade de espécies. As definições encontradas nas quatro coleções foram descritas no quadro 4.

Quadro 4. Definições de biodiversidade presentes nos manuais analisados. 1. Diversidade genética; 2. Diversidade de espécies; 3. Diversidade de ecossistemas.

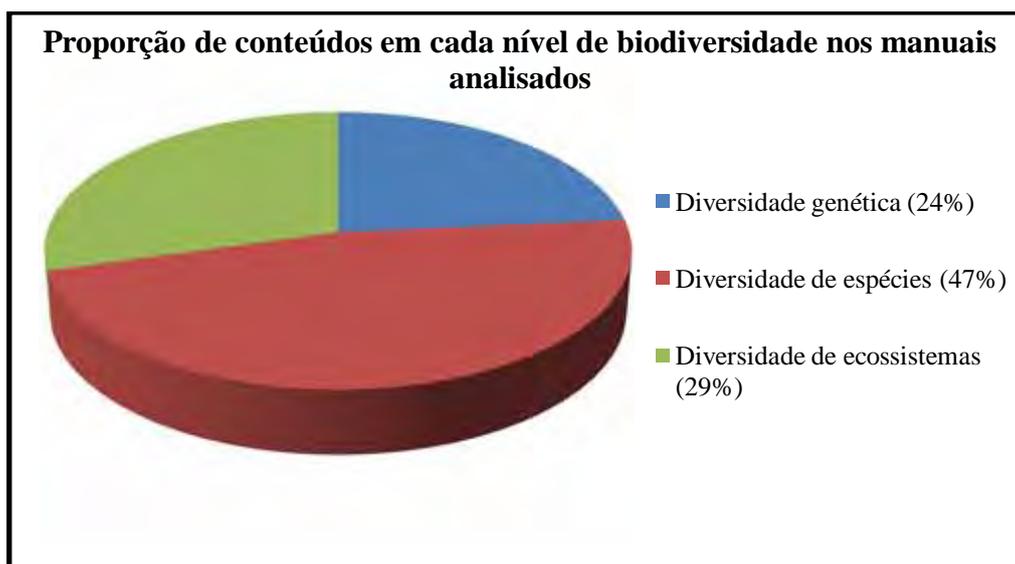
Coleção	Definições apresentadas
C 1	Ambiente com suas espécies da fauna e da flora (2), em que cada ecossistema (3) é um banco de genes (1) que mantém a biodiversidade.
C 2	Variedade da vida no planeta Terra, incluindo a variedade genética (1) dentro das populações e espécies; a variedade de espécies da flora, da fauna e de microrganismos (2); a variedade de funções ecológicas (3) desempenhadas pelos organismos nos ecossistemas; e a variedade de comunidades, habitats e ecossistemas (3) formados pelos organismos.
C3	Variedade (de características, comportamentos, etc.) dos organismos vivos (2), considerando todos os ecossistemas do planeta. Engloba a diversidade existente entre os indivíduos de uma mesma espécie (a diversidade genética) (1), entre espécies e entre ecossistemas (3).
C4	Variedade de seres vivos existentes (2) em determinado lugar ou no planeta como um todo.

Nas outras quatro coleções (C5, C6, C7 e C8) aparecem sinalizações de discussão do tema, em pequenos quadros que exploram situações específicas, ou no formato de apêndices do capítulo (títulos como “para saber mais”, “fique ligado”). Quadro 5. Um aspecto interessante é que a temática sobre a perda da biodiversidade é contextualizada, na maioria dos livros, com problemas ambientais brasileiros (Quadro 6). As proporções dos conteúdos em cada nível de biodiversidade nos manuais analisados encontram-se descritas na Figura 18.

Quadro 5. Coleções que não apresentam o conceito de biodiversidade.

Coleção	Abordagens indiretas do tema
C5	Desmatamento relacionado com quedas bruscas na biodiversidade do planeta
C6	Bancos de germoplasma
C7	Não discute o tema biodiversidade
C8	Não discute o tema biodiversidade

Figura 18. Proporção de conteúdos em cada nível de biodiversidade.



Quadro 6. Contextualização do tema Biodiversidade com problemas ambientais brasileiros.

Problemas ambientais brasileiros
Áreas de tensão ecológica (C5)
Biomass <i>hotspots</i> : Mata Atlântica e Cerrado (C1)
Espécies da flora e da fauna ameaçadas de extinção (C1, C2, C3, C4, C6, C7, C8).
O problema da biopirataria (C1, C2, C4).
Desmatamento e consequências para a biodiversidade (tema que é proposto em todos os livros analisados).

Todas as coleções analisadas discutem brevemente a perda de habitats, a intensa exploração de recursos naturais, a introdução de espécies exóticas e a extinção de exemplares da fauna e da flora. O estabelecimento de unidades de conservação também foi citado nas coleções C1, C2, C3 e C4.

Nos livros analisados, o discurso é voltado para a variedade de espécies presentes (nível 2 diversidade de espécies) e também para a diversidade de ecossistemas (nível 3 diversidade de ecossistemas), já que a perda de habitats e exploração de recursos é muito comentada. O nível 3, diversidade genética, aparece com uma frequência menor nos livros. A importância da variabilidade genética foi descrita: em textos que discutiam a criação de bancos de germoplasma (C4 e C6) e sobre o desenvolvimento de corredores de biodiversidade no bioma Mata Atlântica (C2); e em uma coleção mediante a discussão de extinção de espécies como perda de patrimônio genético e evolutivo que compromete a estabilidade dos ecossistemas, ressaltando a importância, por exemplo, da polinização que contribui para o aumento da variabilidade genética (C3).

Durante a avaliação ficou evidente que o tratamento dado ao tema biodiversidade na maioria dos livros não é adequado, pois apesar dos estudos sobre biodiversidade no ensino básico serem destacados nos documentos oficiais, ainda é possível encontrar materiais com discussões simplistas, manuais que utilizam a palavra

biodiversidade em diversos contextos sem nenhum tipo de integração ou definição aparente, e até mesmo coleções que não discutem o tema. Foi possível verificar que em alguns materiais o termo biodiversidade é sinônimo de quantidade de seres vivos, visão simplificada do conceito, já que desconsidera os aspectos genéticos e os ecossistemas, fornecendo uma compreensão parcial do tema que dificilmente proporcionará o desenvolvimento de argumentação crítica e fundamentada.

5.1.1 Análise das concepções de biodiversidade presentes nos manuais por meio do modelo KVP

Neste trabalho também são analisadas as concepções a respeito do tema biodiversidade dos autores dos manuais didáticos que emergem da interação entre os conhecimentos científicos (K), os valores (V) e as práticas sociais (P). De acordo com Carvalho e Clément (2007), o modelo KVP tem-se mostrado muito útil na análise de importantes características do saber ensinado: na perspectiva epistemológica, para compreender o que em uma apresentação científica (por exemplo, um manual didático) se relaciona com os conhecimentos científicos de referência, com os valores ou ainda com as práticas sociais.

Na primeira coleção analisada (C1), vimos que os autores apresentam o conceito de biodiversidade de acordo com suas três dimensões (genética, espécies e ecossistemas), o que coloca o conhecimento presente no livro de acordo com o conhecimento aceito pela comunidade científica. Além do conceito, os autores ressaltam ao longo do texto questões de perdas e conservação da biodiversidade, discutindo a extinção de animais em decorrência de ações antrópicas, a exploração exacerbada dos ecossistemas e o comércio ilegal de organismos vivos, a biopirataria. Apresentam também alguns mecanismos de proteção da fauna e da flora explicando o funcionamento das Unidades de Conservação que foram estabelecidas no país pelo Ministério do Meio Ambiente. Nota-se que a concepção dos autores é pautada não só no conhecimento científico, mas também considera o sistema de valores e as práticas sociais de referência atuais que visam a conservação da biodiversidade.

A segunda coleção (C2) também apresenta as três dimensões do conceito de biodiversidade. Os autores apresentam a degradação da biodiversidade e suas principais

causas, citando a perda de habitats, a exploração excessiva dos recursos naturais e a questão das espécies invasoras. Discutem também o risco de extinção das espécies, evidenciando o enfoque sobre o conhecimento. Mas, em outros tópicos do livro trazem outros aspectos da biodiversidade, apresentam a questão dos corredores biológicos e sua importância para a manutenção da fauna e flora e o estabelecimento de unidades de conservação. Interessante notar que os autores apresentam a questão de conservação da biodiversidade por meio de uma visão utilitarista da natureza, já que todas as perdas gerariam prejuízos apenas para a espécie humana que precisa utilizar os recursos naturais em seu benefício, os valores e as práticas sociais se destacam neste ponto.

Observamos que na terceira coleção analisada (C3), o enfoque do tema biodiversidade recai principalmente sobre o conhecimento. São apresentados aspectos do conteúdo sempre pautados nos conhecimentos científicos de referência, com descrições e conceitos associados ao tema. As práticas e os valores aparecem em apenas uma discussão sobre proteção dos biomas brasileiros.

Na quarta coleção (C4), as três dimensões do conceito são destacadas de acordo com o conhecimento científico de referência. As práticas sociais e o sistema de valores aparecem para formar a concepção de biodiversidade dos autores quando eles apresentam a conservação da biodiversidade por meio da visão utilitarista da natureza, a importância de conservar está ligada apenas a sobrevivência humana no planeta.

A quinta coleção analisada (C5), não aborda o tema biodiversidade, apenas utiliza a palavra em textos que discutem problemas ambientais decorrentes da ação humana. A concepção dos autores provavelmente não reconhece a complexidade do tema, já que ele não recebeu uma discussão detalhada nos manuais.

Na sexta coleção (C6) apenas uma dimensão do conceito é destacada, a dimensão genética em um quadro que trata dos bancos de germoplasma, distanciando a abordagem apresentada do conhecimento científico de referência. A discussão é muito breve e relaciona os bancos de germoplasma apenas problemas genéticos e com plantas de uso comercial. Os autores não problematizam os aspectos relativos à manutenção da biodiversidade. Os valores e as práticas não são considerados.

As coleções C7 e C8 não abordam o tema biodiversidade. Tanto na coleção C7 quanto na coleção C8, os autores dedicam um capítulo para tratar da interferência

humana nos ecossistemas naturais, abordando o desmatamento, a introdução de espécies exóticas, a extinção de espécies. Porém, em nenhum dos tópicos discute esses aspectos e sua ligação com a conservação da biodiversidade. São relatos de problemas, as discussões são a respeito do conhecimento e não abordam aspectos sobre os valores e as práticas sociais.

5.2. Análise da produção do jogo “Bio resgate”

5.2.1. A análise dos limites e possibilidades do material elaborado

Por meio do material elaborado utilizando as tecnologias da informação e comunicação é possível que os alunos apliquem os conhecimentos estudados. A experiência proporcionada pelo jogo acaba configurando-se como uma vivência, mesmo que por meio de um ambiente virtual. Consideramos virtual como toda entidade “desterritorializada”, capaz de gerar diversas manifestações concretas em diferentes momentos e locais determinados, sem, contudo estar ela mesma presa a um lugar ou tempo em particular (LÉVY, 1999). A experiência de entrar na mata e vivenciar situações relacionadas a ela ocorre sem a necessidade do aluno se deslocar a um ambiente de mata em um dia específico para aprender sobre ela. Esta vivência também é importante para o ensino de conceitos e as experiências mediadas por um computador ampliam a quantidade de cenários que o estudante pode “visitar”, contribuindo, desse modo, para a compreensão dos conteúdos estudados.

No jogo “Bio resgate” a proposta foi trabalhar com situações-problema por meio das missões que o aluno precisa solucionar para prosseguir na história e também das ações livres que pode executar enquanto explora o ambiente. O intuito de trabalhar com situações-problema é motivar o estudante a resolver um problema proposto. Para isso, ele precisa procurar os elementos necessários nos conteúdos sobre a biodiversidade, tanto no jogo quanto em outras fontes de busca, como sites disponíveis na internet.

Consideramos que o tipo de jogo escolhido também oferece vantagens no ensino de um tema que precisa permitir que os alunos participem e se posicionem em relação a uma situação. Como discutido anteriormente, os RPGs possibilitam a interpretação de papéis, a tomada de decisão pelos jogadores e mostram que é preciso conhecimento para

resolver uma missão. Uma desvantagem do tipo de RPG escolhido é a questão da interação com outros jogadores, pois o jogo “Bio resgate” não foi desenvolvido para permitir a interação entre jogadores que estão jogando ao mesmo tempo, limitando-se a interação do jogador com os NPCs (personagens não jogadores). Um RPG que permite aos jogadores a interação entre si ao mesmo tempo torna-se mais colaborativo, o que do ponto de vista educacional é muito interessante se pensarmos em estudantes que estão em diferentes níveis de aprendizagem, que possuem conhecimentos variados sobre o conteúdo e podem colaborar para que todos alcancem os objetivos propostos.

Outra limitação do jogo é com relação ao seu desenvolvimento. O tempo necessário para sua elaboração e a qualificação dos profissionais envolvidos são questões que precisam de atenção para que o jogo seja realmente finalizado e utilizado pelo público alvo, os estudantes.

Com relação à abordagem do tema biodiversidade no jogo, as três dimensões do conceito são trabalhadas por meio das ações livres e também da primeira *quest* elaborada. Os aspectos discutidos envolvem a biopirataria, o desmatamento, os incêndios criminosos, o conhecimento das populações tradicionais sobre os recursos da flora, os problemas com as plantações que envolvem as dificuldades de polinização, a dispersão de sementes e o desequilíbrio das cadeias alimentares. Espera-se que com as atividades propostas no jogo junto com as intervenções do professor o aluno compreenda a importância da manutenção biodiversidade.

5.2.2. A análise do grupo multidisciplinar formado

Para melhor analisarmos os dados obtidos nas entrevistas, optamos por desenvolver categorias de análise, que Bogdan e Biklen (1994) denominaram categorias de codificação. Segundo os autores, o desenvolvimento de um sistema de codificação envolve os seguintes passos:

[...] percorre os seus dados na procura de regularidades e padrões bem como de tópicos presentes nos dados e, em seguida, escreve palavras e frases que representam estes mesmos tópicos e padrões. [...] As categorias constituem um meio de classificar os dados descritivos que recolheu, de forma a que o material contido num determinado tópico possa ser fisicamente apartado dos outros dados (BOGDAN & BIKLEN, 1994, p. 221).

Assim, analisamos atentamente as transcrições das entrevistas e separamos os códigos que nos pareceram relevantes. A análise dos conteúdos presentes nas respostas dos participantes permitiu a identificação de alguns padrões que se configuraram em categorias de análise das respostas dos participantes.

As entrevistas foram realizadas com os integrantes que participaram do grupo desde o início, no ano de 2011, e que permaneceram durante todo desenvolvimento. Assim, do grupo inicial três participantes se enquadravam neste perfil.

A identificação dos integrantes foi feita utilizando siglas, um dos participantes atuou no projeto como design gráfico, e os outros dois eram responsáveis pela programação, atuando como programadores do jogo. Dessa maneira, apresentamos as siglas de identificação utilizadas nos quadros:

- D1: o design gráfico;
- P1: o programador que permaneceu até a finalização do protótipo;
- P2: o programador foi responsável pela construção de muitos elementos ao longo do processo, mas precisou deixar o projeto antes da finalização do protótipo.

As entrevistas seguiram o guia de questões apresentado. Consideramos relevante destacar alguns trechos referentes às perguntas realizadas e apresentá-los nos quadros a seguir.

Quadro 7. Respostas dos integrantes a primeira questão.

Integrante	Qual a sua formação e interesses em trabalhar com esse produto (jogo)?
D1	Faço o curso de design gráfico. Sempre joguei desde pequena, fiz a disciplina sobre games ano passado, e acho muito legal, porque acredito que os games estão ai pra fazer isso, eles ajudam o jovem a entrar na realidade que ele tem que aprender, é muito mais interessante que ler sobre um assunto no livro, sobre com é o cerrado, por exemplo. É uma linguagem nova que atinge de uma maneira diferente do que a sala de aula. Acho muito interessante.
P1	Faço bacharelado em ciências da computação. Gosto dessa área, me interessei por jogos. E esse projeto foi meu primeiro contato aqui na faculdade com a possibilidade de fazer alguma coisa, aplicar conhecimentos de construção de jogos. Então eu me interessei logo de cara, porque eu gostava da área e consegui ver a possibilidade.
P2	Faço bacharelado em ciência da computação. De uns tempos pra cá, eu comecei a achar que eu queria seguir a carreira de jogos, então estava sempre procurando coisas na área, e quando o Wilson (Prof. Dr. Wilson Massashiro Yonezawa) falou dessa oportunidade eu achei interessante, por que era bem voltado para o que eu estava procurando.

Quadro 8. Respostas dos integrantes a segunda questão.

Integrante	Como descreve o processo de interação com os demais integrantes da equipe que elaborou o jogo?
D1	No começo eu achei um pouco confuso. A gente se reunia, mas eu particularmente não gostei muito de trabalhar com o outro design. O começo foi bem lento e demorou pra deslanchar, depois chamei outro design e também tive problemas com ele, que acabou desistindo do projeto. Para manter o contato do grupo talvez o que poderia ser legal, por exemplo, o facebook, com aqueles grupos, poderia ser uma ferramenta para compartilhar e manter o contato do grupo. "tipo eu fiz isso" e o outro comenta, pergunta o que tem dúvida, talvez a comunicação ficasse mais fácil, mais direta.
P1	No começo eu achei que era muito bom mesmo, que nós estávamos ainda decidindo coisas do jogo, o iria ter, como iria ser. Para essas coisas você tem que estar com o grupo inteiro mesmo lá conversando. Isso eu achei muito bom mesmo. O que eu achei é que agora no final faltou isso, tinha que ter continuado, não tão frequente, mas precisa ter um contato com todo mundo pra ver o que está acontecendo, o que precisa mudar. Por que é melhor ter esse <i>feedback</i> mais rápido, pra saber o que está acontecendo.
P2	Eu acho que a interação foi essencial, e agora quanto mais eu estudo, eu percebo que a criação de um jogo é interdisciplinar, precisa ter a interação de varias áreas, de conhecimentos diferentes para ter um produto final bom. Você precisa ter uma parte pedagógica, pra ensinar o que quer passar, mas precisa ter uma parte lúdica, ele precisa ficar esteticamente bonito, atrativo, precisa funcionar. Até mesmo um jogo comercial precisa de profissionais diversos, por exemplo, participação de psicólogos para entender como o jogo irá influenciar as pessoas, qual a motivação da pessoa pra jogar, coisas desse tipo.

Quadro 9. Respostas dos integrantes a terceira questão.

Integrante	Quais foram as dificuldades na elaboração do jogo “Bio resgate”?
D1	Fico com receio, como é um jogo educativo de não estar passando a ideia certa, por exemplo, os troncos das árvores, no caso do cerrado, que são retorcidos e tal precisa ter alguém que saiba mesmo sobre os assunto e que acompanhe o processo, guiando, dizendo o que está certo o que está errado. Meu maior receio foi passar o conceito errado. Buscar as referências corretas para os elementos. Para as árvores, por exemplo, as características das folhas, das flores, permitir que a pessoa reconheça mesmo.
P1	A minha maior dificuldade foi que eu não tinha conhecimento sobre essa linguagem. Ela era uma linguagem nova pra mim, e eu nunca tinha tido contato com ela. Então a maior dificuldade foi aprender a linguagem e conseguir aplicar e criar alguma coisa nela, mas depois disso eu acho que o problema maior foi juntar as coisas. Por que como foi separado, cada um tinha que fazer uma parte depois na junção dava alguns problemas.
P2	Pra mim foi complicado o conhecimento da tecnologia, para desenvolver um jogo tem ferramentas específicas, e eu não tinha conhecimento profundo da ferramenta. Então enquanto fui desenvolvendo minha parte, eu fui estudando também, não era apenas "a tenho que fazer tal coisa, chegar e fazer", eu tinha que aprender a fazer o que eu precisava e como depende de várias pessoas eu precisava de uma coisa que a outra precisava terminar então era tudo interligado. Mas quanto as reuniões eu acho que elas funcionavam bem até, é complicado juntar a ideia de todo numa coisa só, mas eu acho que foi legal, no começo foi bem tínhamos que estipular as metas a curto prazo, o problema era quando as pessoas começavam a ficar desinteressadas, tinham outras coisas pra fazer ou o cara entrou achando que era uma coisa e no meio do caminho perdeu o interesse sabe e isso complica um pouco.

Quadro 10. Respostas dos integrantes a quarta questão.

Integrante	O processo de desenvolvimento dos jogos digitais educativos se afasta ou se aproxima dos jogos digitais lúdicos? Tem especificidades ou os procedimentos são iguais?
D1	Tem especificidades, como esse negócio de transmitir o conceito corretamente. Só que cada vez mais eles precisam se juntar para não ser apenas educativo, por muita gente acha que educativo é chato, e não precisa ser, não é. Tem que ter um acompanhamento, porque você já tem a barreira nos jovens, ai é educativo é chato, vou jogar na escola e em casa vou jogar o que eu gosto mesmo. Até mesmo no nosso jogo aquele negocio de recolher pequi, de pegar dinheiro sabe, é divertido ter muito daquilo no jogo, mas ao mesmo tempo ele está aprendendo sobre a planta.
P1	Eu acho que pela ideia que eu tenho não deveria ser, mas o nosso foi. Para mim a construção do jogo é sempre a mesma, você tem que construir o enredo, a história, ainda mais se é pra educação, porque você tem que descobrir maneiras do usuário ficar no seu jogo, pra ele aprender mais e continuar no jogo. Então eu acho que não difere muito, pelo menos em conceitos básicos dos jogos eu acho que isso não muda muito, o que muda mesmo é criar e controlar uma situação que você consiga prender o seu aluno.
P2	Eu acho que atualmente eles estão muito diferentes, eu acho que as visões estão muito distintas, mas o ideal é que tivessem o mesmo foco, por que muitos jogos ensinam coisas, e os jogos educativos deveriam ter uma parte lúdica. Estou trabalhando em uma empresa que desenvolve jogos educacionais, e pelo o que eu vejo falta muito a junção da parte pedagógica com a parte de game design, as mecânicas de um jogo. Os jogos que eu tenho feito são "olha que bonitinho você está na floresta, responda essa pergunta", é como se fosse um livro animado e não um jogo, não é uma coisa que engaja.

	<p>Eu acho que são basicamente iguais, a primeira parte do projeto é a mesma, você precisa pensar em uma maneira de passar uma experiência e você tem algumas diretrizes e constrói ao redor delas. Acho que na construção do projeto do jogo educativo deveria ter um cuidado maior pensando nas mecânicas do jogo, de como isso tudo que foi pensando vai acontecer.</p>
--	--

Quadro 11. Respostas dos integrantes a quinta questão.

Integrante	Existiram conflitos de ideias com os profissionais das outras áreas? Como se deu a interação com os outros integrantes do grupo?
D1	Entre os diferentes não teve, todos colocavam suas opiniões.
P1	Eu acho que conflito sempre tem, mas não vejo nenhum como negativo. Foram conflitos para se ter ideias para o aprimoramento do jogo, foram discussões positivas. A interação foi muito boa, só acho que a interação mais próxima deveria ter continuado, as reuniões deveriam ter continuado, pelo menos uma vez por semana, uma coisa assim.
P2	Com certeza, eu acho que faltou muita experiência. Todo mundo tinha boa vontade, mas não sabia muito bem o que deveria fazer. Em alguns momentos tinha a impressão que o professor gostaria de reproduzir um jogo que ele gostava. As meninas tinham ideias boas, mas eu acho que faltou experiência mesmo. Tínhamos varias ideias, mas ninguém sabia apontar se eram boas ou ruins, ou como deveriam ser aproveitadas. No geral todos eram bem receptivos e comunicativos. Nas reuniões conseguíamos definir e depois trabalhar nas suas partes.

Quadro 12. Respostas dos integrantes a sexta questão.

Integrante	Quais competências (habilidades, atitudes, conhecimentos) são necessárias para o processo de desenvolvimento de materiais didáticos digitais? Você desenvolveu ou melhorou algumas dessas habilidades no processo?
D1	Na minha área, ela precisa ter um background, fazer uma pesquisa a respeito. Conhecer o software, ter cursado a matéria de game design. Eu comprei livros pra estudar, esse projeto é minha iniciação científica também. O <i>pixel art</i> eu nunca tinha feito, já tinha visto, tinha ideia de como fazer, mas o software que estou utilizando eu baixei pra fazer esse trabalho, eu pesquisei na internet como fazer e eu tenho melhorado desde as primeiras coisas que fiz.
P1	Conhecer a linguagem de programação. Esse projeto me ajudou muito. Hoje estou no em um laboratório de pesquisa aplicada da UNESP, e eu trabalho justamente com isso, o XNA que é a linguagem que usei, que eu tive que aprender, gostei e hoje estou trabalhando com ela. Fora como trabalhar com outras pessoas, a interação, como funciona o processo de criação de um jogo, a discussão entre varias pessoas com varias ideias são coisas que aumentaram.
P2	Precisa ter um game design, tem que ter um professor, um programador, mas no começo do projeto precisa decidir o foco, se ele vai funcionar em celular, no computador ou na lousa digital, para depois escolher qual melhor ferramenta pra desenvolver isso para chamar alguém que saiba utilizar aquela ferramenta, o design que precisa conhecer as técnicas para trabalhar aquele tipo de desenho. Eu entendi como funciona o ciclo básico de um programa, de um jogo, que ele sempre tem a mesma estrutura, como utilizo isso para montar um cenário, como se anima um desenho. Aprendi técnicas específicas pra jogo que não conhecia, então foi bem legal.

De acordo com a leitura das respostas dos entrevistados destacamos alguns padrões, utilizados como categorias que nos fornecem indicativos da dinâmica do grupo ressaltando entraves do processo e concepções interessantes dos participantes. As categorias estão descritas no quadro 13.

Quadro 13. Categorias de análise das respostas dos participantes.

Categorias	Sujeitos da pesquisa
Motivação para trabalhar com jogos digitais educativos	D1, P1, P2
Importância das reuniões e a interação	D1, P1, P2
Dificuldades técnicas	D1, P1, P2
Concepção de jogo digital educativo	D1, P1, P2
Jogo visto como espaço para a formação de profissionais de diferentes áreas	D1, P1, P2

Nota-se que em relação à motivação para trabalhar com jogos digitais educativos, apenas o designer se mostrou preocupado com as possibilidades do material para o ensino, os dois programadores apenas viram no jogo uma oportunidade de desenvolver habilidades para a construção de jogos, independente se eles teriam ou não intuito de material didático. Como podemos destacar na fala dos programadores:

P1: Gosto dessa área, me interesso por jogos. E esse projeto foi meu primeiro contato aqui na faculdade com a possibilidade de fazer alguma coisa, aplicar conhecimentos de construção de jogos.

P2: De uns tempos pra cá, eu comecei a achar que eu queria seguir a carreira de jogos, então estava sempre procurando coisas na área.

Todos os entrevistados relataram que as reuniões do grupo são importantes para a construção do jogo e que esta organização depende da integração dos conhecimentos dos profissionais das diferentes áreas. Citaram que mais encontros deveriam ter acontecido, inclusive sugerindo o uso de redes sociais para manter o contato entre as reuniões. A visão de que é muito difícil produzir um material de qualidade sem a

interação direta com os outros integrantes do grupo é compartilhada pela pesquisadora. Um dos entraves na construção do jogo foi a dificuldade de reunir o grupo frequentemente.

Os programadores apresentaram as mesmas dificuldades técnicas, dizendo que o maior problema no desenvolvimento do jogo foi a de aprender a linguagem da programação que precisavam utilizar. Já o designer mostrou-se preocupado com a transposição didática do conceito para os elementos gráficos, uma vez que sua fala revela que é essencial o uso das referências corretas para que os desenhos sejam representativos dos conteúdos trabalhados. Nesta questão temos um importante item para discussão pois, pensando na integração do modelo KVP com a transposição didática, o jogo é um recurso didático assim como os manuais escolares e resulta de um processo de transposição didática externa, envolvendo atores na sua produção. Na entrevista percebemos que o processo de transposição didática de conteúdos para os jogos digitais inclui novos atores além dos autores, que nesse caso são os responsáveis pelos roteiros. Esses atores são os designers e os programadores que também tem a responsabilidade pelo material produzido, porém, normalmente, não possuem experiência na área de ensino.

A quantidade de profissionais envolvidos e as profissões desvinculadas da área educacional tornam o processo de transposição didática mais complexo. Poderíamos chamar de transposição didática coletiva, já que é a integração do trabalho de diferentes áreas que resulta no material didático em questão, ou seja, o jogo. A construção do jogo precisa ser coletiva e isso foi evidenciado pelos integrantes.

A concepção de jogo digital educativo por parte dos entrevistados também é muito semelhante. Todos afirmam que a construção deve se aproximar dos jogos lúdicos, que a mecânica é a mesma. Interessante ressaltar que eles apontam especificidades nos jogos educativos, como o acompanhamento dos conteúdos pelo professor, mas que para torná-los mais atrativos para os estudantes precisam ser parecidos com os jogos lúdicos, comerciais.

Outro aspecto interessante está relacionado às competências necessárias para o desenvolvimento dos jogos. Todos os integrantes são estudantes de graduação e com a participação no projeto tiveram a oportunidade de aprenderem na prática como é a construção de um jogo. Eles aprenderam técnicas específicas que precisavam utilizar,

desenvolvendo habilidades técnicas no processo. Consideramos o jogo também como um espaço para a formação de profissionais das áreas específicas.

5.3. Análise dos diagramas elaborados

O exercício teórico-metodológico, de elaborar esquemas representativos e explicativos do conhecimento, tem sido realizado por pesquisadores do Grupo de Pesquisa em Epistemologia da Biologia (GPEB), grupo do qual a pesquisadora faz parte.

Deste modo, primeiramente, ao estruturarmos a presente pesquisa, recorremos aos diagramas para ancorar o pensamento do pesquisador e permitir avanços e correções de rumo. Elaboramos, nesta fase da pesquisa, um diagrama representativo da produção didática (Figura 5), assim como da estrutura da pesquisa (Figura 6), explicitando a coleta e análise dos dados. Dessa forma, as análises nos forneceram elementos sobre diferentes aspectos do ensino do tema biodiversidade, como sua transposição didática nos livros e no jogo elaborado, assim como das concepções dos autores dos manuais didáticos.

Na produção didática, acompanhamos o processo de construção de jogos digitais educacionais. O primeiro diagrama geral elaborado pela pesquisadora para a construção do jogo “Bio Resgate” (Figura 19) representa a concepção de construção da pesquisadora no início do processo, antes do desenvolvimento da proposta.

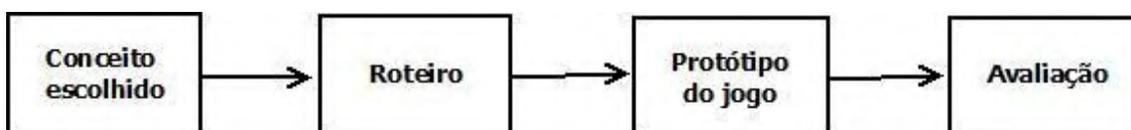


Figura 19. Primeiro diagrama de construção do jogo.

No diagrama (Figura 19), o desenvolvimento do jogo iniciou-se com a escolha do conceito biológico que seria abordado. Em seguida, partindo do estudo do tema o

roteiro seria desenvolvido e resultaria no protótipo do jogo. O protótipo deveria ser avaliado através de sua utilização com o público escolhido.

Depois do início do desenvolvimento do jogo, percebemos que o processo de construção de um jogo digital educativo é complexo e depende de outras etapas para sua construção. Considerando o primeiro diagrama, o Prof. Dr. Wilson Massashiro Yonezawa, que auxiliou este processo de construção do jogo, apresentou um novo diagrama que contempla as etapas desenvolvidas para a elaboração de um jogo digital (Figura 20). Assim, o segundo diagrama elaborado representa o confronto da ideia geral da pesquisadora com a construção do jogo e também com a proposta do professor.

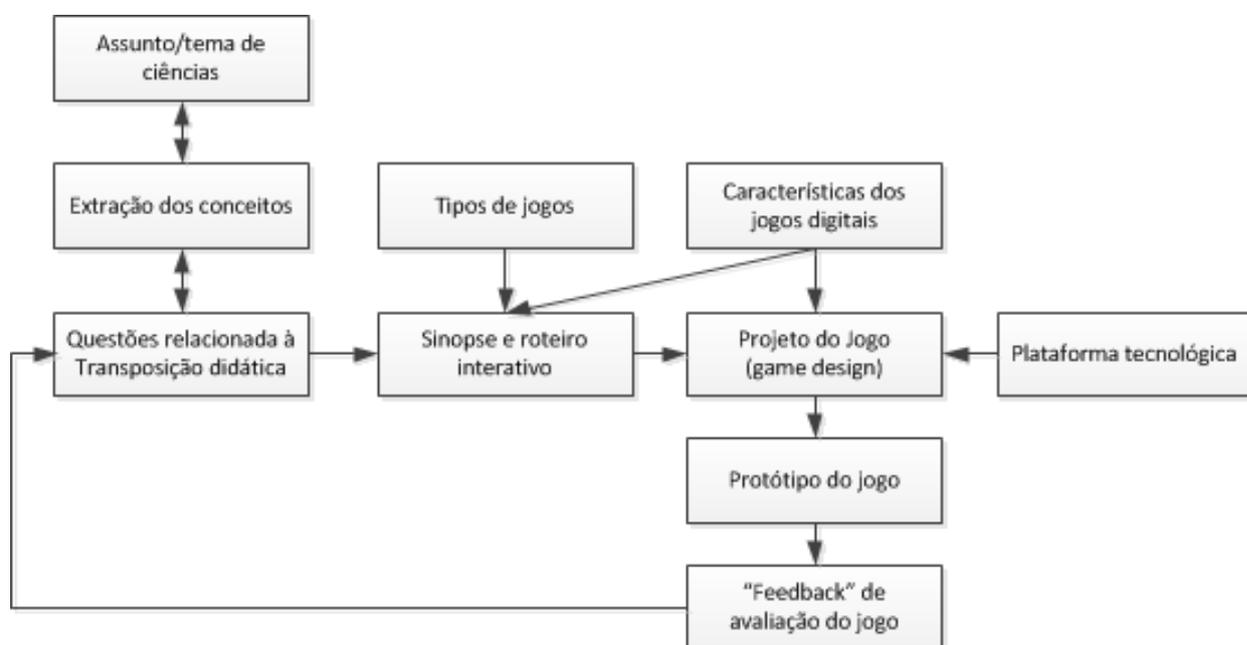


Figura 20. Segundo diagrama de construção do jogo.

Neste diagrama, o processo tem início com a definição da área e escolha do tema. Segue-se a extração dos conceitos, ou seja, a escolha ou seleção dos conceitos científicos que serão tratados no jogo. A transposição didática é a etapa mais crítica do processo, uma vez que neste momento são assumidos os compromissos e tomadas as decisões sobre como apresentar e trabalhar os conceitos científicos escolhidos. Neste ponto, deve-se garantir um equilíbrio adequado entre os conceitos e a forma como os mesmos são apresentados, um equilíbrio entre o superficial demais e o complexo demais, garantir que os conceitos não sejam encobertos ou deixados de lado pelo

restante do jogo. Cuidados com falhas na forma como os conceitos podem ser compreendidos pelos alunos são cruciais. A fase de sinopse/roteiro determina ou norteia o tipo de jogo e como os conceitos serão tratados.

A seguir, o processo segue por um caminho mais técnico, em que se define a plataforma do jogo, isto é, a plataforma tecnológica do jogo. Nesta etapa serão respondidas perguntas como: o jogo será desenvolvido para ser executado no navegador (aplicação Web) ou para ser instalado no computador do usuário? O jogo será executado em dispositivos móveis? Para quais sistemas operacionais, o jogo estará disponível? Um protótipo é o resultado esperado. Este protótipo deve ser avaliado pela equipe formada por educadores, designers gráficos e programadores.

Durante a construção do jogo, percebemos que o diagrama elaborado também não representava todo o processo de elaboração. Assim, o diagrama anteriormente proposto foi reelaborado, visando adequações necessárias, resultando na proposta final da pesquisadora para o processo de construção de jogos digitais educacionais. Este diagrama está representado na Figura 21. Este terceiro diagrama representa o diagrama proposto pela pesquisadora após o desenvolvimento de todo o processo.

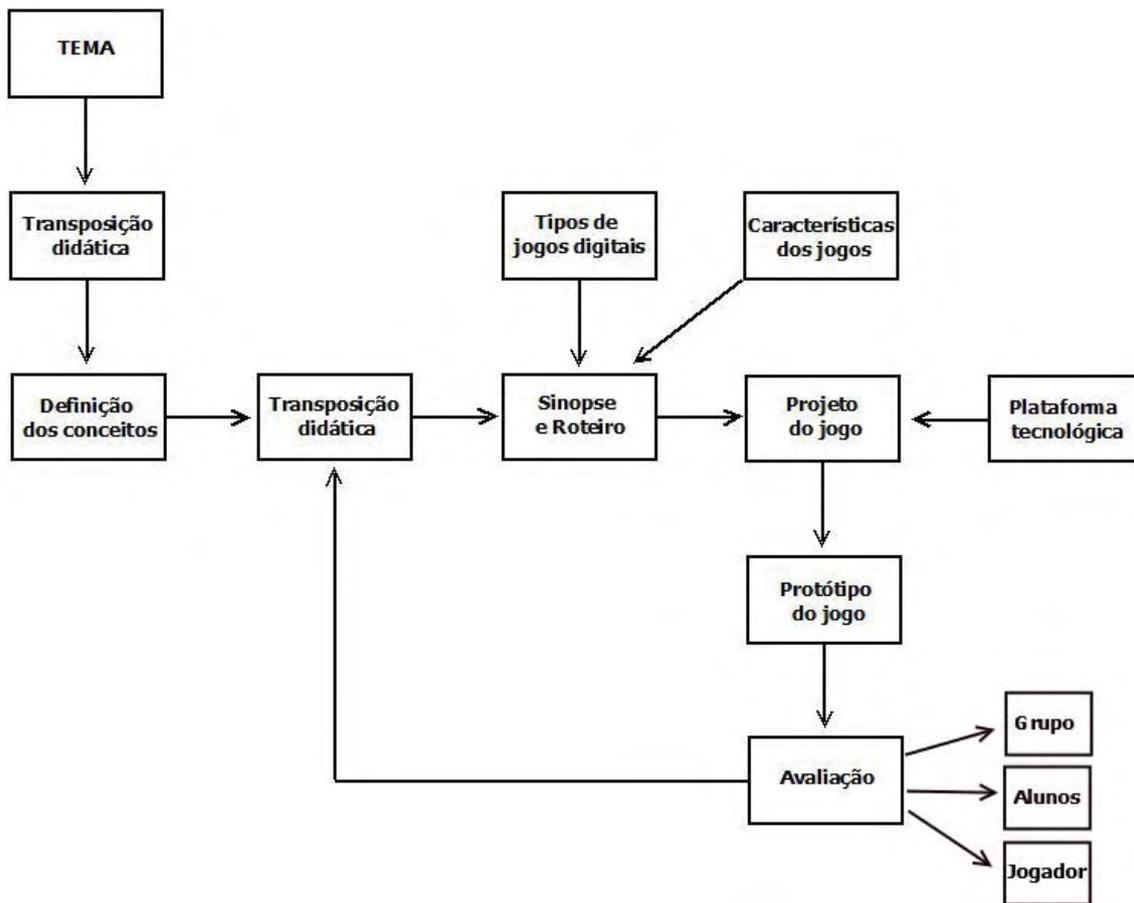


Figura 21. Proposta final para a o processo de construção de jogos digitais educacionais.

O processo começa pela escolha do tema, o conteúdo que será abordado no jogo. Este tema está previsto nos documentos oficiais, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs). Partindo do tema, definem-se os conceitos que serão contemplados, os aspectos mais relevantes do conteúdo necessários para a compreensão do tema. Neste ponto, temos a primeira transposição didática, é a decisão do que será abordado. Para a elaboração da sinopse e do roteiro temos o segundo momento de transposição didática, partindo dos conceitos previamente definidos define-se como serão trabalhados no jogo.

Como citado anteriormente, na elaboração do jogo digital educativo a transposição dos conteúdos é a etapa que precisa de mais cuidado, pois todos os compromissos assumidos neste ponto servem de guia para a construção de um projeto do jogo (*game design*) consistente, livre de erros conceituais, adequado a faixa etária do

público alvo garantindo, potencialmente, situações que possibilitem a aprendizagem real do tema pelos alunos jogadores.

Na fase de sinopse e roteiro, temos também as decisões do tipo de jogo mais adequado para alcançar os objetivos didáticos traçados, considerando as características existentes em cada tipo de jogo.

Com o roteiro finalizado e o tipo de jogo definido é possível, além de elaborar o projeto do jogo, definir a plataforma tecnológica que será utilizada para o seu desenvolvimento. Estes esforços resultam em um protótipo que deve ser analisado, retomando a abordagem do conteúdo, ou seja, uma investigação de como foi efetivamente transposto o tema escolhido.

A avaliação do jogo deve acontecer em três etapas, a primeira como revisão pelo próprio grupo que o desenvolveu. Em seguida a avaliação por profissionais da área de jogos. E a avaliação é finalizada com a utilização do protótipo por um grupo de alunos, analisando como os alunos entendem e aprendem os conteúdos em um jogo educativo, com o intuito de corrigir possíveis falhas ocorridas no processo.

6. CONCLUSÕES

De acordo com as análises realizadas na referida pesquisa, considerando que apontamentos pertinentes foram realizados no decorrer das mesmas, explicitamos nossas conclusões em diferentes eixos.

Em relação ao ensino do tema biodiversidade:

- A biodiversidade é um tema importante para discussão no Ensino Médio. Apesar de ter sua importância reconhecida, os trabalhos sobre o ensino de biodiversidade ainda são escassos.
- O tratamento do tema nos manuais didáticos analisados ainda é insuficiente, pois coleções aprovadas no PNLD não apresentam a biodiversidade como tema para discussão com os alunos do Ensino Médio. A transposição didática do conceito, nos livros que trazem a discussão, em alguns casos, se distancia muito do conhecimento científico de referência, o que torna a abordagem do tema muito superficial, insuficiente para promover discussões consistentes com os alunos. Esta análise reafirma uma questão muito discutida, o manual didático não pode ser o único material utilizado pelos professores, o que ainda acontece em muitas escolas brasileiras. Também, que novos materiais de apoio ao ensino de conceitos biológicos precisam ser formulados, complementando a abordagem presente nos livros didáticos.
- O modelo KVP mostra-se como ferramenta interessante na análise das concepções dos autores dos manuais contribuindo para a compreensão das abordagens encontradas nos manuais didáticos analisados.

Em relação à experiência de desenvolver um material didático em mídia digital:

- As potencialidades oferecidas pelas TICs devem ser aproveitadas no ensino de Biologia com intuito de ampliar a discussão de temas como a biodiversidade, pois possibilitam a participação mais ativa dos alunos no processo educativo.

- A construção de um jogo digital educativo corresponde a um processo com dificuldades técnicas e didáticas. A elaboração do jogo educativo “Bio resgate” possibilitou-nos compreender a complexidade na proposição de outras formas de ensinar e aprender considerando um cenário mediado pelas novas mídias digitais. A construção de um roteiro que equilibre diversão e conteúdo demanda muita criatividade e domínio de conceitos científicos. Um dos entraves no processo de construção dos jogos é a formação de um grupo multidisciplinar que consiga interagir, considerando as especificidades de cada profissional.

- O processo de transposição didática de conceitos biológicos para o desenvolvimento de jogos digitais educacionais é complexo. A introdução de novos atores na produção de ferramentas educacionais digitais amplia os problemas que podem surgir na transposição de conceitos, já que estes novos atores responsáveis pelos materiais também precisam ter preocupações didáticas. Pensamos no conceito de uma transposição didática coletiva, pensada pelo grupo em todas as fases de produção das ferramentas educacionais digitais.

- Jogo digital educativo deve ser considerado como mais uma ferramenta disponível para o professor trabalhar conteúdos, mas não é superior ou inferior a outros materiais. Estas ferramentas educativas devem ser consideradas como tal quando devidamente mediadas pelos professores e, desse modo, o desenvolvimento deste material reafirma a importância do papel do professor. A proposta é de um material que propicie situações de aprendizagens aos alunos. Contudo, o jogo precisa ser utilizado dentro de um contexto maior, atrelado a outras discussões pertinentes mediadas pelo professor, à leitura de textos, às intervenções do professor por meio de questionamentos direcionados aos alunos-jogadores, entre outros.

- A utilização de tecnologias não é a solução dos problemas educacionais. Entendemos que a utilização dos jogos digitais no contexto escolar não se configura como a solução dos problemas motivacionais dos estudantes, mas sim uma das maneiras de utilizar as novas tecnologias da informação e comunicação, direcionando esse uso ao espaço escolar em situações desafiadoras e interessantes para os alunos.

- A inserção de tecnologias no ensino de Ciências precisa considerar a formação inicial e continuada do docente, já que muitos professores não estão preparados para utilizar, de maneira satisfatória, os recursos tecnológicos disponíveis.

Em relação à elaboração de diagramas ao longo processo de investigação:

- A utilização de diagramas para representar as ações durante a pesquisa se mostraram eficazes e importantes na compreensão da evolução da pesquisadora no processo de investigação.

- Os diagramas elaborados para a construção dos jogos digitais educacionais representam o caminho percorrido pelo grupo multidisciplinar. O diagrama final proposto pela pesquisadora pode representar um esquema geral para ser aplicado no desenvolvimento de outras propostas educativas que tenham os mesmos objetivos.

Finalmente, destacamos que novas pesquisas precisam considerar a educação para a conservação da biodiversidade e que as Tecnologias da Informação e Comunicação precisam ser entendidas como recursos didáticos, e dessa forma, estudados e avaliados para que possam ser utilizados de forma mais adequada por professores e alunos nos diferentes níveis de ensino.

REFERÊNCIAS

ABIMBOLA, I. O.; BABA, S. Misconceptions & alternative conceptions in science textbooks: the role of teachers as filters. **The American Biology Teacher**, v. 58, n. 1, pp. 14-19, 1996.

AIRES, L.; AZEVEDO, J. Contributos teórico-metodológicos para a análise de comunidades virtuais de aprendizagem. In. PASSARELLI, B.; AZEVEDO, J. (Org.) **Atores em rede: olhares luso-brasileiros**. São Paulo: Editora SENAC, 2010.

ALVES FILHO, J. P. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. **Caderno catarinense de ensino de Física**, v.17, n.2, p.174-188, 2000.

ASTOLFI, J. P.; DEVELAY, M. **A didática das ciências**. 2. ed. Campinas: Papirus, 1991.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1988. 226 p.

BARMAN, C. R.; MAYER, D. A. An analysis of High School students' concepts & textbook presentations of food chains & food webs. **The American Biology Teacher**, v. 56, n. 3, pp. 160-163, 1994.

BASTOS, F. O conceito de célula viva entre os alunos de segundo grau. **Em Aberto**, ano 11, v. 55, p. 63-69, 1992.

BEATRIZ, I.; JODEILSON, M.; ALVES, L. A crescente presença da narrativa nos jogos eletrônicos. In: **Anais do VII Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment**, Rio de Janeiro, 2009.

BEGON, M.; TOWNSSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. 4ª edição. Porto Alegre: Artmed, 2007. 740p.

BERTONI, B. W. **Propagação, variabilidade genética e química de *Zeyheria montana* Mart.**, 2003, 165f. Tese (doutorado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal, 2003.

BITTENCOURT, J. R.; GIRAFFA, L. M. M. A utilização do Role-Playing Games digitais no processo de ensino-aprendizagem. **Technical Reports Series**, n. 31, set. 2003.

BIZZO, N. Reflections upon a national program assessing Science textbooks: what is the importance of content in Science education? **Ioste symposium**, 10, p. 710-720, 2002.

BRAGA, J. M. **Aventurando pelos caminhos da leitura e escrita de jogadores de role playing game (RPG)**. Resumo da dissertação de mestrado defendida no Programa de Pós-Graduação de Educação da UFJF, 2000.

BRANDO, F. R. **Proposta didática para o ensino médio de Biologia: as relações ecológicas no cerrado**. 2010. 221 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – UNESP, Faculdade de Ciências, Bauru, 2010.

BRANDO, F. R. *et al.* Ensino de Ecologia: dificuldades conceituais e metodológicas em alunos de iniciação científica. In: Ana Maria de Andrade Caldeira (Org.). **Ensino de ciências e matemática II**: temas sobre a formação de conceitos. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009, v. II, p. 13-31.

BRANDO F. R.; MIANI C. S.; HATAKEYAMA R.; CALDEIRA A. M. C. Didactic transposition in the elaboration of a digital material about the concept of ecological succession. Resumo, 2011. In: **Anais do 9º International ESERA Conference**, Lyon, França, setembro, 2011.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio) - Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, 2000.

CABALLER, M. J.; GIMÉNEZ, I. Las ideas del alumnado sobre el concepto de célula al finalizar la educación general básica. **Revista eletrónica Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 1, p. 63-68, 1993.

CAMPANARIO, J. M.; MOYA, A. Cómo enseñar Ciencias? Principales tendencias y propuestas. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 17 n. 2, p. 179-192, 1999.

CARVALHO, A. M. P. et al. Pressupostos epistemológicos para a pesquisa em ensino de ciências. **Cadernos de Pesquisa**, v. 82, p. 85-89, 1992.

CARVALHO, G. **Biology, Health and Environmental Education for better Citizenship**. STREP CIT2-CT-2004-506015, European Commission, Brussels, FP6, Priority 7, 2004.

CARVALHO, G; CLÉMENT, P. Projeto “Educação em biologia, educação para a saúde e educação ambiental para uma melhor cidadania”: análise de manuais escolares e concepções de professores de 19 países (europeus, africanos e do próximo oriente). **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 7 n. 2, p. 1-21, 2007.

CARVALHO, G.S. A transposição didáctica e o ensino da biologia. In: CALDEIRA, A.M.A. e ARAUJO, E.S.N.N. (Org.). **Introdução à Didáctica da Biologia**. São Paulo: Escrituras, 2009, p. 34-57.

CHEVALLARD, Y. **La Transposición Didáctica - del saber sabio al saber enseñado**. Psicología cognitiva y educación. Aique, 1991.

CLÉMENT, P. Didactic Transposition and KVP Model: Conceptions as Interactions Between Scientific knowledge, Values and Social Practices. Braga: **ESERA Summer School**, 2006.

COLL, C.; MONEREO, C. **Psicologia da educação virtual**: aprender e ensinar com as tecnologias da informação e comunicação. Porto alegre: Artmed, 2010. 365p.

CONVENÇÃO DA DIVERSIDADE BIOLÓGICA (CDB). **Artigo 2**: Utilização de termos para os propósitos desta Convenção, Brasília, 1992.

DAJOZ, R. **Princípios de Ecologia**. Porto Alegre, Artmed, 2005. 520p.

FONSECA, M. J. C. F. A biodiversidade e o desenvolvimento sustentável nas escolas do ensino médio de Belém (PA), Brasil. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v.33, n.1, p. 63-79, jan./abr., 2007.

GÓMEZ CRESPO, M. A. Ideas y dificultades en el aprendizaje de la química. **Revista Alambique**, n. 7, 1996.

GROOMBNDGE B.; JENKINS M. D. **World Atlas of Biodiversity**. Prepared by the UNEP World Conservation Monitoring Centre. University of California Press, Berkeley, USA, 2002. 340p.

GUIMARÃES, M. D. M et al. A Teoria Gaia é um Conteúdo Legítimo no Ensino Médio de Ciências? **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 3, n. 1, p. 75-108, 2008.

HIERREZUELO, J. MONTERO, A. **La ciencia de los alumnos**, "Su utilización em la didáctica de la Física y Química." Vélez Málaga: Elzevir, 1991.

HÖFFLING, E. M. Notas para discussão quanto à implementação de programas de governo: em foco o Programa Nacional do Livro Didático. **Educação e Sociedade**, São Paulo, v.21, n.70, p. 159-170, abr. 2000.

_____ **A FAE e a execução da política educacional**. 1993. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, UNICAMP, Campinas, 1993.

JOLY, C. A.; BICUDO, C. E. M. **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX**, 7: infra-estrutura para conservação da biodiversidade. Maria Cecília Wey de Brito; Carlos Alfredo Joly - São Paulo: FAPESP, 1999. 150p.

KRASILCHIK, M. Caminhos do ensino de ciências no Brasil. In: **Em Aberto**. Brasília, n. 55, p. 3-8, 1992.

LABURU, C. E. Fundamentos para um experimento cativante. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 3: p. 382-404, dez. 2006.

LÉVY, P. A Revolução contemporânea em matéria de comunicação. **Revista FAMECOS**, Porto Alegre, n. 9, 1998. Tradução de Juremir Machado da Silva.

LOPES, L. M. C.; KLIMICK, C.; CASANOVA, M. A. Relato de uma experiência se sistema híbrido no ensino fundamental: projeto aulativa. In **Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância**. Associação Brasileira de Educação à Distância, v. 1, n. 2, 2002.

MANUEL, J de. GRAU, R. Concepciones y dificultades comunes en la construcción del pensamiento biológico. **Revista Alambique**, n.7 p. 53-63, 1996.

MAYR, E. **O Desenvolvimento do Pensamento Biológico**. Brasília: Ed. UNB, 1998. 1107 pp.

MEGID NETO, J.; FRANCALANZA, H. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003.

MEGLHIORATTI, F. A. **História da construção do conceito de evolução biológica**: possibilidades de uma percepção dinâmica da ciência pelos professores de biologia. 2004, 272f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2004.

MEGLHIORATTI, F. A.; et al. A integração conceitual no ensino de biologia: uma proposta hierárquica de organização do conhecimento biológico. In: AUTOR; ARAUJO, E. S. N. N. (Orgs.). **Introdução à Didática da Biologia**. São Paulo: Escrituras, 2009, p. 208-226.

MELLO, A.; BORGES, R. M. R. Concepções de alunos e reflexões didáticas sobre a origem dos seres vivos e a evolução biológica. In. **Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)**, Florianópolis, 2007.

METZGER, J.P. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica**, v. 1, n. 1, 2001.

METZGER, J. P.; CASSATI, L. Do diagnóstico à conservação da biodiversidade: o estado da arte do programa BIOTA/FAPESP. **Biota Neotropica**, v. 6, n. 2, maio 2006.

MOTOKANE, M. T.; KAWASAKI, C. S.; OLIVEIRA, L. B. Por que biodiversidade pode ser um tema para o ensino de ciências? In: MARANDINO, M. **Olhares sobre os diferentes contextos da biodiversidade**: pesquisa, divulgação e educação. São Paulo: GEENF/FEUSP/INCTTOX, 2010, p. 30-60.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000.

NAZARENO, A. G. **Estrutura e diversidade genética de populações naturais de Ficus spp. (Moraceae) em fragmentos florestais no Estado de São Paulo**, 2009, 107p. Dissertação (Mestrado em Biologia Comparada) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, USP, Ribeirão Preto, 2009.

OCA, de I. C. M.. Que aportes ofrece la investigación mas reciente sobre aprendizaje para fundamentar nuevas estrategias didácticas? **Revista Educación**, v. 19 n. 1, p. 7-16, 1995.

ODUM, E. P.; BARRETT, G. W. **Fundamentos de ecologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 612p.

PALFREY, J.; GASSER, U. **Nascidos na era digital**: entendendo a primeira geração de nativos digitais. Porto Alegre: Artmed, 2011. 352p.

PATTON, M. Q. **Qualitative research and evaluation methods**. 3^a ed. Sage Publications, 2002.

PEDRANCINI, V. D. *et al.* Ensino e aprendizagem de Biologia no Ensino Médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 2, p. 299-309, 2007. Disponível em: <http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen6/art5_vol6_n2.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2012.

POZO, J. I. **Aprendizes e mestres**. A nova cultura da aprendizagem. Trad. Ernani Rosa. Porto Alegre: Artmed, 2002.

_____. **A Solução de Problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

POZO, J. I.; GOMEZ CRESPO, M. A. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. Porto Alegre: Artmed, 2009. 296p.

QUESSADA, M. P.; CLÉMENT, P. An Epistemological Approach to French Syllabi on Human Origins during the 19th and 20th Centuries. **Science e Education**, v. 16, p.991-1006, 2006.

REZENDE, M.; COELHO, C. P. A utilização do role-playing game (rpg) no ensino de biologia como ferramenta de aprendizagem investigativo/cooperativa. In: **Anais do XXV Congresso Nacional de Educação**, 2010.

RPG MAKER VX. **RPG Maker Vx** (Enterbrain©, Inc.) versão 1.01. 2007. Disponível em: <http://www.rpgmakervx.com>. Acesso em 17/08/2011.

SARDINHA, R. *et al.* O que dizem os trabalhos dos anais dos encontros nacionais de pesquisa em ensino de ciências sobre ensino de genética. In. **Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)**, Florianópolis, 2009.

SILVA, D.J.H.; MOURA, M.C.C.L.; CASALI, V.W.D. Recursos genéticos do banco de germoplasma de hortaliças da UFV: Histórico e expedições de coleta. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 2, p. 108-114, 2001.

SILVA, K. F.; SILVA NETO, S. A. O processo de ensino aprendizagem apoiado pelas TICs: repensando práticas educacionais, 2008. Disponível em: http://ketiuce.com.br/TDAE/Artigo_TDAE_Ketiuce2.pdf. Acesso em: 26 abr. 2013.

TAKAHASHI, T. **Sociedade da informação no Brasil**: livro verde. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000. 203p.

TRACANA, R. B. C. **Educação Ambiental no Ensino Básico e Secundário: Concepções de Professores e Análise de Manuais Escolares**. Tese (Doutorado em Estudos da Criança, área de conhecimento de Estudo do Meio Físico) – Universidade do Minho – Portugal, 2009.

UNEP - Secretariat of the convention on biological diversity and united nations environment programme. **Sustaining life on Earth: How the Convention on Biological Diversity promotes nature and human well-being**, 2000, 20p.

VARANDA, E. M. Banco genético da floresta da USP em Ribeirão Preto: resgate de espécies para a recuperação de áreas degradadas. In: **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, 2007, Caxambu, Minas Gerais.

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

VEIGA, R. F. A. Bancos de Germoplasma: Acervos de Bancos de Germoplasma do Estado de São Paulo. In: Joly, C.A; Bicudo C.E.deM.. (Org.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo**. 1 ed. São Paulo: FAPESP, 1999, v. 7, p. 103-109.

ZUZOVSKY, R. Conceptualizing teachers' knowledge about teaching: An advanced course in teacher education. **Studies in Educational Evaluation**, v. 20, n. 3, p. 387–408, 1994.

WILCOX, B.A. In situ conservation of genetic resources: determination of minimum area requirement. In J.A. McNeeley & K.R. Miller (Orgs.), **National Parks, Conservation and Development: The Role of Protected Areas in Sustaining Society** Washington DC, USA: Smithsonian Institution Press, p. 639–647, 1984.

WILSON, E. O. A situação atual da diversidade biológica. In: WILSON, E.O. **Biodiversidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997, p. 03-24.