



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO BRASILEIRA

CÍCERO BANDEIRA LIMA FILHO

APRENDIZAGEM COLABORATIVA MEDIADA PELO *SQUEAK*

FORTALEZA

2013

CÍCERO BANDEIRA LIMA FILHO

APRENDIZAGEM COLABORATIVA MEDIADA PELO *SQUEAK*

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Brasileira da Universidade Federal do Ceará, como requisito à obtenção do título de Mestre em Educação. Área de concentração: Tecnologias Digitais na Educação.

Orientador: Prof. Dr. José Aires de Castro Filho.

FORTALEZA

2013

CÍCERO BANDEIRA LIMA FILHO

APRENDIZAGEM COLABORATIVA MEDIADA PELO *SQUEAK*

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Brasileira da Universidade Federal do Ceará, como requisito à obtenção do título de Mestre em Educação. Área de concentração: Tecnologias Digitais na Educação.

Orientador: Prof. Dr. José Aires de Castro Filho.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Aires de Castro Filho (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Dra. Claudia Cristina Bravo Sá Carneiro
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Simão Pedro Pinto Marinho
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências Humanas

L698a Lima Filho, Cícero Bandeira.
Aprendizagem colaborativa mediada pelo squeak / Cícero Bandeira Lima Filho. – 2013.
112 f. : il., enc. ; 31 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação Brasileira, Fortaleza, 2013.
Área de concentração: Tecnologias digitais na educação.
Orientação: Prof. Dr. José Aires de Castro Filho.

1. Ensino auxiliado por computador. 2. Estratégias de aprendizagem. 3. Título.

CDD 373.224

Dedico este trabalho à minha família (minha irmã Luciana, minha mãe Lúcia e meu pai Cícero). A ele (a)s que são meu porto seguro, expresso profundo agradecimento pelo apoio incondicional em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, fonte de inspiração, calma e fé.

Ao Prof. José Aires de Castro Filho, meu orientador, pelas valiosas orientações, compreensão, tolerância e incentivo nos momentos difíceis.

Aos amigos Tânia Pinheiro, Edisom Eugênio e Paula Patrícia por todo apoio oferecido durante toda trajetória, do ingresso à conclusão.

A amiga Rose Sousa, pela colaboração em vários momentos.

Ao primo Sandro Lima, pela disponibilidade sempre constante.

Às amigas, Mel Lima, Liliane Borges e Nairla Félix pelo apoio e incentivo, de tão grande valor durante este tempo.

Ao André Dantas, pelo apoio profissional, pela generosidade e acolhimento.

Aos colegas de orientação: Jaiane Ramos, Auricélia Silva, Dennys Maia, Ofélia Mesquita, Juscilde Braga e Andrea Pinheiro, parceiros valorosos de estudos colaborativos.

Ao Grupo de Educação Matemática (GPEN) da FECLESC/UECE a todos os seus participantes, companheiros, sobretudo no início desta jornada.

Ao PET de Sistemas de Informação da UFC – Campus de Quixadá, onde a ideia central deste trabalho foi gestada.

A todo(a)s do GEPENCI, especialmente as professoras Claudia Carneiro e Raquel Crossara, pelas dicas valiosas.

Aos colegas do mestrado, Ruani Cordeiro, Tânia Barata, Nara Gomes, Claudia Fontenele, Daniele Kelly, Angelo.

Ao grupo de Formação do UCA do Estado do Ceará.

Ao CNPq, pelo apoio financeiro com a manutenção da bolsa de auxílio.

Minha homenagem (*in memoriam*) ao meu tio Francisco Bandeira Lima, ao primo Domingos Sávio Galvão e amigo Antônio Océlio.

Aos alunos participantes, pela disponibilidade em participar da pesquisa.

Aos professores e núcleo gestor da escola pesquisada, em particular a Erivaldo Barbosa, pela disponibilidade de sempre.

Ao povo de Quixadá, que através do afastamento das atividades profissionais possibilitaram a realização deste sonho.

Mas consegui - em madrugadas de oração - ver que há, instalado na alma, um dispositivo da fé que nos dá "calma no olho do furacão" e a esperança de que tudo sairá conforme uma vontade superior à nossa. Essa conformidade exige condições. A primeira é a consciência tranquila de ter feito tudo o que estava em nossa capacidade de acreditar criando, não só cumprindo as regras, mas dedicando alma e coração.

(Marina Silva)

RESUMO

A presente pesquisa é voltada para a área Tecnologias Digitais na Educação. Considerando as diversas dificuldades apresentadas pela educação brasileira, particularmente as relacionadas ao aprendizado das ciências da natureza - segundo revelam avaliações nacionais e internacionais - é necessário propor estratégias metodológicas que se contraponham ao modelo de ensino baseado na transmissão/recepção de conteúdos. O presente trabalho considera que a simples inserção das tecnologias digitais em sala de aula não proporciona os benefícios esperados, o que motivou a utilização de estratégias que favorecessem a colaboração entre os participantes. Realizada em uma escola do município de Quixadá, contemplada pelo projeto Um Computador por Aluno (UCA), teve como objetivo analisar as contribuições de uma intervenção, que utiliza uma proposta metodológica baseada na aprendizagem colaborativa com suporte computacional. Teve como suporte teórico os seguintes autores: Pozo (2009), Mortimer (2000), Driver (1999) e Cachapuz (2011), que tratam da temática e ensino de ciências, além de Vygotsky (2007), Damiani (2009), Colaço (2007), Coll (2010), Torres e Irala (2007), dentre outros, que abordam temáticas relacionadas à aprendizagem colaborativa. O percurso metodológico da pesquisa se deu em duas etapas: inicialmente uma experiência piloto e em seguida a etapa principal, contando com participação de alunos do 3º ano do Ensino Médio. A pesquisa teve abordagem qualitativa, com as seguintes categorias de análise: aprendizagem colaborativa, estudo dos conteúdos de Biologia e aprendizagem mediada pelo *Squeak*. No decorrer da intervenção foram analisados os momentos de interação entre pares e de socialização das produções dos participantes, que se deu a partir da utilização de um aplicativo, que possibilitou a criação de desenhos e animações para representar conteúdos de Biologia. Constatou-se durante este estudo que as situações didáticas criadas pela intervenção ampliaram as interações e que as tecnologias digitais podem oferecer benefícios desde que utilizadas em uma perspectiva colaborativa, oferecendo suporte e problematizando o estudo dos conteúdos de Biologia.

Palavras-chave: Aprendizagem Colaborativa. Ensino De Ciências. Tecnologias Digitais.

ABSTRACT

This research is focused on the area of digital technologies in education. Considering the various difficulties presented by the Brazilian education, particularly related to learning the sciences of nature, reveal national and international assessments is necessary to propose methodological strategies to counter the teaching model based on transmission / reception of content. This paper considers that the mere insertion of digital technologies in the classroom does not provide the expected benefits, which led to the adoption of strategies that would promote collaboration among participants. Held at a school in the municipality of Quixadá contemplated by the project One Laptop per student, aimed to analyze the contributions of an intervention that uses a methodology based on computer-supported collaborative learning. Was theoretically supported the following authors: Pozo (2009), Mortimer (2000), Driver (1999) and Cachapuz (2011), dealing with the thematic science education, and Vygotsky (2007), Damiani (2009), Colaco (2007), Coll (2010), Torres and Irala (2007) among others, that address themes related to collaborative learning. The methodological approach of the research was performed in two steps: initially a pilot and then the main stage, with participation of students of the 3rd year of high school. The research was qualitative approach, with the following categories of analysis: collaborative learning, study the contents of biology and learning mediated by Squeak. During the intervention the moments of peer interaction and socialization of the productions of the participants who took from the use of an application that enabled the creation of drawings and animations to represent some of the contents were analyzed Biology. It was noted during this study that the didactic situations created by the intervention increased interactions and that digital technologies offer benefits provided it is used in a collaborative perspective that supports and problematizes the study of curricular content.

Keywords: Collaborative Learning. Science Education. Digital Technologies.

LISTA DE FIGURAS

Figura - 1	Ilustração dos procedimentos metodológicos da pesquisa.	19
Figura – 2	Albert Einstein	59
Figura – 3	Tela do Squeak	76
Figura – 4	Desenho criado pelos estudantes para representar cadeia alimentar	83
Figura – 5	Desenho criado para representar o fluxo de energia na cadeia alimentar	93
Figura – 6	Animação criada para representar o ciclo do carbono	94
Figura - 7	Animação criada para representar o ciclo do carbono, contendo os recursos utilizados	102

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	21
2.1	Aprendizagem colaborativa	21
2.1.1	<i>Pressupostos</i>	22
2.1.2	<i>Utilização de instrumentos</i>	24
2.1.3	<i>A linguagem</i>	26
2.1.4	<i>A Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP)</i>	29
2.1.5	<i>Caracterização da aprendizagem colaborativa</i>	32
2.1.6	<i>Aprendizagem colaborativa no contexto escolar</i>	34
2.1.7	<i>Mediação das situações didáticas</i>	35
2.1.8	<i>Dificuldades para colaborar</i>	36
2.2	As TIC na Educação	36
2.2.1	<i>Aprendizagem Colaborativa com Suporte Computacional (CSCL)</i>	41
2.2.2	<i>A ferramenta Squeak</i>	43
2.3	Ensino de ciências	46
2.3.1	<i>Considerações sobre a importância da educação científica</i>	46
2.3.2	<i>Conteúdos e habilidades em ciências</i>	49
2.3.3	<i>Estudos de Biologia no Ensino Médio: conteúdos e habilidades</i>	54
2.3.4	<i>Dificuldades e desafios ao processo de ensino-aprendizagem de ciências</i>	56
2.3.5	<i>Perspectivas para o processo de ensino-aprendizagem de ciências</i>	61
2.3.6	<i>Estudos correlatos</i>	63
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	66
3.1	Descrição da experiência piloto	66
3.2	Tipo e método de pesquisa	68
3.3	Unidade de análise	69
3.4	O projeto UCA	70
3.5	Sujeitos participantes	70

3.6	Técnica de coleta de dados	71
3.7	Descrição da experiência	71
3.8	Considerações sobre a ferramenta escolhida	76
3.9	Análise dos dados	77
4	RESULTADOS	78
4.1	Aprendizagem colaborativa	78
4.1.2	<i>Dificuldade para colaborar</i>	78
4.1.3	<i>Mediação do professor</i>	81
4.1.4	<i>Aula expositiva como estratégia didática</i>	84
4.1.5	<i>Interação entre pares</i>	85
4.1.6	<i>Contribuições ao processo de ensino-aprendizagem</i>	89
4.2	Estudo dos conteúdos de Biologia	90
4.2.1	<i>Dificuldades ao estudo dos conteúdos de Biologia</i>	90
4.2.2	<i>Contribuições ao processo de ensino-aprendizagem de Biologia</i>	92
4.3	Mediação através do <i>Squeak</i>	101
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	104
	REFERÊNCIAS	108

1 INTRODUÇÃO

[...] *é minha convicção: ou nós comemos e dominamos o saber moderno ou vamos ser recolonizados.*
{Darcy Ribeiro}

O atual cenário da instituição escolar pública brasileira chama atenção por uma série de dificuldades, como os elevados índices de evasão e baixos níveis de aprendizagem, mostrados nos resultados das últimas edições do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica (SPAECE).

Tomando como referência o Programa Internacional para Avaliação de Alunos (PISA) do ano de 2006, que avalia o domínio de competências científicas por parte dos estudantes, o Brasil encontra-se na 53^a posição entre os 57 países participantes. (WAISELFISZ, 2009). Este dado revela que o aprendizado de ciências está muito distante do que se espera.

Diversos fatores podem interferir no processo educativo e determinar seus resultados. Dentre eles é possível destacar as maneiras como as situações didáticas são organizadas e a influência que estas exercem sobre as posturas que professores e alunos adotam nestes momentos.

Desde os primórdios, a Educação Brasileira teve como foco a centralidade no professor, apresentação oral de conteúdos e recepção passiva por parte dos alunos. Organizada a partir das concepções dos Jesuítas - que tinha como características: ensino de caráter verbalístico; exposição de conteúdos; aplicação de exercícios que primavam pela repetição e utilização de prêmios e punições - a educação contemporânea preserva muitas semelhanças com a educação do passado (SAVIANI, 2010).

De acordo com Carraher (2005) o modelo tradicional não é apenas uma concepção filosófica, mas interfere no cotidiano da escola e na maneira como as atividades educacionais são organizadas, o que segundo o autor tem “consequências desastrosas” (*Id*, p. 13).

Segundo as Orientações Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) do Ensino Médio (BRASIL, 2002, p. 11) o fazer pedagógico ainda é caracterizado pela “didática da transmissão” e “pedagogia do discurso”. O referido documento destaca, ainda, que faz parte da tradição escolar a “transmissão desprovida de contexto” e a “resolução de exercícios padronizados”. Desta forma, os professores “são transmissores do

conhecimento, enquanto os estudantes permanecem passivos e a escola resume-se ao local onde a transmissão ocorre” (BRASIL, 2002, p. 10).

O cenário descrito pode estar na raiz dos problemas de aprendizagem observados atualmente, já que contribui para o desenvolvimento de atitudes passivas que não despertam a curiosidade e o gosto pelo aprender, provocando desinteresse e apatia, o que inibe o surgimento de uma postura ativa, reflexiva e autônoma por parte dos estudantes frente aos objetos do conhecimento.

As dificuldades retratadas anteriormente são próprias de diversas áreas do saber. Ao tratar especificamente do ensino de ciências, dentro do qual se situa o ensino de Biologia, foco deste trabalho, identificamos um conjunto de dificuldades pertinentes. Destaque-se o grande desinteresse dos estudantes pelo aprendizado das ciências da natureza (CACHAPUZ, 2011). Ainda que a ciência tenha ocupado lugar de destaque na mídia, graças às suas descobertas e avanços, não foi capaz de despertar no público estudantil o gosto pelo seu estudo.

Constatou-se também a dificuldade dos estudantes para compreender os conceitos científicos e estabelecer uma relação de coerência entre as noções, que são elaboradas no cotidiano, e as explicações oferecidas pela Ciência. Geralmente cada estudante elabora uma “teoria” própria, baseada no senso comum, que lhe fornece uma maneira de compreender a realidade em que está inserido. (POZO; CRESPO, 2009).

Corroborando com a ideia apresentada anteriormente, Lumper e Stave (1995) apontam que os alunos trazem uma série de equívocos relacionados aos conceitos de Biologia. Dentre estes, destaca a concepção errônea de que as plantas se alimentam de produtos externos, ao invés de produzir seu próprio alimento.

Esta realidade, assim como o desejo de superá-la, não é nova. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) é necessário “garantir a superação” de “uma escola que pretende formar por meio da imposição de modelos, de exercícios de memorização, da fragmentação do conhecimento e ignorância de instrumentos mais avançados de acesso ao conhecimento e da comunicação” (BRASIL, 1999, p. 24).

As reflexões apresentadas até aqui ressaltam a necessidade de promover mudanças na educação escolar, ainda baseada em um modelo tradicional que enfoca apenas a transmissão de informações, decorrente de outro momento histórico, que apresentava características bem diferentes do que vivenciamos atualmente.

Na sociedade contemporânea o conhecimento é um bem diferenciado, na medida em que se tornou o motor das inovações e produções científicas. Entretanto, mesmo diante deste cenário em que a sociedade atribui grande valor ao saber científico, a escola apresenta dificuldades em criar oportunidades de aprendizagem mais efetivas. Vivenciamos, atualmente, essa contradição: enquanto a Sociedade da Informação apresenta-se com força, a instituição escolar segue um ritmo lento quando se trata de criar novas formas de lidar com o conhecimento, que sejam mais condizentes com a realidade em que estamos inseridos.

Há um descompasso entre a tradição da instituição escolar e as mudanças proporcionadas pela Ciência e a Tecnologia. Em alguns setores as tecnologias digitais influenciam e provocam alterações substanciais. Na economia, as empresas transnacionais e o comércio eletrônico são evidências destas mudanças. No mundo do trabalho, a automatização da indústria e a crescente exigência por qualificação são exemplos claros deste novo cenário. Em outros, como na Educação, particularmente no universo escolar, os resultados ainda não são tão evidentes.

Mesmo diante de ações governamentais voltadas para a implantação de computadores na escola como o Programa Nacional de Tecnologia Educacional (PROINFO) e do projeto Um Computador por Aluno (UCA) e de diversos estudos no âmbito das universidades e de seus programas de pós-graduação, ainda persistem lacunas a serem investigadas quando se trata de explicitar as contribuições das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) para a Educação. É a partir desta perspectiva que este trabalho se firma.

O interesse pelo estudo desta temática emergiu no decorrer da minha trajetória profissional e como estudante de graduação e pós-graduação. Durante o curso de Licenciatura em Ciências da Natureza, da Universidade Estadual do Ceará, tive o primeiro contato com computadores, onde fui bolsista do laboratório de informática por um breve período. Posteriormente, vivenciei uma experiência de caráter profissional, como instrutor em cursos básicos de informática e outra de caráter acadêmico, que relatarei posteriormente.

A partir destas vivências surgiu um dos primeiros questionamentos: quais as contribuições da utilização das TIC para o processo de ensino e aprendizagem? Esta inquietação desencadeou uma série de reflexões posteriores, que buscavam entender outros aspectos da temática em questão. Este momento remonta à minha participação em um curso de especialização em Informática na Educação, ministrado pela UECE, realizado em 2001. Em seguida, a experiência profissional realizada em laboratórios de informática de escolas estaduais e municipais e como professor substituto, por dois anos, na Faculdade de Educação,

Ciências e Letras do Sertão Central (FECLESC), unidade da UECE em Quixadá me proporcionou a oportunidade de observar e refletir sobre a utilização destes recursos.

Neste período, alguns aspectos despertaram minha atenção e instigaram outras reflexões, a saber: de que maneiras os computadores são utilizados pelos professores? Como as situações didáticas são organizadas nestes momentos? Qual a efetividade das contribuições destes recursos e quais as posturas dos alunos nestas situações?

No ano de 2009, em uma pesquisa realizada por intermédio de um curso de Especialização em Mídias na Educação ofertado pela UFC, constatei a necessidade de aliar o uso de ferramentas tecnológicas a estratégias didáticas, que facilitassem a aprendizagem dos alunos. À época utilizamos a linguagem de programação Logo para facilitar o aprendizado de noções de programação de computadores e conceitos básicos de matemática. A utilização da ferramenta citada foi aliada a estratégias de resolução de problemas nos moldes apresentados por Polya e Dante. (LIMA FILHO, 2010).

Um dos achados mais relevantes do referido trabalho foi a constatação de que a principal contribuição oferecida aos alunos não estava na utilização de um instrumento tecnológico, mas nas estratégias sugeridas pela Resolução de Problemas (POLYA, 1975) que favoreciam a reflexão, a organização de soluções e a busca de respostas aos desafios propostos, além de facilitar o seu entendimento (LIMA FILHO, 2010).

As observações realizadas no decorrer da minha prática profissional, combinadas às leituras de obras de referência, permitiram-me constatar que apenas a presença de computadores em sala de aula não oferece contribuições relevantes ao processo de ensino e aprendizagem. Há sempre o risco de serem utilizados dentro de uma perspectiva tradicional de educação, reforçando o modelo transmissor de informações e mantendo o aluno em uma postura passiva sem incentivá-lo a utilizar os instrumentos computacionais em uma perspectiva criativa.

A utilização de recursos didáticos não é propriamente uma novidade dos tempos atuais. Em 1879, a Reforma Leôncio de Carvalho já previa a utilização de instrumentos como quadro negro, gravuras, objetos de madeira, mapas, diagramas e globos (SAVIANI, 2010). Este fato serve para enfatizar que não basta nos apegarmos ao encanto promovido pela novidade, que tem tendência a ter curta duração, restando-nos o desafio de utilizá-lo para promover situações didáticas em que os alunos tenham postura ativa e gosto pelo aprendizado dos conteúdos curriculares e não apenas pela ferramenta adotada.

Outra constatação é que o computador é visto por parte dos estudantes apenas como objeto lúdico, no qual é possível jogar, acessar redes sociais, etc. Quando se pensa em utilizá-lo no contexto da sala aula ainda é um desafio associar seu uso à aprendizagem prevista nas disciplinas escolares.

As reflexões apresentadas anteriormente indicam que as TIC tanto podem ser potencializadoras, quanto limitadoras (COLL, 2010). Esta proposição nos leva ao pressuposto que a efetividade das contribuições das TIC dependerá da maneira como serão utilizadas, de uma proposta metodológica que proporcione ao estudante postura ativa, de criação e reflexão.

Desta forma desenvolvemos uma proposta metodológica em que um recurso tecnológico será utilizado para dar suporte a estratégias didáticas baseadas na colaboração. Os alunos serão desafiados a exercitar seu potencial criativo e reflexivo através da elaboração de desenhos e animações para representar fenômenos estudados na disciplina Biologia, como a fotossíntese, por exemplo.

A aplicação desta proposta metodológica requer a utilização de uma ferramenta que se ajuste às suas características. Ao conhecer o *laptop* disponibilizado nas escolas contempladas pelo projeto UCA, identificamos um aplicativo, que possui recursos capazes de viabilizar a ação criativa dos estudantes a partir de estratégias colaborativas. Trata-se do ambiente de autoria *Squeak*.

Quando se trata da utilização da ferramenta *Squeak*, há estudos voltados para Matemática, Física (CONN; ROSE, 2003) e Língua Portuguesa (SHÄFFER; SPERB; FAGUNDES, 2011). Porém, são escassos os trabalhos encontrados durante a revisão de literatura que se volta para Biologia.

Este trabalho é direcionado para disciplina Biologia, particularmente para os estudos de Ecologia. Neste momento histórico em que vivemos dominar os saberes advindos desta área adquirem especial relevância. Grandes são os desafios a serem enfrentados pela sociedade diante dos problemas ambientais, como extinção de espécies, do aquecimento global, da excessiva produção de resíduos, da emissão descontrolada de poluentes, dentre outros.

A ciência muitas vezes exerce um papel duplo: ao mesmo tempo em que há avanços importantes em diversos setores, também é preciso levar em conta que o desenvolvimento tecnológico e científico também é responsável pela degradação do meio ambiente. Não há neutralidade na ciência e os direcionamentos que lhe são dados são construções sociais, decorrentes das demandas originadas pela sociedade no momento vivido.

Desta forma, se faz necessário aproximar os saberes da ciência do cotidiano dos estudantes e possibilitar aos mesmos um entendimento das descobertas realizadas até aqui, a fim de que de posse desses conhecimentos possam desenvolver atitudes críticas, mais adequadas ao momento em que vivemos, que requer o cuidado e a preservação do ambiente.

Esta mesma perspectiva é utilizada pelos PCN Ensino Médio da área de Biologia, que afirmam que o ensino dessa disciplina deve desenvolver no aluno habilidades que lhes permitam lidar com informações, compreendê-las, elaborá-las, refutá-las, quando for o caso. Busca-se a partir da aquisição destes conhecimentos despertar no aluno a autonomia necessária para compreender o mundo e nele interferir.

As dificuldades com o aprendizado de ciências relatadas anteriormente a tornam distante do estudante. Esta proposta de trabalho busca aproximar os conceitos de Ecologia do seu universo de entendimentos, buscando superar a visão individualista do processo de aprendizagem.

A carência de pesquisas que investiguem o uso de tecnologias digitais integradas à disciplina Biologia é um fator que justifica a realização deste trabalho, já que é importante compreender como se dá o processo de ensino e aprendizagem desta importante área do conhecimento a partir do suporte de instrumentos como o computador.

Ressalta-se ainda que durante o trabalho realizou-se uma intervenção, em que foram aplicadas estratégias metodológicas baseadas na colaboração. Nessa perspectiva, o computador tem um papel diferenciado de dar suporte à criação e à reflexão dos alunos. Desta forma considera-se importante para a educação escolar e para este campo de pesquisa conhecer as contribuições e dificuldades de uma proposta de integração das TIC ao ambiente de sala de aula em uma perspectiva colaborativa.

Também considero importante destacar o envolvimento com essa área de estudos em função da minha graduação ser em ciências da natureza, com habilitação em Biologia, pela Universidade Estadual do Ceará (UECE), concluída em 1999, fato que me colocou diante de certos questionamentos, por exemplo: o que fazer para despertar nos estudantes o prazer de estudar Biologia?

O caminho percorrido entre as inquietações iniciais, amplas e difusas até o objeto de pesquisa agora formulado, colocou-nos diante das questões apresentadas a seguir, para instigar as reflexões que emergiram durante o desenvolvimento deste trabalho.

- Quais as contribuições de uma proposta metodológica que tem como base a utilização de estratégias colaborativas com suporte computacional para o aprendizado de Biologia?
- Desta pergunta mais abrangente, decorrem outras, mais específicas, que também serviram como norte para a realização da investigação, as quais citamos a seguir:
- Quais as práticas colaborativas que emergem do contexto proporcionado pela intervenção realizada em escola participante do projeto UCA?
- Quais os indícios de que esta experiência interfere sobre o processo de ensino e estudo dos conteúdos de Biologia?
- Quais as contribuições da ferramenta *Squeak* para o estudo dos conteúdos de Biologia?

Com base nessas questões, propõe-se o seguinte objetivo geral:

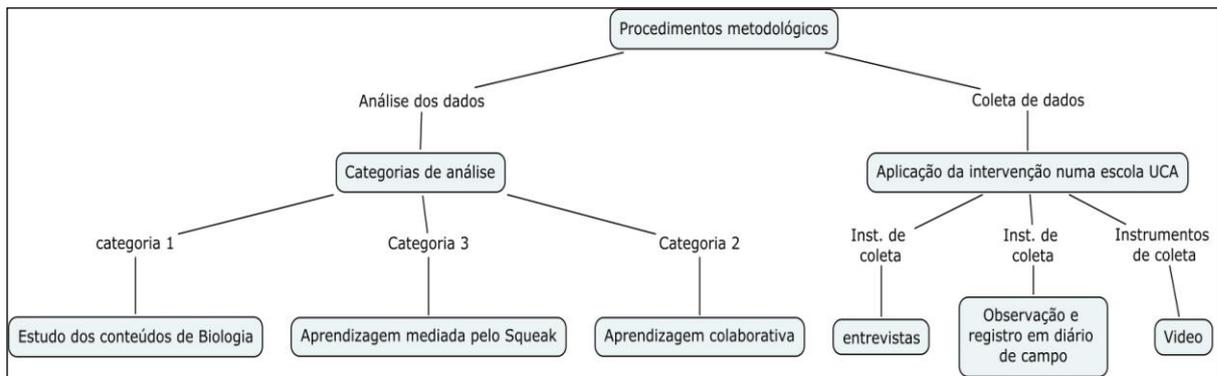
- Analisar como uma intervenção baseada na Aprendizagem Colaborativa com Suporte computacional contribui para o estudo dos conteúdos curriculares de Biologia.

São objetivos específicos deste trabalho:

- Verificar quais as práticas colaborativas que emergem do contexto proporcionado pela intervenção;
- Identificar os indícios de que a proposta metodológica utilizada durante a intervenção interfere no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos de Biologia;
- Identificar as contribuições da ferramenta *Squeak* para o aprendizado dos conteúdos estudados.

O presente trabalho tem abordagem qualitativa, caracteriza-se como uma pesquisa-intervenção e utilizou como instrumentos de coleta de dados observação e registro em diário de campo, realização de entrevistas e registro em vídeo de algumas sessões da intervenção.

Figura – 1: Ilustração dos procedimentos metodológicos da pesquisa.



Interferir sobre a realidade apresentada, propondo reflexões sobre elementos teóricos e práticos que dela fazem parte se constitui um grande desafio, mas ao mesmo tempo pode oferecer relevante contribuição aos problemas educacionais discutidos anteriormente.

O presente trabalho ficou assim distribuído: no segundo capítulo foi abordado o referencial teórico que dá sustentação à elaboração deste trabalho. Foram discutidas neste capítulo as postulações de autores a respeito da aprendizagem colaborativa, partindo dos pressupostos abordados por Lev Vygotsky sobre a origem social do conhecimento, a utilização de instrumentos, a linguagem, a Zona de Desenvolvimento Proximal até a caracterização da aprendizagem colaborativa, contribuições para o contexto escolar, assim como alguns dos fatores que dificultam as ações colaborativas entre estudantes e destes com os professores.

O capítulo seguinte descreve o percurso metodológico adotado no decorrer da realização desta pesquisa. Desenvolvida em uma Escola participante do projeto UCA, a pesquisa realizou uma intervenção com alunos do 3º ano do Ensino Médio. No decorrer das atividades, os participantes foram desafiados a criar desenhos e animações para representar conteúdos da disciplina Biologia, através de aplicativo *Squeak*. A intervenção foi organizada em diferentes momentos: aula expositiva, criação de desenhos e a animações em duplas e socialização das produções.

Foram utilizados como instrumento de coleta de dados: observação e registro em diário de campo, registro em áudio e vídeo e entrevista com estudantes. O foco da análise foi direcionado para os momentos de interação entre participantes a partir de categorias definidas *a priori* como aprendizagem colaborativa, estudo dos conteúdos de Biologia e aprendizagem mediada pelo *Squeak*.

O quarto capítulo deste trabalho descreve os achados da pesquisa, os resultados obtidos a partir da análise dos dados coletados. Nele são descritas as dificuldades para colaborar, o processo de mediação utilizado pelo professor, a análise das interações realizadas entre os pares e as ações colaborativas que surgiram no decorrer da intervenção, interferindo na formulação de novas compreensões acerca dos conteúdos estudados a partir da interação entre os participantes.

Em seguida são descritas as contribuições ao estudo dos conteúdos de Biologia, observados através da capacidade de relacionar diferentes conteúdos disciplinares e destes com situações do cotidiano, do envolvimento e do surgimento de posturas mais ativas dos estudantes. Finalizando o capítulo são apresentadas as reflexões sobre o suporte oferecido pelo aplicativo *Squeak*.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico adotado busca dar suporte às reflexões realizadas a partir da análise dos dados obtidos durante a realização da pesquisa. Foram elencadas preliminarmente três categorias, para as quais foram direcionadas as leituras. São elas: aprendizagem colaborativa, estudo dos conteúdos de Biologia, aprendizagem mediada pelo *Squeak*.

Inicialmente será abordada a temática aprendizagem colaborativa, com ênfase em alguns dos seus pressupostos, caracterização, algumas influências no ambiente escolar e dificuldades para colaborar. As discussões feitas tiveram como suporte autores como Vygotsky (2007), Damiani (2009), Colaço (2007), Torres e Irala (2007), Baquero (2009), Luckin (2010), Colaço (2010), dentre outros.

Em seguida serão discutidas questões relacionadas ao ensino de ciências, com destaque para a importância da educação científica, conteúdos e habilidades em ciências, a Biologia no Ensino Médio além de abordar as dificuldades e perspectivas desta área de estudos. Tomaram-se como referencial teórico os pressupostos dos autores: Pozo (2009), Mortimer (2000), Driver (1999) e Cachapuz (2011), dentre outros.

Por fim, foi abordada a influência das TIC sobre a sociedade contemporânea, a partir do ponto de vista de autores como Castells (2008), Kenski (2007) e Papert (2008) e questões relacionadas à colaboração com suporte computacional a partir dos autores Sthal, Koschmann e Suthers, (2006), Coll (2010), dentre outros, e ainda algumas reflexões sobre a ferramenta *Squeak* a partir das contribuições de Valente (2011) e Silva (2007).

2.1 Aprendizagem colaborativa

Salas de aula em que predominam o silêncio, com alunos dispostos em filas e comportados se constituem possivelmente no objeto do desejo da maioria dos professores. Situações com estas características são consideradas as mais adequadas para que a aprendizagem ocorra por considerável parcela de docentes. A busca por esta aparente “tranquilidade” costuma inibir a participação dos alunos e transformar a sala de aula em um ambiente marcado pela ausência do diálogo.

Contrariando o posicionamento anterior, Freire (2005, p. 90) afirma: “Não é no silêncio que os homens se fazem, mas na palavra, no trabalho, na ação-reflexão”. Nesta perspectiva buscou-se neste trabalho analisar situações didáticas com características

colaborativas, em que os estudantes possuem postura mais participativa, como será tratado nas formulações apresentadas a seguir.

2.1.1 Pressupostos

Ao trazermos para o centro da discussão a temática da colaboração nos remetemos ao educador brasileiro Paulo Freire, que nos chama atenção para a importância do diálogo nas relações humanas. Através da ação dialógica constrói-se o pensamento sobre o mundo que nos rodeia, sobre nós mesmos e sobre o outro. Para Freire (2011, p. 109),

[...] dizer a palavra não é privilégio de alguns homens, mas direito de todos os homens. Precisamente por isto, ninguém pode dizer a palavra verdadeira sozinho, ou dizê-la para outros, num ato de prescrição, com a qual rouba a palavra aos demais. O diálogo é este encontro dos homens, mediatizados pelo mundo, para pronunciá-lo, não se esgotando, portanto, na relação eu-tu.

A importância do diálogo nas relações humanas tem grande destaque na obra de Freire (2011), que considera que o ser humano se constitui como ser social a partir das interações dialógicas que se estabelecem entre os diversos sujeitos presentes num determinado contexto. Desta forma o diálogo é o instrumento de mediação das suas ações no mundo, sua forma de apreendê-lo e também de expressá-lo.

O processo dialógico presente nas relações entre homens e mulheres favorece o compartilhamento de saberes, possibilitando a elaboração e a renovação dos conhecimentos existentes. Essa troca que mais equivale a uma soma vai de encontro à perspectiva do modelo tradicional de educação, que tem como premissa que quem detém certo saber o transfere àqueles que não o possuem.

O diálogo que pode ser observado em diversas situações do cotidiano e/ou nos intervalos das aulas parece não adentrar ao ambiente de sala de aula. Esta ausência evidencia a reduzida participação dos estudantes e a existência de uma relação unilateral, em que prevalece a transmissão de informações pelo professor.

A rigidez da educação tradicional dificulta o surgimento de interações no dia a dia da escola, desafiando o processo de ensino-aprendizagem. A prática do diálogo não prevalece nas posturas de docentes e discentes. Este fato, tão comum nas salas de aula, fez-se presente no decorrer da intervenção e mostrou-se um obstáculo relevante, que exigiu atenção do

pesquisador, demonstrando a necessidade da utilização de estratégias didáticas baseadas em processos colaborativos.

Em busca de realizar uma experiência que utilizasse estratégias didáticas diferentes do formato tradicional, definiu-se a proposta metodológica que norteia a intervenção. Através dela os participantes foram incentivados a dialogar, trocar ideias e se apropriar dos saberes elaborados pela ciência e a partir deles enxergar outras perspectivas de entender e explicar o mundo à sua volta. Considera-se desta forma, que não se trata apenas de acrescentar novos conhecimentos aos já existentes, mas de formular outros pontos de vista da realidade em que está inserido.

Neste sentido Freire (2011, p. 115) ressalta “somente um diálogo que implica um pensar crítico é também capaz de gerá-lo. Sem ele não há comunicação e sem esta não há verdadeira educação”. A ênfase dada ao diálogo, como indispensável ao processo educativo se apresenta como um chamamento soa como uma “convocação” à necessidade de dar voz e estimular a participação dos estudantes no contexto da sala de aula.

A perspectiva adotada por Freire (2011) e a ênfase dada ao processo dialógico como mediador das ações educativas encontra algumas semelhanças em outros autores. Gehlen *et al* (2008) aponta que tanto Freire quanto Vygotsky concebem que a aprendizagem não se dá a partir de um processo memorização mecânica, mas vai além, constituindo-se uma atividade de criação e recriação, sujeita a influências socioculturais, que interferem na cognição dos sujeitos envolvidos. São pontos de convergência entre Freire e Vygotsky, “[...] o papel do professor, a vertente marxista, o diálogo, a concepção do sujeito e educação” (GEHLEN *et al*, 2008, p. 12).

Serão discutidos neste trabalho alguns dos pressupostos da abordagem vygotskiana, que embasam a aprendizagem colaborativa, a saber: a natureza social do conhecimento, as interações que emergem a partir da criação da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), o papel mediador dos sujeitos e instrumentos no contexto do ambiente escolar, além das contribuições de autores mais recentes, como Baquero (2009), Colaço (2007), Coll (2010) e Luckin (2010) que seguem linha de pensamento semelhantes e que acrescentam outras reflexões à Psicologia sócio-histórica.

A Psicologia Sócio-Histórica compreende que a aprendizagem se dá a partir das interações com pessoas e instrumentos presentes no cotidiano. Para este autor, “todas as funções no desenvolvimento da criança aparecem duas vezes: primeiro no nível social e,

depois, no nível individual; primeiro entre pessoas (interpsicológica) e, depois, no interior da criança (intrapsicológica)”. (VYGOTSKY, 1997, p. 57-58).

Ao considerar o caráter social da aprendizagem e o papel das interações na construção de novos saberes emerge, com destaque, o papel do outro como facilitador. A elaboração de novos conhecimentos passa a ser compreendida, pelo autor, não como um ato isolado, mas a partir das inter-relações que se estabelecem em um determinado contexto, adquirindo, portanto, características eminentemente coletivas.

O destaque ao papel do mediador e do mais experiente reforça a importância da atuação do professor no processo educacional, ressaltando que deve fazer parte das suas atribuições a criação de situações didáticas, que estimulem os estudantes ao envolvimento com o processo de aprendizagem. Neste sentido, conforme Góes (1997, p. 13), “atribui-se ao professor um papel de encorajador e facilitador e recomenda-se a intensificação de experiências cooperativas entre parceiros”.

Como organizadora e promotora do processo de aquisição dos saberes científicos, a instituição escolar deve dispor dos diversos recursos disponíveis e usufruir do potencial educacional, que cada um tem, conferindo aos mesmos uma utilização adequada, de forma que possam ampliar o potencial que os aprendizes dispõem em certo momento.

2.1.2 Utilização de instrumentos

Através da interação com instrumentos disponíveis no cotidiano (concretos ou simbólicos) os seres humanos utilizam-se de estratégias de mediação para controlar o seu próprio comportamento. O exemplo clássico de mudar o anel de um dedo para outro a fim de lembrar-se de um compromisso evidencia essa relação, na medida em que procura estabelecer um elo entre um objeto concreto e o pensamento. Corroborando com os pressupostos do autor, Bruner (2008 *apud* Vygotsky, p.9) afirma que “o homem, por assim dizer, é modelado pelos instrumentos e ferramentas que usa, e nem a mente nem a mão podem, isoladamente, realizar muito”.

Nesta mesma perspectiva Vygotsky (2007) ressalta a influência dos objetos externos sobre a memória humana. Quando se dá um nó em um lençol a fim de lembrar-se de um evento ou quando se constrói monumentos para manter viva a memória de determinados acontecimentos ou personagens fica evidenciada a estreita relação entre objetos do cotidiano,

que adquirem um caráter simbólico na medida em que formam vínculos com o pensamento humano.

No contexto da sociedade contemporânea há diversos instrumentos, com as mais diversas características e funções. Produto dos avanços científicos e tecnológicos tais ferramentas também exercem esse papel mediador. O uso desses instrumentos tem especial relevância para este trabalho. De acordo com Coll (2010, p. 17), “as TIC têm sido sempre, em suas diferentes fases de desenvolvimento, instrumentos para pensar, aprender, conhecer, representar e transmitir para outras pessoas e para outras gerações o conhecimento adquirido”.

A perspectiva adotada neste trabalho é que as tecnologias digitais podem adquirir caráter mediador, capaz de dar suporte ao processo de aprendizagem. Mortimer (2000) reconhece a importância desses instrumentos e destaca a necessidade da utilização dos mediadores disponíveis no meio cultural. Neste sentido, tal como Coll (2010, p. 67), “iremos nos apoiar na ideia vygotskiana das TIC como instrumentos psicológicos, como ferramentas de pensamento e de interpensamento”.

A utilização de uma ferramenta digital durante este trabalho buscou ampliar o potencial disponibilizado por instrumentos analógicos. A perspectiva dada ao aplicativo *Squeak* está ligada à criação de objetos para representar conteúdos disciplinares estudados por alunos do 3º ano do Ensino Médio e, desta forma, incentivar posturas mais ativas e reflexivas, tanto individuais quanto coletivas. Neste sentido o seu uso ganha relevância na medida em que oferece recursos que permitem a criação, edição e manipulação de objetos.

Ao tratar o papel da utilização das ferramentas, Bruner (2006, p. 90) destaca:

O que é mais característico em qualquer tipo de utilização de ferramentas não são as ferramentas em si, mas o programa que guia a sua utilização. É neste sentido amplo que as ferramentas possuem sua significação própria como **amplificadores das capacidades humanas** e implementadoras da atividade humana (grifo nosso).

Concordando com as ideias de Bruner (2006) as atividades propostas no decorrer da intervenção desafiaram o potencial criativo dos estudantes ao colocá-los diante da necessidade de encontrar uma solução ao que lhes foi proposto. Neste sentido a ferramenta ganha ares de amplificadores das capacidades humanas, já que possibilitam aos estudantes ir além do que habitualmente poderiam fazer sem o seu uso.

Nesta mesma perspectiva, Mortimer (2000) utiliza o conceito de amplificadores culturais para tratar de instrumentos que são utilizados para dar suporte à construção de saberes. O autor cita como exemplos: apostilas, experiências, atividades, textos didáticos,

dentre outros e ressalta a importância desses mediadores na criação de ambientes que favoreçam o aprendizado. Já que podem ser utilizados em uma perspectiva semelhante e até mais abrangente do que os recursos citados, as ferramentas digitais também podem assumir esse caráter amplificador.

A utilização do aplicativo *Squeak* durante este trabalho está de acordo com os pressupostos apontados pelos autores citados anteriormente. A referida ferramenta foi utilizada na perspectiva de incentivar os estudantes à participação, à reflexão sobre os conteúdos estudados e a explicitação dos seus pontos de vista em cada momento do processo de aprendizagem. A verbalização das diferentes ideias, constatadas nas diversas falas coletadas e representação de fenômenos através de desenhos e animações, ampliou as possibilidades de interação entre os participantes e destes com os objetos de estudo.

2.1.3 A linguagem

Nesta seção serão apresentados diversos aspectos retratados pelos autores no que se refere às relações entre a linguagem e o processo de aprendizagem, considerando os elementos que têm relação com os objetivos deste trabalho.

Ideia central nas formulações de Vygotsky, a linguagem tem papel relevante no desenvolvimento da mente humana. Há uma relação intrínseca entre a fala e o pensamento. Desta forma a linguagem não é apenas expressão do pensamento, mas atua na sua organização. De acordo com Vygotsky (2007, p. 9), “a fala tem um papel essencial na organização das funções psicológicas superiores”.

A linguagem assume a perspectiva de regulação dos processos mentais. Ao utilizar a fala, por exemplo, não se está apenas expressando o que se encontra no pensamento, mas interferindo nele, controlando-o e regulando-o. No contexto de ambientes coletivos essa regulação se amplia ocorrendo a partir das interações entre os diversos participantes. De acordo com Baquero (1998) há reorganização da atividade psicológica a partir das suas interações na vida social. Ainda segundo o autor, um dos traços relevantes da reorganização da atividade psicológica é o “domínio de si, o controle e a regulação do próprio comportamento pela internalização dos mecanismos reguladores formados primariamente na vida social”. (BAQUERO, 1998, p. 32).

Para que esta regulação e interferência mútua no pensamento possam ocorrer é necessário dar voz aos participantes do processo educativo, incentivá-los à comunicação e

expressão, para que através das diversas formas de interação estabelecidas seja possível confrontar pontos de vista e construir consensos que proporcionem novas compreensões dos objetos estudados. Nesta mesma perspectiva, Baquero (1998, p. 39) acrescenta:

A linguagem aparece orientada centralmente para “outro”, mas seu poderoso efeito na formação subjetiva e no desenvolvimento cognitivo está em sua propriedade de poder orientar-se, por sua vez, para o próprio sujeito. Para si mesmo. Curiosamente tal efeito da linguagem sobre si começa na inserção do sujeito em atividades mediadas, em princípio comunicativas. A linguagem incide sobre o sujeito, no começo, por este ser interpelado como sujeito falante, ou potencialmente falante.

Ao destacar a necessidade de participação ativa do estudante no processo de aprendizagem o fazemos em oposição ao modelo de ensino baseado na transmissão de conteúdos. Em um contexto em que predomine a abordagem tradicional de educação prevalece a mera repetição da palavra, que empobrece o processo educacional e impede a apropriação de significados, impedindo a formação do pensamento crítico e da reflexão autônoma. Reiterando a perspectiva anterior, Vygotsky (1934, p. 104) afirma:

A experiência prática mostra também que o ensino direto de conceitos é impossível e infrutífero. Um professor que tenta fazer isso geralmente não obtém qualquer resultado, exceto o verbalismo vazio, uma repetição de palavras pela criança, semelhante à de um papagaio, que simula um conhecimento dos conceitos correspondentes, mas que na realidade oculta um vácuo.

A fim de evitar que o processo de aprendizagem seja apenas baseado na repetição, é necessário criar condições para que os estudantes participem ativamente do processo educacional e a partir da sua ação criativa exerçam a capacidade de reflexão. A intervenção realizada durante a pesquisa propôs a socialização das produções entre os pares. Nestes momentos houve exposição do que foi criado e apreciação dos demais colegas, fato que os colocou diante da necessidade de expressar e compartilhar ideias sobre o processo vivenciado e as produções coletivas.

Embora não seja o foco deste trabalho, considera-se relevante destacar algumas formulações de Vygotsky (1934) relacionadas ao desenvolvimento de conceitos, já que contribuem para elucidar como se dá o processo de aprendizagem. Segundo o autor, o desenvolvimento de conceitos, ou do significado das palavras, pressupõe o desenvolvimento de muitas funções intelectuais, como: “atenção deliberada, memória lógica, abstração, capacidade para comparar e diferenciar” (*Id*, p. 104).

O gesto mecânico de repetir as palavras emitidas pelo professor não é suficiente para elaborar uma compreensão consistente do objeto de estudo que lhes permita extrapolá-lo a ponto de desenvolver novas habilidades. Daí a necessidade de propor situações de aprendizagem problematizadoras, que desafiem o estudante a utilizar os conteúdos estudados para um propósito claro e que lhes pareça útil. De acordo com Vygotsky (1934, p. 67), “a formação de conceitos é um processo criativo, e não um processo mecânico e passivo; que um conceito surge e se configura no curso de uma operação complexa, voltada para a solução de um problema”.

Ao propor aos alunos o desafio de criar desenhos e/ou animações para representar os conteúdos escolares de Biologia tomaram-se como base as premissas defendidas pelos autores citados anteriormente. Estes pressupostos apontam a importância de colocar o aprendiz diante de situações problemáticas, que exijam a busca de soluções e um processo de planejamento. Tudo isso feito de maneira conjunta. De acordo com Vygotsky (2007, p. 12),

[...] o momento de maior significado no curso do desenvolvimento intelectual, que dá origem às formas puramente humanas de inteligência prática e abstrata, acontece quando a fala e a atividade prática, então duas linhas completamente independentes de desenvolvimento, convergem.

No contexto de sala de aula a linguagem é um dos principais instrumentos para gerenciar o processo de ensino-aprendizagem e seus resultados. É a partir do uso da linguagem que se estabelecem as interações que podem ocorrer em diversos momentos, como exposição de conteúdos, discussão de ideias, resolução de problemas, fornecimento de dicas e *feedback* que possibilitem aos alunos postura mais ativa. (MORTIMER, 2000).

É relevante destacar, também, que através da linguagem os estudantes podem explicitar suas concepções acerca das temáticas estudadas em sala de aula, seja através da fala, escrita ou mesmo da criação de desenhos. Neste sentido é imprescindível que os mesmos sejam mais participativos, que lhes possibilite dialogar sobre o que está sendo estudado e não apenas sentar-se e escutar o discurso do professor.

Vygotsky (2007) aponta influências recíprocas entre aprendizagem e desenvolvimento, em uma relação dialética. Através de mecanismos como a linguagem ocorrem interações com os demais membros da cultura, em particular com membros mais experientes. Em decorrência destas interações ocorrem os processos de internalização, dentre os quais se destaca a imitação, que oferece um modelo no qual um dos membros pode tomar como referência para suas próprias ações.

Ressalte-se que não se trata de realizar uma cópia, uma mera transferência. De acordo com Baquero (1998, p. 34), “a internalização não é um processo de cópia da realidade externa num plano interior existente; é um processo em cujo seio se desenvolve um plano interno de consciência”. De um processo inicial em que as posturas do outro servem como referência e que ajudam a superar obstáculos iniciais, que impedem o início da caminhada, se desenvolver uma postura cada vez mais autônoma.

Diante da diversidade de abordagens pedagógicas possíveis de serem adotadas para organizar o processo de ensino e aprendizagem, e diante da expectativa que move grande parte dos docentes, de que suas ações tenham sucesso não se deve perder de vista que é na “dinâmica dos processos interpessoais, nas trocas dialógicas com outras pessoas em torno de objetos, nas instâncias de produção e compreensão da palavra, que o aluno desenvolve o significado desta” (GOÉS, 1997, p. 21).

Nesta perspectiva as diferentes formas de linguagem disponíveis, seja a fala, a escrita ou desenhos devem estar situadas em um contexto coletivo e direcionadas para realização de trocas e criação de um espaço comum de aprendizado, como será tratado a seguir.

2.1.4 A Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP)

Outro conceito relevante abordado por Vygotsky foi o de Zona de Desenvolvimento Proximal. A partir do seu entendimento busca-se clarificar as implicações do trabalho coletivo e os seus possíveis benefícios para o processo de ensino-aprendizagem. Concebida pelo autor como a distância entre o nível de desenvolvimento real que costuma ser determinado através da solução independente de problemas e o nível de desenvolvimento potencial, é determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com parceiros mais capazes.

Tanto o nível de desenvolvimento real, em que as funções psicológicas já estão consolidadas, quanto o nível de desenvolvimento potencial, que abrange as funções emergentes, estão sujeitos às interações entre os pares no contexto do qual participam. Ambos os níveis são criados e transformados nas relações sociais. (GÓES, 1997). Neste mesmo sentido, Vygotsky (2007, p. 103) complementa,

[...] um aspecto essencial do aprendizado é o fato dele criar zona de desenvolvimento proximal; ou seja o aprendizado desperta vários processos internos de desenvolvimento, que são capazes de operar somente quando a criança interage com pessoas em seu ambiente e quando em cooperação com seus companheiros.

Ao ressaltar o papel do outro e do mais experiente o autor chama atenção para a importância do ensino. Para apropriar-se do saber sistematizado, elaborado pelas instituições científicas, as novas gerações necessitam da intervenção do professor, que neste caso assume a perspectiva de mediador, cabendo a ele criar situações didáticas que proporcionem estes aprendizados.

Assumindo esta condição, Vygotsky (2007) destaca a função primordial do processo de ensino-aprendizagem, que é criar zona de desenvolvimento proximal, ou seja, “o aprendizado desperta vários processos internos de desenvolvimento, que são capazes de operar somente quando a criança interage com pessoas em seu ambiente e quando em cooperação com seus companheiros” (*Id*, p. 103).

Outros autores contemporaneamente também discutem o conceito de ZDP. Sem perder a essência do que foi apresentado por Vygotsky, mas promovendo algumas reformulações e/ou acréscimos. Serão apresentados a seguir alguns desses conceitos, destacando as relações que existem com a proposta presente neste trabalho.

Luckin (2010) discute o conceito de ZDP na perspectiva de suporte ou andaimes. A metáfora dos andaimes que auxiliam na construção é tomada para representar a atuação do professor e/ou dos pares mais experientes, que teriam a função de diminuir o grau de complexidade do que sendo apresentado, facilitando seu o entendimento.

Neste sentido, Mortimer (2000) resalta também a importância dos mediadores, como texto didático, apostilas ou experimentos. Nesta mesma perspectiva, o computador e os seus diversos recursos com potencial educacional, podem ser considerados com importantes na criação da ZPD. Nesta mesma perspectiva o autor considera que “a ZDP poderia ser melhor caracterizada como relação através da qual o adulto transfere à criança competência para usar mediadores disponíveis na cultura”.

Para Meira e Lerman (2001), a ZDP é um espaço simbólico de interação e comunicação, onde o aprendizado leva ao desenvolvimento. Não é algo que pré-existe ou um campo de força que precisa ser localizado pelo professor. Pode emergir no contexto de sala de aula a partir das interações dialógicas e dos diversos tipos de assistência oferecido pelo professor ou por outros membros da cultura.

Colaço (2010) reflete sobre o conceito de ZDP a partir das formulações de Meira e Lerman (2001) e a retrata como um espaço simbólico de construção compartilhada. Desta forma, as interações entre pares têm papel de grande relevância sobre o aprendizado, cabendo à escola desenvolver propostas metodológicas que incentivem as interações entre professores e alunos e entre pares de alunos, como forma de potencializar o desenvolvimento da aprendizagem.

Nesta mesma perspectiva Wood (1998) chama atenção para a importância da mediação realizada pelo mais experiente. Ao lembrar a criança de algo, o fazemos por perceber que estas informações são relevantes ao que ela está tentando fazer. Se a criança necessita dividir a tarefa em várias etapas é possível que se distancie da noção do todo. Cabe ao professor sugerir a atenção a aspectos específicos ou chamar atenção para uma visão geral do problema.

Deve-se considerar que um elogio ou reconhecimento, no momento certo, pode dar à criança a confiança e a persistência necessária ao prosseguimento e ao desenvolvimento da tarefa. São tarefas aparentemente simples, mas que expressam a importância do apoio de um adulto e de como elas interferem no desenvolvimento da criança.

Corroborando com a ideia anterior Wood (2008, p. 105) afirma,

Mostrar, lembrar, sugerir e elogiar serve para orquestrar e estruturar as atividades da criança sob a orientação de alguém que seja mais perito. Ao ajudar a criança a estruturar suas atividades, nós a estamos auxiliando a fazer coisas que ela não pode fazer sozinha até chegar o momento que ela se torne tão familiarizada com as exigências da tarefa a ponto de desenvolver perícia local e experimentar as coisas por si só.

De acordo com Torres e Irala (2007), decorre do conceito de ZDP o entendimento que a interação, mediada pela cultura, do aprendiz com o outro mais experiente pode levar o indivíduo a utilizar-se do que foi aprendido durante a ação compartilhada e colaborativa. O que inicialmente é feito no contexto do grupo, com assistência, passa a ser feito de maneira autônoma.

É relevante ressaltar, que diferente do que os autores anteriores tratam, as interações que ocorrem entre os pares e deles com o professor nem sempre se dão sob um clima de harmonia. Há casos onde o conflito marca essas relações. As relações entre adultos e criação podem ser carregadas de tensão (MORTIMER, 2000). De acordo com Góes (1997, p. 23) a “[...] tensão entre os processos de elaboração que se confrontam, ainda que esse confronto possa transcorrer sem desentendimentos ou antagonismos explícitos”.

Ao enfatizar a natureza social da aprendizagem, a influência da linguagem na organização do pensamento, a importância da mediação, destacando a interação entre o mais experiente (na sala de aula, tanto o professor quanto um colega podem assumir esse papel) e o menos experiente, além de retratar a ZDP como um espaço coletivo de construção do conhecimento, Vygotsky aponta os pressupostos da aprendizagem colaborativa, que contemporaneamente é discutida por outros autores que abordaremos neste trabalho.

2.1.5 Caracterização da aprendizagem colaborativa

A respeito da ligação entre os fundamentos da aprendizagem colaborativa e a Psicologia Sócio-histórica, Torres e Irala (2007, p. 83), afirmam,

Baseando-se nessas teorias, pode-se considerar que a utilização de recursos como trabalhos em grupo, o uso de tecnologias comunicativas como bate-papos e outras formas de comunicação em grupo, pode levar ao debate de diferentes ideias e ao desencadeamento de novos conflitos cognitivos. A influência de outros indivíduos, atuando como promotores do crescimento cognitivo de si mesmos e de outrem constituem a espinha dorsal da aprendizagem colaborativa.

Nesta mesma perspectiva, Damiani (2009), reflete que o trabalho colaborativo voltado para ZDP seria um processo que passa da regulação social para a autorregulação, a partir da perspectiva de que o estudante possa realizar sozinho aquilo que antes conseguia apenas fazer em auxílio do outro. De acordo com Colaço (2007, p. 48),

as situações de interação social assumem papel decisivo, pois são concebidas como um espaço simbólico gerador de conhecimentos, de apropriação de significados e de construção de subjetividades; por conseguinte, como promotoras de aprendizagens que impulsionam o desenvolvimento.

Inicialmente é necessário esclarecer o conceito de colaboração adotado neste trabalho. Vários autores dissertam sobre esta temática. Deles, será ressaltado algumas das principais características, que serão abordados a seguir.

O termo colaboração é entendido como uma parceria entre indivíduos que vá além da simples soma de mãos para a execução de um trabalho. Em uma situação colaborativa há soma das mentes dos envolvidos (TORRES; IRALA, 2007). Dilemboug (1996) tem compreensão semelhante, destacando que a colaboração é vista como um processo de manter uma concepção compartilhada do problema.

Enxerga-se nas práticas colaborativas a possibilidade de aprendizagem como decorrente da interação entre os pares que trabalham num sistema de interdependência na resolução de problemas ou na realização de uma tarefa proposta pelo professor, além de engajamento mútuo e esforço coordenado são requisitos característicos. (TORRES; IRALA, 2007). De acordo com Sthal, Koschmann e Suters (2006, p. 3),

A colaboração é um processo através do qual os indivíduos negociam e compartilham entendimentos relevantes à resolução de um problema em questão... A colaboração é uma atividade coordenada e síncrona, resultado de uma tentativa contínua de construir e manter um entendimento compartilhado do problema.

Jeong (1997) considera a aprendizagem colaborativa como um processo de convergência através do qual se pode atingir uma representação compartilhada do objeto de estudo. Espera-se que a partir envolvimento e incentivo à explicitação das ideias favoreçam a co-construção do conhecimento.

Panitz (2003) ressalta que tanto a cooperação quanto à colaboração estão baseados nas premissas da teoria construtivista em que os estudantes têm postura ativa e que a aprendizagem ocorre a partir das interações realizadas entre alunos e professores em um contexto criado para este fim. O diálogo entre alunos ajuda-os a apreciar diferentes perspectivas e o diálogo com o professor possibilita compreender as especificidades da área de estudo para a qual se voltam o processo de ensino-aprendizagem.

Torres e Irala (2007, p. 87) apontam algumas das características da prática educativa colaborativa. São elas o “debate, a discussão, a reflexão individual e coletiva, o exercício da auto e mútua-regulação, da resolução de problemas e de conflitos, da negociação, do consenso, da percepção do outro, e do respeito mútuo”.

Para Damiani (2008) ao trabalharem juntos, os membros de um grupo se apóiam, visando atingir objetivos comuns, negociados pelo coletivo, estabelecendo relações que tendem a não hierarquização, liderança compartilhada, confiança mútua e corresponsabilidade pela condução das ações.

Não há consenso em torno das semelhanças e diferenças dos termos cooperação e colaboração. Autores como Panitz (2003) os tratam como diferentes. Por entender que a diferenciação entre os termos não contribui para atingir os objetivos deste trabalho, os utilizamos como sinônimos, destacando alguns dos pressupostos e a relevância para a aprendizagem escolar.

2.1.6 Aprendizagem colaborativa no contexto escolar

Damiani (2008) descreve alguns dos benefícios das atividades colaborativas, como sendo: 1) socialização e associados a ela o controle dos impulsos agressivos, adaptação às normas estabelecidas e a superação do egocentrismo; 2) aquisição de aptidões e habilidades, incluindo melhoras no rendimento escolar e 3) aumento do nível de aspiração escolar.

Dentre as várias contribuições discutidas por Torres e Irala (2007), destacam-se algumas que tem estreita relação com o presente trabalho, a saber:

- Melhoria na aprendizagem na escola;
- Melhoria das competências e do pensamento crítico;
- Maior capacidade em aceitar a perspectiva dos outros;
- Aquisição de competências para trabalhar com os outros.

Em relação à postura dos estudantes, deve-se atribuir a eles maior participação e responsabilidade com o seu processo de aprendizagem, que possam atuar na perspectiva da solução de problemas e de socialização das soluções encontradas (TORRES; IRALA, 2007). Identifica-se, nas ações realizadas durante a pesquisa, a perspectiva defendida pelos autores citados anteriormente, já que em diversas situações os estudantes foram estimulados a formular estratégias para resolver desafios relacionados à disciplina Biologia.

Tal como Freire (2011) citado anteriormente, Torres e Irala (2007) destacam a importância do diálogo, com o elemento crucial. “[...] da interação dialógica entre indivíduos e intercâmbio de ideias promove o desenvolvimento do sujeito, pois os conhecimentos são socialmente e o sujeito depende da interação social para a construção e validação dos conceitos” (*Id*, p. 91).

De acordo com Damiani (2009, p. 29), “o diálogo grupal permite, da mesma forma, que cada um torne público seu raciocínio, explicita seu ponto de vista, oferecendo aos outros modelos de pensamento que podem ser imitados e mais tarde internalizados”.

Ressalta-se que não há uma negação da importância da aula expositiva. Sua validade é atestada diante da constatação que os conteúdos conceituais abordados em cada disciplina têm as especificidades próprias de cada área do saber e necessitam da exposição do

professor, que sendo especialista pode facilitar a compreensão e aproximar os estudantes desse universo de saberes particular.

Torres e Irala (2007) pontuam que, no contexto escolar, a aprendizagem é colaborativa quando duas ou mais pessoas trabalham em grupos com objetivos comuns, auxiliando-se na construção do conhecimento. Ao professor, não basta organizar a sala em grupos, mas criar condições em que possam ocorrer trocas efetivas entre alunos e destes com o professor. Ao definir a proposta metodológica, que orientou a intervenção aplicada na escola, levou-se em conta tal necessidade, que foi foco de constante atenção do pesquisador.

Sobre a atuação do professor em uma perspectiva colaborativa, Torres e Irala (2007) destacam que deve haver o comprometimento com uma aprendizagem ativa e participativa, diferente dos valores próprios da abordagem tradicional, que tem na figura do professor a centralidade da ação educativa.

2.1.7 Mediação das situações didáticas

Segundo D'Avila (2008, p. 25) o conceito de mediação refere-se a “intercessão ou intermédio” e acrescenta: “significa o que está entre duas partes e estabelece uma relação entre elas”. Afirma, ainda, que a mediação didática “consiste em estabelecer as condições ideais para que a aprendizagem ocorra” (D'AVILA, 2008, p. 39).

Vale ressaltar, porém, que a organização e a condução das situações didáticas são feitas a partir das concepções que orientam as práticas docentes. Segundo Luckesi (2010, p. 30) a pedagogia tradicional é “[...] centrada no intelecto, na transmissão de conteúdo e na pessoa do professor” e a pedagogia tecnicista é “centrada na exarcebação dos meios técnicos de transmissão e apreensão dos conteúdos.”

Durante a intervenção realizada na escola, buscou-se um tipo de mediação capaz de superar o paradigma baseado na transmissão/recepção passiva de conteúdos, baseados nos pressuposto da aprendizagem colaborativa. Segundo D'Avila (2008, p. 91), “a busca do conhecimento corresponde às necessidades da vida social, evocando, assim, as relações interpessoais; logo, um aluno aprenderá mais e melhor se estiver na companhia solidária de outros”.

Nesta mesma perspectiva Masseto (2003, p. 145) apresenta algumas características da mediação: dialogar permanentemente; trocar experiências; debater dúvidas, questões ou problemas; apresentar perguntas orientadoras; orientar nas carências e

dificuldades técnicas e cooperar para que o aprendiz use e comande as novas tecnologias para sua aprendizagem.

De acordo com Torres e Irala (2007), a atuação do professor deve estar relacionada à criação de ambientes adequados, de situações didáticas em que os estudantes possam desenvolver habilidades sociais e cognitivas de modo criativo, a partir das interações estabelecidas com outros.

2.1.8 Dificuldades para colaborar

Graças ao modelo tradicional de educação baseado transmissão/recepção de conteúdos e na postura passiva dos estudantes, há uma série de dificuldades em estabelecer interações efetivas, baseadas em trocas e compartilhamento de saberes e percursos a serem adotados diante do processo de aprendizagem.

De acordo com Mortimer (2000, p. 328) para proporcionar situações de cooperação em sala de aula,

é necessário que o aluno internalize, como regras do jogo, aspectos como cooperação, respeito mútuo, exposição clara de ideias e abertura para ideias divergentes. Isso não é fácil, tendo-se em vista que o aluno é educado num sistema tradicional que não valoriza esses aspectos e que se centra, principalmente, na ideia de que o erro deve ser evitado e o acerto valorizado.

Uma das causas das dificuldades é a tendência à divisão de tarefas. Ao retalhar a tarefa em pequenas partes - e distribuí-la aos participantes - evita-se o trabalho conjunto, a existência de trocas que podem ser proporcionadas pela interação proporcionada entre os diversos pontos de vista. Adota-se, neste caso, postura criticada por Damiani (2008) que descreve situações semelhantes da seguinte forma: se junta os trabalhos, ao invés de trabalharem juntos.

2.2 As TIC na Educação

Da vinculação entre desenvolvimento científico e tecnológico decorrem grandes mudanças para a sociedade contemporânea e sua influência se estende aos mais diversos setores. Castells (1999) apresenta as características da nova economia. Segundo o autor, ela é informacional, por se basear na capacidade dos agentes econômicos de gerar, produzir e aplicar de forma eficiente a informação baseada em conhecimento. É global, porque o

processo produtivo e seus componentes estão organizados em escala global e é em rede, porque a produção e a competitividade é feita mediante uma interação de redes empresariais.

Fazendo uma retrospectiva dos autores que analisam as características da sociedade contemporânea, Gussi e Wolf (2001, p. 132), apresentam os pressupostos defendidos por Touraine (1971), segundo o qual “a sociedade pós-industrial se caracteriza pelo fato de o desenvolvimento econômico estar mais centrado no conhecimento que na produção, configurando uma nova relação de poder e dos conflitos sociais”.

Nesta mesma perspectiva Gussi e Wolf (2001), apresentam os pressupostos de Bell (1973) sobre o advento da sociedade pós-industrial, que se caracteriza por alterações no espaço e no tempo, graças ao aumento da velocidade dos meios de comunicação, que tem como consequência o aumento da produção e difusão do conhecimento. Desta forma “[...] o conhecimento passa a ser a principal fonte de criação de riqueza [...]” (*Id*, p. 134).

Cada vez mais presentes na sociedade contemporânea, as TIC exercem grande influência sobre os contextos sociais, influenciando-os e gerando novas demandas. De acordo com Castells (1999, p. 30) estamos vivenciando uma “revolução tecnológica concentrada nas tecnologias da informação”, que segundo o autor é “capaz de remodelar a base material da sociedade” (*Id*, p. 30).

Um dos focos deste trabalho é compreender como o uso de um aplicativo aplicado a uma situação didática específica pode contribuir para o processo de aprendizagem dos estudantes de Biologia do Ensino Médio. Desta forma, parte do pressuposto que as TIC têm potencial para oferecer contribuições à educação escolar. Entretanto, é preciso destacar algumas considerações a este respeito.

Ainda é um desafio utilizar as tecnologias digitais em uma perspectiva que supere o modelo tradicional de educação, diante da arraigada estrutura montada na sala de aula, baseada no currículo rígido, fragmentado, conteudista e com hora marcada para começar e terminar de aprender. Entretanto, qualquer ação educacional deve ser pensada a partir dos seus desafios e da necessidade de enfrentá-los. Não se deve subestimá-los; porém, ignorá-los simplesmente também não parece uma atitude apropriada.

Ressalta-se que a simples utilização dos recursos digitais não garante que sejam estabelecidas interações efetivas, sobretudo, quando se trata que comunicar-se com o objetivo de aprender. De acordo com Kenski (2007), um grande recurso tecnológico pode ser utilizado para ensinar de maneira muito tradicional.

Desta forma consideramos relevante apontar alguns contrapontos que temos discutido ao longo deste trabalho. Não basta inserir computadores no ambiente de sala de aula: é necessário que estes sejam utilizados dentro de uma proposta capaz de proporcionar ganhos mais efetivos ao processo de ensino e aprendizagem.

Consideramos que estes instrumentos não podem ser pensados como redentores da educação, capazes de superar, por si mesmos, as dificuldades que a escola enfrenta. Em muitos casos, eles são subutilizados, desperdiçados e os resultados observados não justificam os elevados investimentos financeiros. Outras vezes, são apenas incorporados ao cotidiano da escola, adaptando-os às práticas predominantes, reforçando o jeito de ser da escola e impedindo usos mais criativos (SANCHO, 2006; PAPERT, 2008; KENSKI, 2007).

O potencial educacional das TIC poderá ser desperdiçado se estes recursos forem utilizados apenas para automatizar o processo de ensino, caso se busque dar uma roupagem tecnológica aos métodos convencionais, largamente utilizados atualmente. De acordo com Silva (2010, p. 235), “o computador pode ser adotado em uma sala de aula onde o modelo de comunicação é o falar-ditar, a transmissão e limitar-se a isso”. Nesta mesma perspectiva, Masseto (2000, p. 139) afirma que:

[...] a tecnologia apresenta-se como meio, como instrumento para colaborar com o desenvolvimento do processo de aprendizagem. A tecnologia reveste-se de um valor relativo e dependente deste processo [...] Não é a tecnologia que vai resolver ou solucionar o problema educacional do Brasil. Poderá colaborar, no entanto, se for usada adequadamente, para o desenvolvimento educacional de nossos estudantes.

Há posições e pontos de vista diferentes a respeito do potencial das TIC para contribuir com a educação. Há defensores fervorosos e há céticos quanto ao uso de máquinas no processo de ensino e aprendizagem. Para além das posições extremadas apontadas anteriormente, desde a década de 1980, experiências e estudos tem sido realizados. A seguir apontaremos alguns deles, destacando os resultados.

A respeito do potencial educacional da utilização de ferramentas, Coll (2010) destaca que não é somente a sua apropriação que promover transformações cognitivas, mas o conjunto de práticas que seu uso introduz. E salienta: “o impacto das TIC reside nas práticas dentro das quais elas são utilizadas, no seu papel de mediação das atividades realizadas por meio dessas práticas” (*Id*, p. 60).

Neste sentido buscou-se identificar, na Literatura, o potencial das tecnologias digitais para contribuir com a difícil tarefa de aprender. De acordo com Moran (2000, p. 25),

“conhecer é relacionar, integrar, contextualizar, fazer nosso o que vem de fora [...] conhecer é integrar a informação ao nosso referencial, no nosso paradigma, apropriando-a, tornando-a significativa para nós. O conhecimento não se passa, o conhecimento cria-se, constrói-se”.

O potencial de contribuição das TIC está associado às mudanças nas práticas educacionais, que são oportunizadas a partir da implantação dos recursos digitais no cotidiano escolar. A este respeito Coll (2010) afirma: “não é a mesma coisa considerá-las como uma fonte de informação, como um laboratório no qual experimentar a manipulação de variáveis ou como uma ferramenta para construir conhecimento por meio da interação social”.

A seguir será destacado o que se considera, neste trabalho, como contribuições das tecnologias digitais ao processo educacional: potencializar a comunicação, representar a informação em diferentes formatos, possibilitar a criação de objetos e estimular a colaboração.

De acordo com Coll (2010, p. 76), “as TIC, digitais ou não, somente passam a ser instrumentos psicológicos, no sentido vygotskiano, quando seu potencial semiótico é utilizado para planejar e regular a atividade e os processos psicológicos próprios e alheios”. Nesta perspectiva as TIC podem ser utilizadas como instrumentos mediadores entre três elementos do processo educacional: o professor, os alunos e os conteúdos.

Coll (2010) classifica as TIC a partir diversos tipos de usos possíveis e das concepções pedagógicas nas quais se baseiam. Das cinco possíveis, destaca-se neste trabalho a perspectiva do “uso das TIC como instrumentos mediadores da atividade conjunta desenvolvida por professores e alunos durante a realização das tarefas ou atividades de ensino e aprendizagem” (*Id*, p. 84).

Identificou-se neste caso que as TIC podem ser utilizadas para auxiliar e/ou amplificar a prática do professor, na medida em que possibilita explicar, ilustrar, relacionar, sintetizar e comunicar através de apresentações, simulações ou visualizações. Também podem ampliar a atuação dos alunos que possibilitam a realização de trocas de informações e propostas e identificar resultados.

Situa-se nesta categoria a maneira como os recursos digitais foram utilizados durante as atividades de intervenção realizadas durante a pesquisa. Nelas o laptop educacional possibilitou a utilização do aplicativo *Squeak* para criação de desenhos e animações, amplificando o potencial de atuação do professor e dos alunos, usufruindo-se do potencial das TIC para representar os conteúdos estudados.

Destaca-se o potencial das tecnologias digitais, que podem ser utilizadas para promover comunicação e interação dos participantes do processo educativo. Segundo Silva (2010, p. 199), “as novas tecnologias de comunicação são democráticas, permitem a não passividade do usuário, a criação coletiva e, por isto, **podem** vitalizar a comunicação do sujeito” (grifo nosso).

A comunicação nem sempre se dá a partir da utilização de recursos *on-line*, como ambientes virtuais de aprendizagem, *chat*, *e-mail* dentre outros. Ela pode se dar face a face, como é comum nos ambientes de sala de aula. Neste caso, os instrumentos tecnológicos podem ser utilizados para criar objetos ou representar os conteúdos ou fenômenos estudados. Mesmo nestas situações a comunicação é essencial e deve ser planejada e incentivada. De acordo com Moran (2000, p. 24), “o conhecimento se dá fundamentalmente num processo de interação, de comunicação”.

Outra potencialidade que pode ser explorada no uso das TIC é criação. Há diversos recursos disponibilizados pelas tecnologias digitais, que podem ser utilizadas para dar suporte ao processo criativo, possibilitando ao estudante alterar sua postura diante do processo de aprendizagem, requerendo deles postura ativa. De acordo com Coll (2010, p. 72), “os estudantes posicionam frente às TIC mais como ‘consumidores’ do que como ‘produtores’”.

Para que se aproveitar de maneira mais efetiva, é necessário criar situações didáticas que habilitem os estudantes à criação. Por esta perspectiva, “o aluno não está mais reduzido a olhar, ouvir, copiar e prestar contas. Ele cria, modifica, constrói, aumenta e, assim, torna-se **coautor**”. (SILVA, 2010, p. 228, grifo nosso).

Outra contribuição das tecnologias digitais consiste em utilizá-las a partir de uma abordagem colaborativa, em que estes recursos sejam utilizados para potencializar estratégias compartilhadas, que possam influenciar nos entendimentos que cada estudante possui a respeito do que está sendo estudado. Neste sentido Behrens (2000, p. 106) afirma:

Depreende-se que uma postura cooperativa exige colaboração dos sujeitos envolvidos no projeto, tomada de decisões em grupo, troca e conflitos sociocognitivos, consciência social, reflexão individual e coletiva, tolerância e convivência com as diferenças, responsabilidade do aprendiz pelo seu aprendizado e do grupo, constantes negociações e ações conjuntas e coordenadas.

Na década de 1980, a utilização do ambiente Logo, criado pelo pesquisador do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), Seymour Papert, teve grande destaque no Brasil. Esta ferramenta propunha dotar o aluno de um papel mais ativo, em que pudesse

interagir com o computador, implementando soluções e testando resultados. De acordo com Almeida *et al*, (1996, p. 221), a resolução de problemas através das ferramentas disponíveis no Logo, “traz implicações nas representações das estratégias, promovendo o desenvolvimento da capacidade de estruturação do pensamento”.

Em recente trabalho de pesquisa voltado para o contexto do programa Um Computador por Aluno (UCA), Nascimento *et al*, (2011, p. 8) citam como melhorias proporcionadas pelo UCA o “aumento da quantidade de aulas com recursos digitais; aulas de campo; trabalho com projetos e atenção à interdisciplinaridade”.

Referindo-se à utilização de ambientes de autoria *Squeak* em um contexto de sala de aula, Shäffer, Sperb e Fagundes (2011, p. 9) apontam, “resultados mais efetivos em relação à construção do conhecimento e ao desenvolvimento conceitual do aluno quando há mudanças pedagógicas em sala de aula”.

A implantação das TIC nas escolas deve estar associada a mudanças nas práticas docentes e discentes para romper com modelos tradicionais, ainda muito presentes, o que sugere a adoção de novas metodologias que favoreçam o surgimento de posturas mais participativas e colaborativas entre os estudantes.

2.2.1 Aprendizagem Colaborativa com Suporte Computacional (CSCL)

A Aprendizagem Colaborativa com Suporte Computacional (CSCL) afirma que a aprendizagem decorre da "negociação realizada no mundo social e não nas mentes dos indivíduos.” (STHAL; KOSCHMANN; SUTHERS, 2006, p. 10).

Referindo-se à CSCL, Sthal Koschmann e Suthers (2006, p. 10) afirmam que “nenhuma forma de tecnologia, não importando o quanto de inteligência foi aplicada no seu projeto, tem a capacidade de, por si só, mudar a prática”. Para que se proporcionem formas de aprendizado mais enriquecedoras será necessário utilizar os instrumentos a partir de abordagens que promovam ações colaborativas entre os participantes, momentos de trocas, de envolvimento e compartilhamento. Neste sentido, o computador servirá como suporte que possibilitará construção de soluções a problemas específicos de cada área do saber.

O suporte disponibilizado pelas tecnologias digitais pode ser feito de maneira presencial ou on-line. É possível usufruir do potencial de ferramentas da *Web 2.0*, como *blogs*, *wiki* ou de ferramentas específicas disponibilizadas gratuitamente na *web*, como os aplicativos disponibilizados pelo *Google Drive*, que dispõem, dentre outras, de um editor de

textos, através do qual é possível construir textos de maneira compartilhada. Nestes casos as tecnologias viabilizam a comunicação entre os participantes, a troca de entendimentos e criação coletiva.

Quando se trata de situações presenciais os *softwares* podem reproduzir situações concretas através de simulações ou permitir a criação de objetos para representar conteúdos ou fenômenos. Nestes momentos acrescenta-se a assistência do professor e dos colegas mais experientes. Prevalece a fala como instrumento mediador através de questionamentos e demais formas de intervenção.

A respeito da natureza do suporte que é oferecido através da tecnologia, algumas abordagens referem-se a uma divisão da tarefa de uma forma que venha a ser simplificada, facilitando a compreensão do aluno. Outras sugerem a problematização da tarefa, no sentido de desafiar o aluno, provocar nele a reflexão e a capacidade de desenvolver estratégias para solucionar problemas (LUCKIN, 2010).

Quando se trata de oferecer ao aluno uma situação desafiadora o *feedback* oferecido pelo professor terá papel de grande relevância, pois caberá a ele identificar o nível de complexidade da tarefa e ajustá-la às possibilidades dos estudantes. Trata-se de definir o nível de assistência necessário que esteja mais próximo às necessidades dos estudantes (LUCKIN, 2010).

Neste sentido as tecnologias digitais podem ser o meio para explicitar o pensamento dos estudantes. Ao torná-lo visível a si e aos outros, cria-se a possibilidade de refletir sobre suas próprias ideias e compartilhar com os outros. Em situações colaborativas as ideias individuais ganham uma dimensão coletiva, a partir das discussões que se estabelecem (LIPPONEN, 2002).

Em uma situação em que pares de estudantes utilizam-se de uma simulação de física, por exemplo, o que observado na tela do computador funciona como uma representação do real e pode apoiar a negociação de significados e mediar a comunicação entre os estudantes e facilitar a compreensão recíproca (LIPPONEN, 2002).

De acordo com Colaço (2010), a escola é um espaço singular para a construção do conhecimento científico. Entretanto, é necessário organizar as situações didáticas de maneira a favorecer a construção destes saberes, que se dá principalmente a partir de atividades compartilhadas e da possibilidade efetiva de trocas.

É a partir desta perspectiva que este trabalho delinea-se da busca de promover uma intervenção no espaço escolar, que promova a aquisição do saber científico, através de

metodologia que utilize o laptop educacional como suporte às estratégias colaborativas de aprendizagem.

2.2.2 A ferramenta *Squeak*

O *Squeak* foi criado em 1996, por Alan Key e colaboradores no *Viewpoints Research Institute*, nos Estados Unidos. Inspirado nas ideias de Seymour Papert, este aplicativo tem como característica a possibilidade de o aluno criar seus próprios objetos (desenhos e animações, por exemplo). Para Valente (201, p. 84), “o *Squeak*, é um IDE, ou sistema de programação orientado por objetos, inspirado no Logo”. Tem como característica ser livre, de código aberto, baseado em um modelo simples de criação de *scripts* voltados para manipulação dos objetos criados. De acordo com Neves e Mercado (2011, p. 1993),

Squeak é um ambiente de desenvolvimento e de execução da linguagem Smalltalk 80 e do padrão ANSI com diversas características adicionais como som em tempo real, síntese de música, manipulação de imagens, acesso a rede e ferramentas de desenvolvimento em várias áreas de ciência da computação dessa forma caracterizado como ambientes de autoria multimídia. É suportado em diversas plataformas Windows, MacOS, Linux entre outras.

Dentre as características desta ferramenta Silva (2009) destaca que a sua utilização permite programar objetos, explorando o paradigma de arrastar e largar, simulando ambientes reais ou virtuais. Pode conter informação em variados formatos: áudio, vídeo, interatividade, gráficos e animação.

Dentre as suas funcionalidades, Valente (2011) destaca a criação e a manipulação dos objetos criados em tempo real. É possível agarrar um objeto durante o seu deslocamento e movê-lo para outro lugar da tela, passando a ideia que o “objeto está vivo”, uma ideia entusiasmante (*Id*, p. 88).

O *Squeak* ganhou destaque com o surgimento da One Laptop per Child (OLPC) e a criação do portal *Squeklandia* (SILVA, 2009). No Brasil, a proposta da OLPC de disponibilizar *laptops* para crianças ganhou outra perspectiva. Os equipamentos foram distribuídos para escolas a fim de ser utilizado em uma perspectiva educacional. Essa iniciativa foi desenvolvida pelo Ministério da Educação (MEC) e gerenciadas através de equipes vinculadas ao projeto Um Computador por Aluno (UCA).

Disponível entre as diversas ferramentas disponíveis no *laptop* educacional, disponibilizado pelo projeto UCA, o *Squeak* pode ser utilizado na perspectiva de

experimental, analisar, refletir e tirar conclusões. Com o *Squeak*, “o computador passa de uma máquina de obtenção de informação a uma máquina que aprende e nos ensina a fazer o que queremos”. (VALENTE, 2011, p. 86).

A respeito do potencial educacional desta ferramenta, Valente (2011) destaca sua importância para estimular a criança a aprender através da interação e colaboração. Já Silva (2007) destaca a necessidade dos alunos resolverem problemas e tomarem decisões. O fato dos estudantes se envolverem em um processo que requer solução e problemas e tomada de decisão pode se constituir em um fator motivante para os mesmos.

A tela inicial do *Squeak* oferece ao usuário uma tela em branco. Requer a criação de objetos. De acordo com Silva (2007) este software tem uma orientação construtivista, que o diferencia dos demais. Enfoca a necessidade colocar o aluno no centro do processo de ensino-aprendizagem. Para a autora, o conhecimento não se transmite, constrói-se e para isto requer articulação, expressão ou representação do que foi aprendido.

Orientados por estes pressupostos foram criadas, durante a intervenção realizada na escola, situações didáticas em que os alunos foram incentivados a representar os conteúdos curriculares através de desenhos e animações proporcionou-lhes momento ativos e de criação.

Durante este processo foi necessário identificar os diversos elementos que compõem um fenômeno e, ainda, especificar as diversas relações que ocorrem entre eles. Tomando como exemplo a fotossíntese, há componentes como a luz solar, a água, o gás carbônico, a clorofila, o oxigênio e a glicose. Conceber o fenômeno em funcionamento requer que se pense nas diversas interações que ocorrem entre os seus componentes e nos seus resultados, o que pode constituir-se num ganho ao processo de aprendizagem.

Segundo Key (2003, p. 78), “Ciência está em toda a nossa volta e muito dela pode ser revelado meramente em sermos mais cuidadosos sobre o que pensamos estar vendo. Uma das formas de fazer isso é através do desenho”. Desta forma, usufruiu-se da potencialidade do software para estimular os alunos a serem coautores.

A utilização do *Squeak* pode contemplar diversas áreas do saber, como a Física, a Matemática, dentre outras. Neste trabalho, temos como foco o estudo de Biologia. Esta ferramenta mostra-se adequada para trabalhar os conteúdos citados anteriormente na medida em que oferece a possibilidade ao aluno de criar representações para estes fenômenos.

Pozo (2010) afirma a criação de cenários que facilitem a explicitação das concepções que os alunos possuem. Ainda segundo o autor, “essa explicitação implicará num uso CADA vez maior de códigos formalizados, de gêneros cada vez mais dialógicos – ou seja,

nos quais se ouçam e contraponham-se múltiplas vozes em vez de um monólogo estridente , o do professor” (*Id*, p. 134).

Através das representações criadas no *Squeak* o aprendiz expressará os conhecimentos que dispõe sobre um determinado conteúdo ou área do saber. Neste sentido, o computador é o suporte que possibilita a criação de cenários, como citado anteriormente por Pozo (2010), através do qual o aluno materializa suas ideias e abre espaço para trocas de entendimentos e percursos a serem adotados.

A perspectiva que orienta nossa proposta de trabalho é a utilização de uma ferramenta, que ofereça ao aluno a possibilidade de desempenhar um papel ativo, criando objetos que representem fenômenos das ciências da natureza. Este processo se dará em pequenos grupos, de forma colaborativa, como será detalhado mais adiante.

Neste trabalho, os alunos foram desafiados a expressarem suas ideias a respeito das temáticas relacionadas às ciências da natureza, em particular sobre a Biologia. Ao explicitar os conhecimentos de cada um, esperava-se que fosse possível estabelecer um diálogo capaz de favorecer a aprendizagem e minimizar as dificuldades apresentadas em cada conteúdo curricular estudado.

Valente (2011) destaca em sua tese de doutorado alguns dos resultados das atividades mediadas pelo *Squeak*, dentre eles, alunos empenhados com a tarefa. O autor também observou entusiasmo e interações com a professora no sentido de mostrar suas produções, o que mostra uma atitude positiva com a situação didática vivenciada.

Estudo realizado por Silva, Caroline e Melo (2012) a respeito da utilização do aplicativo *Squeak*, aponta alguns benefícios ao processo de aprendizagem de Biologia, a saber: envolvimento com a atividade, entusiasmo e colaboração entre os participantes. Segundo as autoras as animações criadas auxiliam os estudantes a romperem com a passividade e no entendimento de conteúdo, fato observado graças à clareza observada na argumentação dos alunos sobre o conteúdo estudado.

2.3 Ensino de ciências

2.3.1 Considerações sobre a importância da educação científica

No momento histórico em que vivemos a ciência ocupa um lugar central. É ela que fornece as explicações para os principais questionamentos do homem/mulher contemporâneos. De acordo com Mortimer (2002, p. 1), “as sociedades modernas passaram a confiar na ciência como se confia numa divindade”, cabendo a ela as soluções para as demandas que são apresentadas.

Nesta mesma perspectiva, os Parâmetros Curriculares Nacionais (1999) destacam que “neste século presencia-se um intenso processo de criação científica, inigualável a tempos anteriores. A associação entre ciência a tecnologia se amplia, tornando-se mais presente no cotidiano e modificando cada vez mais o mundo e o próprio ser humano”. (*Id*, p. 15).

Na Medicina, a descoberta de novos medicamentos e tratamentos aumentou a qualidade e o tempo médio de vida das pessoas. Doenças foram erradicadas ou controladas, transplantes de órgãos asseguram a continuidade da vida e é possível prever o surgimento de doenças muitos anos antes delas se manifestarem, a partir da análise do código genético.

Apoiada em pesquisas e em conhecimentos de diversas áreas, as ciências médicas promoveram substanciais avanços na luta contra os males que afetam a saúde humana. Corroborando com as ideias anteriores, Castells (1999, p. 95) afirma: “o progresso da engenharia genética cria a possibilidade de ação com novos genes, tornando a espécie humana capaz não apenas de controlar algumas doenças, mas de identificar predisposições biológicas e nelas intervir”.

Ao mesmo tempo em que grandes benefícios são conquistados, a revolução tecnocientífica nos coloca diante de questões de grande relevância. A problemática ambiental emerge com força, dado o agravamento das condições do planeta, das mudanças climáticas e das alterações provocadas em consequência dos desequilíbrios gerados pela utilização demasiada dos recursos naturais. Assim,

Vivemos numa situação de emergência planetária, marcada por toda uma série de graves problemas estreitamente relacionados: contaminação e degradação dos ecossistemas, esgotamento dos recursos, crescimento incontrolado da população mundial, desequilíbrios insustentáveis, conflitos destrutivos, perda da diversidade biológica e cultural. (CACHAPUZ *et al*, 2011, p. 14).

Outras questões também permeiam as discussões do nosso tempo, como a utilização de células-tronco, o aborto, a clonagem, alimentos transgênicos, etc. Tais temáticas são constantemente noticiadas através dos meios de comunicação, como televisão e internet, alcançando milhões de pessoas, que por vezes, não compreendem o significado desses termos e os impactos no dia a dia. Nesta perspectiva, os PCN afirmam,

Questões relativas à valorização da vida em sua diversidade, à ética nas relações entre os seres humanos, entre eles e seu meio e o planeta, ao desenvolvimento tecnológico e sua relação com a qualidade de vida, marcam fortemente o nosso tempo, pondo em discussão os valores envolvidos na produção e aplicação do saber científico e tecnológico. (BRASIL, 1999, p. 15).

As reflexões realizadas anteriormente ressaltam a necessidade da democratização destes saberes indispensáveis a uma participação cidadã, evitando que fiquem restritos ao controle de uma pequena parcela de pessoas. (MORTIMER, 2002) É preciso, portanto, estendê-los à maioria da população, como uma condição essencial da cultura da cidadania. (CACHAPUZ *et al*, 2011).

Mortimer (2002) ressalta ainda que, alfabetizar os cidadãos em ciência e tecnologia, é uma necessidade do mundo contemporâneo, a fim de fornecer-lhes os conhecimentos que irão torná-lo capaz de entender o discurso dos especialistas em ciências, de tomar decisões de maneira mais consistente, de desenvolver capacidade crítica e atuar de maneira mais cidadã.

Nesta mesma perspectiva, Cachapuz (2011) utiliza e discute o conceito de alfabetização científica. Sem desejar aprofundar este conceito, o veiculamos neste momento para enfatizar a necessidade de apropriação dos saberes produzidos pela ciência. De acordo o autor:

A participação dos cidadãos na tomada de decisões é hoje um facto positivo, uma garantia da aplicação do princípio de precaução, que se apóia numa crescente sensibilidade social face às implicações do desenvolvimento tecno-científico que pode comportar riscos para as pessoas ou para o meio ambiente. Tal participação, devemos insistir, reclamam um mínimo de formação científica, que torne possível a compreensão dos problemas e das opções. (*Id*, 2011, p.29).

Quando se trata da Biologia, área de estudos para a qual este estudo se dirige, encontra-se nos PCN+, Orientações complementares ao PCN / Ciências da Natureza (2002), algumas indicações a este respeito. O referido documento reforça a necessidade de compreender e participar dos debates contemporâneos e destaca a importância utilização de alguns conteúdos na perspectiva de “favorecer o desenvolvimento das competências de julgar e elaborar ações de intervenção no ambiente, construir argumentações consistentes para posicionar-se relativamente às questões ambientais.” (*Id*, p. 42).

A aquisição dos conhecimentos científicos não garante o surgimento de uma postura crítica e um posicionamento ético diante das questões apresentadas, já que nem sempre estes saberes são utilizados da maneira mais adequada, nem tampouco os efeitos e os perigos do seu uso são devidamente considerados por seus criadores (CACHAPUZ, 2011). Ao tomar posse desses conhecimentos eles poderão se tornar instrumentos mediadores da formação geral dos estudantes, dando-lhes a possibilidade de ir além da simples memorização de conceitos, fomentando o surgimento de atitudes mais conscientes em relação ao ambiente em que está inserido (TEXEIRA, 2003).

Para tornar possível a “alfabetização científica” é necessário oferecer aos estudantes oportunidades de acesso aos diversos conteúdos. Isto se faz a partir de situações intencionalmente sistematizadas e planejadas para atingir este fim. Embora as informações estejam cada vez mais disponíveis na rede mundial de computadores, o seu processo de apropriação em uma perspectiva de uma formação mais ampla, ainda constitui uma das principais tarefas da instituição escolar.

O acesso aos saberes, advindos da ciência, não acontecerá de maneira espontânea, nem a partir da observação direta dos fenômenos da natureza. Neste sentido caberá a instituição escolar, realizar esta tarefa. (RITTER, 2009). Nesta mesma perspectiva, Fumagalli (1998, p. 16) afirma:

A escola voltou a ser considerada como a instituição social encarregada de distribuir à população um conjunto de conteúdos culturais que nem os grupos primários como a família, os meios de comunicação social ou o desenvolvimento espontâneo da criança na vida coletiva são capazes de transmitir ou de gerar.

Corroborando com as formulações anteriores, DRIVER *et al.* (2009), destacam que a aprendizagem de ciências envolve ser iniciado nas formas científicas de se conhecer e que as ideias científicas necessitam ser validadas pelas instituições culturais da ciência.

Há um conjunto de conteúdos culturais, um *corpus* do conhecimento, sistematizados ao longo da história da humanidade. Torná-los acessíveis aos estudantes faz parte da função social da escola. “O *corpus* de conhecimento das ciências naturais é parte constitutiva da cultura elaborada pelo corpo social, portanto, é válido considerá-lo como conteúdo do conhecimento escolar” (FUMAGALLI, 1998, p. 16).

A respeito dos diversos conteúdos próprios das ciências, considera-se relevante explicitar algumas das suas características, além da importância que ambos possuem e como eles podem ser trabalhados no universo escolar.

2.3.2 Conteúdos e habilidades em ciências

Os saberes a serem ministrados pela instituição escolar devem estar baseados nas metas da educação científica que, segundo Pozo e Crespo (2009), são as seguintes:

- a) Aprendizagem de conceitos e a construção de modelos;
- b) Desenvolvimento de habilidades cognitivas e de raciocínio científico;
- c) Desenvolvimento de habilidades experimentais e de resolução de problemas;
- d) Desenvolvimento de atitudes e valores;
- e) Construção de uma imagem da ciência.

A partir dessas metas, Pozo e Crespo (2009) identifica três diferentes conteúdos concretos do ensino das ciências: conteúdos conceituais, experimentais e atitudinais. Não constitui o foco deste trabalho aprofundar a discussão sobre os tipos de conteúdos citados pelo autor, mas caracterizá-los, fornecendo exemplos para que durante a análise dos dados, seja possível tomá-los como referência.

a) Conteúdos conceituais

Considerados a “menina dos olhos” do atual modelo de ensino, os conceitos perderam seu encanto diante das dificuldades que os estudantes demonstram em compreendê-los e apropriar-se adequadamente deste saber. (POZO; CRESCPO, 2009; CACHAPUZ, 2011).

Do que estamos falando ao nos referirmos aos conteúdos conceituais? A fim de tornar mais claro, Pozo e Crespo (2009) os classificam em três tipos diferentes e em torno deles, trazem algumas reflexões sobre qual deve ser o foco da ação educativa. São eles: dados, conceitos e princípios.

Segundo Pozo e Crespo (2009, p. 78), “um dado ou um fato é uma informação que afirma ou declara algo sobre o mundo”. São exemplos de fatos ou dados, que podem ser aprendidos nas aulas de ciências: a teoria da evolução foi proposta por Darwin; o símbolo do sódio é Na; uma distância de 1 quilômetro equivale a 1000 metros, dentre outros.

A aprendizagem de ciências requer que se utilize uma grande quantidade de dados. Entretanto, quando isto se torna um fim em si mesmo, privilegia apenas a memorização, o que dificulta a sua compreensão. Conhecer um dado, isolado de um contexto que não lhe ofereça sentido, permitirá apenas a sua repetição.

Compreender os dados é conseguir identificar as relações que existem entre eles e outros saberes, isto é, situá-los dentro de uma rede que lhes confira significado. Quando se está nesse estágio, chegou-se aos conceitos. Segundo Pozo e Crespo (2009, p. 82), “uma pessoa adquire um conceito quando é capaz de dotar de significado um material ou uma informação que lhe é apresentada, ou seja, quando “compreende” esse material. Compreender seria equivalente, mais ou menos, a traduzir algo com suas próprias palavras”.

Diante destas perspectivas, Pozo e Crespo (2009) consideram que o processo de ensino-aprendizado assume propostas diferentes quando tem como foco os dados ou os conceitos. De acordo com a perspectiva escolhida, as atividades educacionais tomam formas diferentes.

Não se trata de estabelecer uma relação dicotômica entre as duas perspectivas, pois não é possível abdicar dos dados. Entretanto, torná-los o foco do processo educativo implicará em uma ação docente voltada para transmissão e em posturas discentes voltadas para memorização e repetição. Este fato tem repercussão negativa na motivação e capacidade de compreensão dos estudantes.

Para ilustrar as formulações aqui apresentadas é possível considerar que há substancial diferença em memorizar que a planta utiliza como componentes água e gás carbônico e na presença da luz solar realiza a fotossíntese. Outra perspectiva a ser considerada é que durante o processo de fotossíntese, as árvores absorvem o gás carbônico e que isto interfere nos níveis de poluição da atmosfera. Na segunda perspectiva foi estabelecida uma

relação com algo do cotidiano, com conhecimentos prévios dos alunos, o que amplia as chances de compreensão.

É necessário criar situações didáticas em que os dados adquiram sentido e em que, o contexto nos quais estão sendo trabalhados, possibilite aos estudantes estabelecer relações com outros conhecimentos. Neste sentido, outros conteúdos devem ser levados em conta.

b) Conteúdos procedimentais

Esses conteúdos se referem a um “saber fazer”, aos diversos procedimentos necessários à prática científica, ao aprendizado das ciências. Referem-se também ao conjunto de técnicas e estratégias necessárias à resolução de problemas.

O enfoque na transmissão de conteúdos conceituais, ainda é uma característica predominante do ensino atual, que também privilegia a utilização de técnicas repetitivas, muitas vezes direcionadas apenas para a memorização de conteúdos, sem levar o aluno a pensar em estratégias para solucionar problemas.

Neste sentido, Pozo e Crespo (2009) estabelecem algumas diferenças entre técnica e estratégia. Enquanto a primeira pode resultar em uma rotina automatizada, devido a uma prática repetitiva; já a segunda requer planejamento, tomada de decisão e controle do aluno sobre os passos a serem seguidos.

É possível ressaltar ainda que em um trabalho coletivo e colaborativo a utilização de estratégias se dará a partir das escolhas do grupo que, para tanto, deverão chegar a consensos negociados, muitas vezes partindo de pontos de vista diferentes, o que reforça a possibilidade de refletir e decidir sobre o processo.

Em uma situação de sala de aula, a maneira como o professor organiza as situações de ensino-aprendizado estimulará o uso de uma ou de outra. Se forem utilizados exercícios, que envolvem a prática repetitiva, a tendência dos alunos será a utilização de técnicas treinadas que lhes forneçam o resultado. Se forem utilizados problemas abertos, que requeiram do aluno planejamento e reflexão será necessário algo mais do que a aplicação de uma rotina cega: será necessário enfrentar desafios a partir da formulação de estratégias e de acompanhamento sistemático, campo fértil para reflexão sobre o que está sendo estudado. (POZO ; CRESPO, 2009).

O presente trabalho considera a importância dos conteúdos procedimentais e foi planejado de forma oferecer aos participantes a possibilidade de elaborar soluções para

desafios propostos. A proposta metodológica aqui implementada propôs aos estudantes utilizassem um *software* em que era preciso criar os objetos (desenhos).

No *Squeak* não há objetos pré-definidos, o que torna indispensável à ação dos estudantes para criá-los. Para tanto foi necessário pensar e implementar estratégias que norteassem suas ações e viabilizassem a solução dos desafios. Ao fazer isto em pares, há um ingrediente a mais, que trouxe novas perspectivas e novos elementos à pesquisa.

Ainda sob este enfoque cabe ressaltar que a utilização de recursos digitais pode ter como enfoque tanto a utilização de técnicas repetitivas, quanto podem favorecer a adoção de estratégias de resolução de problemas, que favoreçam a participação ativa, a tomada de decisão e a reflexão.

c) Conteúdos atitudinais

A importância desses conteúdos está relacionada ao enfrentamento de algumas dificuldades retratadas neste trabalho e se constituem em um desafio à educação em ciências. Os professores encontram grande dificuldade para focar as atitudes dos estudantes na sua ação educativa. Ainda que seja uma das principais demandas apresentada pelos docentes, é pouco usual planejar ações nesse sentido: prefere-se direcionar o trabalho apenas para conteúdos conceituais (POZO ; CRESPO, 2009).

São muitas as demonstrações de desinteresse, apatia e desmotivação para com o estudo das ciências da natureza. É também comum observar que as explicações sobre os fenômenos que ocorrem no dia a dia estão baseados no senso-comum e/ou nas diversas superstições e mitos. A predominância dessas atitudes mostra a distância que o pensamento científico está no universo cultural dos estudantes.

Para mudar esse quadro outras posturas são necessárias. De acordo com Pozo e Crespo (2009, p. 43), a “a verdadeira motivação para pela ciência é descobrir o interesse, o *valor* de aproximar-se do mundo, indagando sobre sua estrutura e natureza, descobrir o interesse de fazer-se perguntas e encontrar as próprias respostas”. Desenvolver no aluno essa visão diferenciada poderia mudar a relação que os mesmos têm com a ciência. Para tanto, é necessário um enfoque da ação docente ao despertar de atitudes mais compatíveis com a natureza própria da ciência.

São características da atividade científica atitudes como: o espírito de curiosidade; indagação e autonomia; rigor e precisão; cooperação; interesse pela ciência; tolerância;

respeito pelo meio ambiente; atitude crítica frente os problemas enfrentados pelo desenvolvimento da ciência e a motivação (POZO ; CRESPO, 2009). Situações de ensino-aprendizagem que proponham o desenvolvimento dessas atitudes vão estimular novas relações dos estudantes com a ciência e uma atuação mais responsável na sociedade.

Para que os alunos manifestem as atitudes esperadas pelos professores é necessário criar as condições para elas aconteçam. Neste sentido, Pozo e Crespo (2009, p. 30) afirma que “a forma de organizar as atividades de ensino/aprendizado seleciona e reforça certas atitudes nos alunos”. Se as atividades forem organizadas com foco na ação individual, dificilmente ele aprenderá a colaborar.

Como não faz parte dos hábitos do professor, e muitas vezes não é considerado como parte das suas atribuições, ignora-se a importância desenvolver ações que favoreçam o surgimento da atitude científica. Pozo e Crespo (2009, p. 33) afirma: “queixamo-nos de que os alunos são passivos, mas praticamente não lhes deixamos espaços de participação autônoma”.

Diante da tarefa de despertar no aluno o interesse pela ciência, é necessário estimular surgimento de um autoconceito positivo em relação à ciência, que o faça acreditar que é capaz de aprendê-la, que tenha motivação para aprender pelo prazer da descoberta e não apenas baseadas em recompensas externas, como a nota de uma prova (POZO ; CRESPO, 2009).

Para promover uma experiência educacional, que desperte nos estudantes a motivação para aprender, é necessário propor estratégias didáticas baseadas identificação dos centros de interesse, no trabalho cooperativo, na autonomia e na participação ativa dos alunos. Para alcançar tal objetivo, certamente será necessário promover mudanças nas maneiras como grande parte das atividades escolares são desenvolvidas atualmente. A motivação não é algo que está ou não no aluno, mas na interação social em sala de aula. (POZO ; CRESPO, 2009).

Os autores mencionados anteriormente destacam a importância da ação educacional no contexto escolar não se restringir aos conteúdos conceituais, mas de ampliar sua abrangência levando em conta também conteúdos procedimentais e atitudinais. Esta perspectiva é a mesma adotada pelos PCNs. Dentro do campo específico da Biologia, área escolhida para esta pesquisa, estes documentos apresentam objetivos, temas estruturadores e habilidades considerados relevantes, aos quais destacaremos a seguir.

2.3.3 Estudos de Biologia no Ensino Médio: conteúdos e habilidades

De acordo com os PCN:

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, 1999, p. 15).

Partindo desses pressupostos classificamos os estudos relacionados à Ecologia como dos mais relevantes para o atual momento histórico, em que emergem como grandes desafios, questões relacionadas à poluição atmosférica, sobretudo, nas grandes cidades, ocasionados pela liberação dos gases das indústrias e do grande número de automóveis, dentre outras causas. Outra temática de grande importância é disponibilidade de água para a população e as formas de consumo, além a poluição de rios e reservatórios.

Os estudos relacionados a estes temas, de impacto no mundo contemporâneo, são urgentes e um campo fértil para integrar os diversos tipos de conteúdos mencionados. Estão também inseridos nas sugestões e orientações apresentados pelos PCN para o Ensino Médio, no campo da Biologia. Destacaremos a seguir algumas que tem relação com os objetivos deste trabalho.

De acordo com os PCNs (1999, p. 15) estão entre os objetivos do ensino de Biologia “alguns aspectos que têm a ver com construção de uma visão de mundo, outros práticos e instrumentais para a ação e, ainda aqueles, que permitem a formação de conceitos, a avaliação e a tomada de posição cidadã”.

O documento ressalta ainda a importância de promover um aprendizado ativo, que especialmente em Biologia vá além da memorização de nomes específicos. Para tanto é necessário que os conteúdos se apresentem como problemas a serem resolvidos pelos alunos e cita como exemplo aqueles envolvendo interações entre seres vivos, incluindo o ser humano e demais elementos do meio ambiente. (BRASIL, 1999).

Uma ideia a ser desenvolvida é a de “equilíbrio dinâmico da vida”. A ela estão associadas às diversas formas de obtenção de energia necessária ao metabolismo dos seres vivos e as diversas relações alimentares (cadeia e teias alimentares) que se estabelecem e a interdependência entre as diversas formas de vida (BRASIL, 1999).

Para os PCN (1999) também é importante a analisar a intervenção humana sobre a natureza, julgar os modos como ela se dá, estabelecendo relação entre a intervenção no ambiente e a degradação ambiental, as conseqüências para a saúde humana, entendida como bem-estar físico, social e psicológico.

Dentre as habilidades e competência previstas nos PCNs (1999) destacamos algumas que se relacionam diretamente com a proposta desse trabalho, a saber:

- Apresentar de forma organizada conhecimento biológico aprendido, através de textos, desenhos, esquemas, gráficos, tabelas, maquetes, etc.
- Expressar dúvidas, ideias, conclusões acerca dos fenômenos biológicos.
- Relacionar os diversos conteúdos conceituais de Biologia (lógica interna) na compreensão de fenômenos;
- Reconhecer o ser humano como agente e paciente das transformações intencionais por ele produzidas no seu ambiente.

Os diversos documentos citados anteriormente dão ênfase aos conteúdos e as metodologias que devem ser empregadas no ensino das ciências da natureza e particularmente da Biologia. Entretanto, diversos autores e a observação do cotidiano escolar revelam que a escola ainda se depara com uma série de dificuldades para implementar ações que fujam ao caráter tradicional das aulas e tornem a ciência mais atrativa aos estudantes. Sobre estas questões dedicaremos algumas reflexões a seguir.

A fim de organizar os estudos na área de Biologia, os PCN+ (2002) sugerem a divisão em seis temas estruturadores. São unidades temáticas, dentro das quais estão situados temas de menor abrangência. Dentre estas, o trabalho de pesquisa aqui desenvolvido voltou-se para o primeiro tema estruturador - “Interação entre os Seres Vivos” -, que busca oferecer aos estudantes uma visão sistêmica da vida, da interdependência entre os diversos seres vivos e das relações que se estabelecem entre eles. Leva em conta também a intervenção humana sobre a natureza e as conseqüências sobre e ela e sobre si mesmo.

Ao tratar do primeiro eixo estruturador, a segunda unidade temática - “Os movimentos dos materiais e da energia na natureza” - aponta alguns objetivos que devem ser atingidos. Destacamos dentre eles, aqueles que se alinham diretamente à intervenção desenvolvida na escola, durante a pesquisa e que demonstram a importância das temáticas escolhidas para este trabalho. São eles:

- Identificar as relações alimentares estabelecidas entre os organismos empregando terminologia adequada;
- Representar as relações alimentares, utilizando esquemas apropriados;
- Representar graficamente as transferências de matéria e energia ao longo de um sistema vivo;
- Analisar dados sobre a intensificação do efeito estufa.

Diante da tarefa de prover aos cidadãos da sociedade da informação, esses conjuntos de conteúdos e habilidades a escola se depara com uma série de obstáculos a realização dessa tarefa, cada vez mais ampla e complexa.

2.3.4 Dificuldades e desafios ao processo de ensino-aprendizagem de ciências

Embora ocupe um lugar central na sociedade contemporânea, graças às importantes descobertas em vários setores, como na Medicina e ao desenvolvimento de técnicas e tecnologias que provem soluções para demandas tão diversas, as ciências da Natureza não exercem sobre os estudantes de nível médio interesse suficiente, capaz de motivá-los ao seu estudo.

Pozo e Crespo (2009) nos colocam diante de uma realidade que inspira preocupações. Segundo este autor, “aparentemente os alunos aprendem cada vez menos e têm menos interesse pelo que aprendem” (*Id*, p. 15) Este fato tem causado certa frustração nos professores da área e um sentimento de desassossego diante da constatação que os alunos não aprendem a ciência que lhes é ensinada.

Dentre as razões que tornam a ciência inacessível aos estudantes, Pozo e Crespo (2009) destacam que os alunos não conseguem atribuir significado ao que fazem. Considera inadequado o foco nas atitudes individualizadas e não na colaboração e busca conjunta e afirma ainda que a educação científica é dirigida à transmissão dos conteúdos conceituais, ignorando outros saberes, indispensáveis ao surgimento da atitude científica.

Cachapuz (2011) ressalta este problema e destaca algumas razões para este fato. Segundo o autor, há “crescente recusa dos estudantes para aprendizagem de ciências”. Uma das possíveis causas para o problema apontado “está relacionado com o facto de que o ensino científico – incluindo o universitário – reduziu-se basicamente à apresentação de conhecimentos já elaborados” (*Id*, p. 38).

As dificuldades de compreensão estão muitas vezes relacionadas às concepções espontâneas desenvolvidas pelos estudantes. São conceitos pré-existentes, formados a partir das próprias vivências e baseadas no senso comum. Estes conceitos, consolidados no uso diário tem se mostrado muito resistentes a mudanças (MORTIMER, 2000; POZO, 2009).

Ressalta-se que não se trata de ignorar os conhecimentos prévios trazidos pelos estudantes, mas de reconhecer que são conhecimentos distintos. Os saberes formados a partir da vivência dos estudantes nem sempre estão em consonância com os conhecimentos validados pela Ciência.

Não é objetivo deste trabalho analisar o processo de mudança conceitual, nem mesmo realizar um estudo sobre as concepções alternativas que os estudantes trazem consigo. Entretanto, é relevante destacar a sua interferência sobre o processo de ensino-aprendizagem. Desta forma, qualquer proposta metodológica voltada ao ensino de ciências deve estar atenta ao surgimento dessas formas alternativas de compreensão e explicação dos fenômenos naturais.

Driver (1999) aponta que as crianças não veem problema em considerar a matéria como algo que desaparece, como se não fosse pra lugar nenhum. Quando um tronco de madeira é queimado até ser reduzido a um amontoado de cinzas, parece que só restou aqui e o resto desapareceu.

Mortimer (2000) destaca a dificuldade dos alunos em compreenderem a matéria como algo descontínuo. Para eles não há espaço vazio entre as partículas de matéria. Ignoram o fato das partículas interagirem entre si e fato das propriedades de sólidos, líquidos e gases serem definidas por esta interação. O autor também identificou que os estudantes atribuíam propriedade macroscópicas às partículas, por exemplo, elas podem mudar de tamanho, de forma física ou dilatar-se com o calor.

Lumpe e Staver (1995) constataram em seus estudos, que alunos de variadas idades escolares têm dificuldade de compreender que as plantas produzem seu próprio alimento e que não se utilizam de fontes externas para isto. Conseguem identificar que a água e luz solar são necessários ao processo de fotossíntese, mas não conseguem distinguir de que modo são utilizados e a que servem.

Os alunos enfrentam dificuldades não somente para lidar com conceitos próprios das ciências da natureza, mas para formular e aplicar estratégias de resolução de problemas. Geralmente baseiam-se em técnicas repetitivas para solucionar questões rotineiras, não conseguindo aplicar o conhecimento que adquirem a situações novas. Outras vezes, “fazem

coisas”, mas conseguem explicá-las nem atribuem sentido à sua realização. Este quadro leva à desmotivação e desvalorização desta área de estudos (POZO ; CRESPO, 2009).

Pozo e Crespo (2009, p. 24) destacam ainda que “os alunos precisam não tanto de informação (embora possam precisar disso também), mas, sobretudo, de capacidade para organizá-la e interpretá-la para dar-lhe sentido”. É necessário, portanto, criar situações didáticas, que oportunizem o surgimento de uma nova relação dos estudantes com estes saberes, tão importantes à sua atuação como cidadão no mundo contemporâneo.

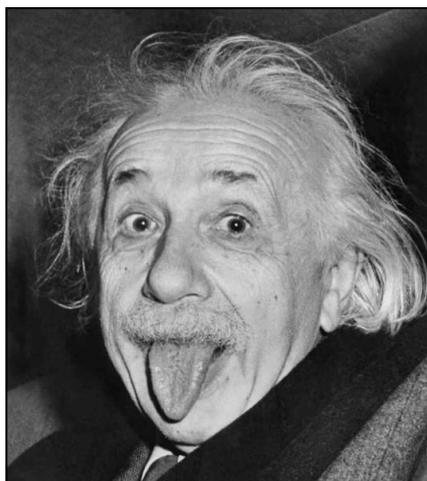
As dificuldades pelas quais passa o ensino de ciências e o crescente desinteresse dos estudantes em se apropriar dos saberes próprios desta área podem estar ligadas às concepções epistemológicas que norteiam, de maneira implícita ou explícita, a prática docente. A opção metodológica adotada pelo professor pode estar baseada em visões empobrecidas e distorcidas que criam desinteresse, quando não a rejeição, de muitos estudantes e se convertem num obstáculo para a aprendizagem (CACHAPUZ, 2011).

Abordaremos adiante, sinteticamente, algumas dessas concepções epistemológicas e suas implicações para o ensino aprendizagem de ciências, assim como algumas perspectivas de como superá-las.

a) Visão elitista

Gil-Pérez *et al* (2001) criticam o que consideram visões deformadas do trabalho científico. Dentre elas destacam a visão elitista de ciência. Para o autor, “os conhecimentos científicos são apresentados como obras de gênios isolados, ignorando-se o papel do trabalho coletivo e cooperativo”. (*Id*, p. 133). Por outro lado, o estereótipo do cientista maluco representada pela imagem de Albert Einstein, com a língua pra fora, não atrai os estudantes. Ao contrário: parece afastá-los. (Fig. 2).

A Ciência que hora parece coisa de gênio, hora parece coisa de loucos, só tem distanciado os estudantes dela, o que pode estar contribuindo para o desinteresse e apatia por esta relevante área do saber, impedindo o despertar da atitude científica, caracterizada pela dúvida, curiosidade, observação sistemática e desejo de aprender.

Figura - 2: Albert Einstein

Fonte: <<http://saturnalia.com.br/2013/04/einstein/>>.

a) Visão rígida, algorítmica, exata, infalível

Entende-se o método científico como um conjunto de etapas a seguir mecanicamente, com controle rigoroso, recusando o que se refere à criatividade e a dúvida. Na busca obsessiva por garantir a fiabilidade, distorce a natureza do trabalho científico. (GIL-PÉREZ, 2001). Esta perspectiva torna rígida a busca pelo conhecimento científico, desestimulando o pensamento divergente, a reflexão e a apresentação de hipóteses diferentes para solucionar um mesmo problema. (CACHAPUZ, 2011).

Esta perspectiva de ciência manifesta-se em sala de aula quando se adota um método único para solução de problemas. É provável que muitos já tenham encontrado casos em que professores consideram uma resposta errada apenas o resultado final, desconsiderando todo o percurso feito pelo estudante em busca da resposta. Tal postura decorre da visão de método científico, como sendo único e insubstituível incapaz de considerar aspectos intuitivos do pensamento do estudante.

b) Visão aproblemática

A simples transmissão de saberes elaborados torna-os sem significado para os alunos. Distancia-os do ponto de partida que gerou a dúvida e a necessidade de busca pela resposta, assim como a distância do processo. Diante da necessidade de buscar soluções, o

aluno terá que abordar o problema de uma determinada maneira, de fazer escolhas, de priorizar um aspecto a ser explorado e de recorrer aos conhecimentos já existentes para melhor formulá-lo. (CACHAPUZ, 2011). Ao enfatizar apenas a transmissão de saberes, a riqueza do processo de aprendizagem se perde.

Para superar estas visões distorcidas de ciências é necessário adotar posturas metodológicas, que proporcionem aos estudantes vivenciar o conhecimento científico a partir de outras perspectivas. De acordo com Cachapuz (2011, p. 30), “a aprendizagem das ciências pode e deve ser uma aventura potenciadora de espírito crítico no sentido mais profundo: a aventura que supõe enfrentar problemas abertos, participar da tentativa de construção de soluções.”

Para superar a visão individualista de ciência, é necessário criar situações onde o conhecimento seja trabalhado de maneira colaborativa, em que diversos pontos de vista sejam confrontados. A troca de ideias e o pensamento divergente favorecem o surgimento de espaços para elaboração de saberes. De acordo com Brichia (2004, p. 54), “o trabalho em grupo é gerador de discussões, as quais são importantes no processo de socialização dos estudantes”. Ainda segundo a autora, as conversas e argumentações auxiliam os procedimentos de raciocínio e habilidade dos alunos para compreenderem os temas propostos (*Id*, p. 54).

Nesta mesma perspectiva é necessário que a educação em ciência não seja restrita a mera transmissão de conteúdos conceituais. É necessário desenvolver nos estudantes a atitude científica, que segundo Weissmann (1998, p. 20) é caracterizada pela “curiosidade, a busca constante, o desejo de conhecer pelo prazer de conhecer, a crítica em oposição ao critério da autoridade, a comunicação e a cooperação na produção coletiva de conhecimentos”.

Espera-se também uma abordagem de ciência voltada para questões sociais e locais, partindo de questões cotidianas, que interfiram na realidade dos envolvidos. É uma forma de problematizar o conhecimento científico e enxergá-lo à luz do contexto em que está inserido. Essa perspectiva reforça a dimensão social da ciência, tanto no se refere à construção e a validação dos saberes, quanto ao impacto promovido na aplicação das descobertas científicas para solucionar problemas da realidade. (TEIXEIRA, 2003).

Ao propor um ensino de ciências que tem como foco a transmissão de saberes e a ação individual, a escola inibe o despertar da criatividade e da dúvida, tão salutar e tão presente nas atividades desempenhadas pelo cientista. A descoberta através da colaboração

entre os participantes também é prejudicada, o que pode se constituir em um prejuízo substancial ao aprendizado.

A partir das dificuldades identificadas e discutidas anteriormente, propõe-se uma intervenção em que os estudantes tenham uma atuação ativa, baseadas na colaboração, na troca de saberes. As trocas de entendimentos estabelecidas nas situações de interação entre pares e de socialização oferecem a oportunidade de uma discussão utilizando a linguagem dos próprios estudantes, o que poderá facilitar a elaboração de significados.

2.3.5 Perspectivas para o processo de ensino-aprendizagem de ciências

Adotar uma postura diferente da habitual maneira de ministrar as aulas de ciências ainda se constitui um desafio para considerável parcela das escolas brasileiras, fortemente baseadas em um modelo de transmissão/recepção de conteúdos. Mas como ser diferente? Quais os caminhos possíveis ao ensino desta importante, mas “desprestigiada” (pelos alunos) área do conhecimento?

Diante da mesma perspectiva de adotar outro enfoque para o ensino de ciências, Moraes (2008, p. 103) traz um conjunto de reflexões que são desencadeados pela pergunta “é possível ser construtivista no ensino de ciências?”. A partir dela aponta alguns requisitos, que embora não seja uma receita a ser seguida, acrescentam novos ingredientes e enriquecem a ação docente.

Dentre as várias concepções e interpretações possíveis do construtivismo, Moraes (2009) destaca a influência dos pressupostos da Psicologia Sócio-histórica de Vygotsky e define a importância da interação social, da cultura e linguagem para o processo de ensino-aprendizagem. Neste trabalho, não interessa classificar-se como construtivista, mas apoiar-se em alguns dos seus fundamentos para dar sustentação a experiência desenvolvida na escola e as análises posteriores.

Para Moraes (2008), interação implica ação do sujeito e implica imersão na linguagem. Construir, portanto, significa que o sujeito para adquirir conhecimentos necessita interagir com os objetos de conhecimento, sejam eles concretos ou simbólicos.

Ainda segundo Moraes (2008) ser construtivista implica assumir determinadas atitudes perante os estudantes e a situação de aprendizagem. Atitudes que devem ser construídas durante a sua intervenção. São elas:

- **Atitude pesquisadora:** requer que o aluno seja envolvido num processo de descoberta e constantemente desafiado a ir em direção de um conhecimento que ainda não domina.
- **Atitude questionadora:** é preciso romper com a tendência para fornecer as informações aos alunos, perguntando ao invés de simplesmente responder. Lançar as perguntas aos alunos faz parte da tarefa de desafiar o aluno, de mediar as situações de diálogo e reflexão.
- **Flexibilidade:** requer que o professor evite posturas rígidas e pré-planejadas. Que esteja atento às necessidades de aprendizagem dos estudantes e seja capaz de redirecionar sua ação para atendê-las.

Nessa mesma perspectiva Moraes (2008) destaca ainda alguns “modos de ação” que caracterizam a prática construtivista. Dentre elas destacamos algumas que são enfocadas neste trabalho:

- **Mediação:** segundo Moraes (2008) são as atividades realizadas pelo professor no sentido de possibilitar que os estudantes avancem do conhecimento que já dispõem para outros domínios, mais avançados. Um das formas possíveis é a atitude questionadora, que provoca reflexão. A mediação pode ser realizada pelo professor ou por colegas.
- **Problematização:** consiste em apresentar os conteúdos através de problemas a serem solucionados. As lacunas que permanecem durante o processo de ensino-aprendizagem poderão ser trabalhadas através de questionamentos que orientem e direcionem as reflexões dos estudantes.
- **Diálogo:** no processo de mediação, a fala dos alunos é de grande relevância, especialmente quando acontece em um processo de interação em grupos. Ao partir do pressuposto que a aprendizagem se dá, pelo menos em parte, a partir de um discurso coletivo é necessário incentivar formas de participação dos alunos, de forma oral ou escrita. O diálogo também se constitui em uma forma de identificar os conhecimentos que os estudantes levam para a escola e aqueles que estão sendo construídos pelas ações desenvolvidas em sala de aula.

A partir de orientações como as citadas anteriormente é possível reformular as práticas desenvolvidas em sala de aula, mesmo diante dos enormes desafios que a realidade impõe à ação docente. Antes é preciso ter clareza da sua ação e direcioná-la para atingir os

objetivos que são definidos a partir da perspectiva epistemológica escolhida, seja ela construtivista ou não.

2.3.6 Estudos correlatos

Em trabalho com crianças de 8 e 9 anos Driver *et al* (1999) realizaram observações em uma sala de aula, na qual o professor de ciências buscou promover o aprendizado de conceitos relacionados à luz, a pressão do ar e a diferença de pressão. Para tanto, foram criadas situações em que, mediados, pelo diálogo com o professor, os estudantes expunham suas noções sobre o tema abordado.

A autora partiu do pressuposto que aprender ciências requer que os estudantes sejam introduzidos em novas formas de pensar sobre o mundo natural e explicá-lo que é necessário tornar-se socializado, em maior ou menor grau, com as práticas da comunidade científica e suas formas de ver explicar o mundo. Esse ingresso nas novas formas de pensar não se dá por conta própria, será necessário por parte dos estudantes, engajamento, tanto pessoal, quanto social. (DRIVER *et al*, 1999).

Para Driver *et al* (1999, p.34), “o conhecimento e o entendimento, inclusive o entendimento científico, são construídos quando os indivíduos se engajam socialmente em conversações e atividades sobre os problemas e tarefas comuns”.

Do estudo realizado a autora constatou que a interação entre as diversas opiniões contribuiu para tornar plausível aos estudantes, à ideia que a luz provém do sol e que viaja longas distâncias até chegar a terra. As interações entre as diversas formulações apresentadas pelos participantes, que eram inicialmente difusas, tornaram possível a construção de uma ideia coerente com o ponto de vista científico (DRIVER *et al*, 1999).

Em outro momento do estudo o professor organiza uma situação didática em que são realizadas experiências. Em uma delas, os alunos utilizavam uma garrafa plástica e a partir delas buscavam entender como se dá a compressão do ar. Considerando as várias formulações apresentadas, o professor estruturou o pensamento dos estudantes, dando-lhes coerência. Nesta atividade, tanto a realização da experiência como as intervenções do professor tiveram a função de dar o suporte necessário à compreensão dos alunos sobre o tema estudado.

Em seu trabalho Mortimer (2000) encontra evidências das contribuições da perspectiva sociointeracionista para o ensino de ciências, particularmente ao ensino de Física.

O estudo buscou investigar como se dá a evolução das concepções atomistas e o uso dessas concepções na explicação dos estados físicos dos materiais, levando em conta a relação entre conceitos prévios e os novos conceitos, a serem adquiridos pelos estudantes a partir da ação sistemática da escola e da ação docente.

Não é propósito de este trabalho aprofundar-se nos estudos de Mortimer (2000), mas tomar como base em algumas de ideias que possam contribuir para dar maior consistência teórica a esta pesquisa. Dentre os seus pressupostos, destacamos a natureza social do conhecimento e a necessidade de participação ativa do aprendiz.

Em seu trabalho Mortimer (2000) propõem aos estudantes que representem através de desenhos (em papel), alguns fenômenos como a dilatação, a compressão e mudança de estado físico. Um dos objetivos desta atividade foi explicitar as ideias individuais dos alunos para, em seguida, submetê-las à apreciação dos colegas e do professor.

Outras situações didáticas criadas em sala de aula buscava a comparação entre os diversos modelos criados individualmente e a busca de um consenso para decidir qual o modelo que melhor explicava o fenômeno estudado (MORTIMER, 2000).

Em outra etapa, acontecem as discussões gerais em sala de aula, onde cada grupo discute e expõe suas conclusões alcançadas. Neste momento, o professor intervém, discutindo e apresentando as novas ideias, que estão de acordo com o ponto de vista científico (MORTIMER, 2000).

Ao referir-se a uma situação de sala de aula, em que os estudantes apresentaram ao professor os modelos criados, Mortimer (2000, p. 262) relata:

Ao se apropriar da resposta do aluno em sua própria concepção, o professor poderia ajudá-lo a usar a noção de modelo na explicação dos fenômenos. Ao mesmo tempo, os alunos começavam a se apropriar da noção do professor. Professor e aluno tinham entrado nessa interação, cada qual com sua interpretação a respeito do que era a atividade, o que significava representar fenômenos através de desenhos [...] A partir do momento em que o professor se apropriou dessas noções no seu próprio sistema culturalmente já construído, as noções dos alunos foram levadas a evoluir. Professor e aluno tinham entrado naquilo que Vygotsky chama de zona de desenvolvimento proximal.

Também faz parte das concepções que norteiam este trabalho a ideia da origem social do conhecimento e a necessidade de criar situações didáticas, que favoreçam o surgimento de interações entre os participantes e que as trocas que ocorrem possam contribuir para o surgimento de novos aprendizados. Nesta perspectiva, Mortimer (2000, p. 274) retrata a partir dos seus estudos:

As ideias que surgiram na sala de aula foram desenvolvidas, claramente, num processo interpsicológico, em que a ideia de um indivíduo, ao ser apropriada pelo professor e pelos outros estudantes, é submetida à discussão, à crítica e acaba sendo mudada. Ao final tem-se uma ideia que se desenvolveu através da contribuição de uma série de ideias individuais.

Conforme foi retratado anteriormente, na área de ciências da natureza ainda prevalece o foco nas ações individualizadas, o que indica a necessidade de engajar os estudantes desta área em atividades colaborativas, que façam dos ambientes escolares, espaços coletivos de construção do conhecimento.

Os saberes próprios das ciências dificilmente serão adquiridos pelos estudantes, por sua própria iniciativa. Cabe, então, ao professor mediar as situações didáticas, na perspectiva de promover situações colaborativas, em que os aprendizes sejam iniciados nas ideias e práticas da comunidade científica (MORTIMER, 2000).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A seguir serão descritos os procedimentos metodológicos da investigação, tipo de pesquisa e método proposto, uma breve descrição da unidade de análise e algumas considerações sobre o projeto UCA do qual a escola escolhida para realização da pesquisa faz parte. Também são caracterizados os sujeitos participantes e as razões da sua escolha, além das técnicas de coletas de dados a serem empregadas.

Há também uma descrição pormenorizada de como foi realizada a intervenção, destacando o que foi abordado em cada aplicação. Em seguida, apresento algumas considerações sobre o aplicativo utilizado neste trabalho, além de uma descrição da experiência piloto e as suas contribuições para formulação da proposta de trabalho final. Por fim, apresentamos como os dados coletados foram organizados e analisados.

3.1 Descrição da experiência piloto

Segundo Thiollent (2009, p. 52) “a fase exploratória consiste em descobrir o campo de pesquisa e suas expectativas e estabelecer um primeiro levantamento (ou “diagnóstico”) da situação, dos problemas prioritários e de eventuais ações”. A fase piloto representou esta experiência preliminar, da qual foi possível obter uma série de elementos importantes para definir a etapa principal da pesquisa.

No período 14 a 30/agosto/2012 foi realizado na escola selecionada uma experiência piloto. Participaram 06 alunos da terceira série do Ensino Médio. Durante as aplicações, que tiveram duração de 20 horas, exploramos dois aspectos: um tecnológico, em que os estudantes se apropriaram dos recursos disponíveis na ferramenta escolhida, o *Squeak*; e outro conceitual, em que os estudantes criaram animações para representar fenômenos estudados em Biologia. Tudo isso dentro da proposta metodológica de trabalhar em pequenos grupos, de maneira colaborativa, discutindo ideias sobre percursos e saberes.

Os instrumentos de coleta de dados utilizados foram observação e registro em diário de campo, e filmagem de algumas atividades realizadas em grupo, feita pelo próprio pesquisador e entrevista.

Nesta etapa do trabalho, de caráter exploratório, tivemos como objetivo estabelecer contato com o campo de pesquisa que nos permitisse verificar obstáculos à sua realização, identificar aspectos relevantes e realizar ajustes para a etapa principal da pesquisa.

Desta experiência pudemos obter algumas constatações preliminares. A seguir destacaremos alguns deles.

A literatura sobre o assunto relata que os estudantes têm certa facilidade para o aprendizado de instrumentos tecnológicos (PAPERT, 1980), o que foi observado através da aceitação e da habilidade com a qual aprenderam a manuseá-la. Este domínio da ferramenta mostrou-se necessário à realização das atividades posteriores.

No momento da apropriação tecnológica, os alunos realizaram os desafios propostos, interagiram, trocaram ideias, esclareceram dúvidas sobre procedimentos e percursos a serem adotados. Porém, quando tiveram que lidar com aspectos conceituais demonstraram rejeição e dificuldade para colaboração, o que nos levou a refletir sobre a metodologia empregada. No piloto sugerimos explorarmos o tema fotossíntese. A recusa dos participantes em trabalhar com estes temas trouxe, desde aquele momento, uma série de reflexões a respeito das melhores estratégias para realizar tais atividades.

Outra constatação é necessidade de dispor de tempo para explorar conteúdos de maneira que sejam apropriados pelos estudantes. Neste sentido, as duas horas/aulas semanais disponíveis para aulas de Biologia se constituem em um fator complicador, que prejudica o bom desempenho da experiência. Verificou-se que a integração das TIC ao ambiente escolar requer mudanças na estrutura curricular, tornando-o mais flexível. Desta constatação ficou claro a necessidade de realizar as atividades de intervenção no contra-turno.

Confirmando os pressupostos apresentados por autores como Pozo e Crespo (2009) e Lumpe e Staver (1995), identificou-se uma série de dificuldades relacionadas à compreensão de conceitos próprios da área de Biologia. São concepções equivocadas, que não estão consonância com as explicações apresentadas pela ciência.

Nos momentos em que os participantes eram instigados a socializarem suas ideias sobre as animações criadas, foi possível observar que as compreensões que dispunham acerca das temáticas estudadas estavam mais próximas da versão apresentada pelo ponto de vista científico.

Cabe ressaltar também que, mesmo tendo uma metodologia que incentiva o aluno a ser autor, a criar e a expressar suas ideias, há sempre o risco de se buscar o caminho da cópia e da reprodução. Em uma situação observada e registrada em diário de campo, um dos alunos tomou como base uma figura encontrada na internet e a partir dela criou sua representação da fotossíntese.

Neste caso prevaleceu a “simples” reprodução constatada através das dificuldades apresentadas pelo estudante, citado anteriormente, momento da socialização com o grupo, o que permite considerar que os processos de criação e socialização são complementares. Este fato dá sustentação à proposta didática aplicada durante a intervenção, que adota a perspectiva comentada anteriormente.

3.2 Tipo e método de pesquisa

As características do trabalho realizado requerem uma abordagem qualitativa. Os pressupostos estudados nesse tipo de pesquisa enfocam elementos necessários à compreensão do objeto desta investigação e à elucidação do seu problema central.

Destacamos a importância de se considerar o contexto em que se dá a pesquisa. Os saberes implícitos poderão mostrar-se reveladores e fornecer constatações valiosas, bem como o enfoque no processo e na riqueza de significados, que emergem no decorrer do percurso a não apenas no resultado final, requerendo observação atenta do pesquisador aos diversos momentos da investigação.

A pesquisa qualitativa tem caráter descritivo e explicativo. Leva em conta palavras, gestos, interações e não apenas dados numéricos, proporcionando uma análise dos dados coletados, a partir do referencial teórico adotado.

Quanto ao envolvimento do pesquisador caracteriza-se como uma pesquisa-intervenção e busca aplicar uma proposta metodológica em que uma ferramenta digital disponível no *laptop* educacional, um ambiente de autoria chamado *Squeak*, foi utilizado para dar suporte à criação de animações para representar fenômenos estudados na disciplina Biologia, através de um processo colaborativo.

Damiani (2012, p. 3) aponta como características da intervenção:

[...] as interferências (mudanças, inovações) propositadamente realizadas, por professores/pesquisadores, em suas práticas pedagógicas. Tais interferências são planejadas e implementadas com base em um determinado referencial teórico e objetivam promover avanços, melhorias, nessas práticas, além de pôr à prova referencial, contribuindo para o avanço do conhecimento sobre os processos de ensino/aprendizagem neles envolvidos.

Ainda segundo Damiani (2012) são características das pesquisas do tipo intervenção: 1) São aplicadas, em contraposição a pesquisas fundamentais; 2) Partem de uma intenção de mudança ou inovação, constituindo-se, em práticas a serem analisadas; 3)

Trabalham com dados criados, em contraposição a dados já existentes, que são simplesmente coletados.

A opção pela pesquisa-intervenção é a busca de promover uma experiência em que as TIC sejam utilizadas em uma perspectiva diferente daquelas que são adotadas tradicionalmente, que altere a abordagem em que a aprendizagem é tida como o processo de transmissão de saberes. De acordo com Spinillo e Lautert (2008, p. 299), “de modo geral o que caracteriza pesquisas de intervenção é que elas estão interessadas em promover algum tipo de mudança”.

Dentre as razões que nos levaram a realizar a pesquisa está a ausência de trabalhos com estas características, em andamento na atualidade, que nos permitissem realizar nossos estudos.

3.3 Unidade de análise

O trabalho foi realizado em uma escola situada em Quixadá, um município do sertão central do Ceará. Dentre as suas particularidades, está o fato de a escola estar situada em uma área intermediária entre zona urbana e rural do referido município, atendendo a um público-alvo, que em grande parte provém da zona rural.

As localidades e distritos atendidos por esta escola localizam-se a 8 km, outros a 16 km dela. Os estudantes deslocam-se para a escola através de transporte escolar, principalmente através de caminhões - os chamados “paus de arara” - e diariamente fazem este percurso para ir e voltar à escola.

No contexto em que os estudantes estão inseridos a disponibilidade de recursos tecnológicos como computadores e internet é limitada. Desta forma, a escola é um dos poucos espaços onde é possível ter acesso a estes instrumentos, o que amplia a relevância do projeto UCA e ao mesmo tempo ressalta a necessidade dos *laptops* serem bem aproveitados.

Destacar estes fatos é uma forma de chamar atenção para a realidade contraditória, sobretudo, de uma região do sertão nordestino, marcada por contrastes e dificuldades. A referida escola é participante do Projeto UCA mais recente política do Governo Federal voltada para o uso de computadores na educação.

3.4 O projeto UCA

Em 2007, o projeto UCA foi implantado nas primeiras cinco escolas brasileiras, localizadas em São Paulo, Rio Grande do Sul, Tocantins, Rio de Janeiro e Distrito Federal. Em 2010, outras 300 escolas foram selecionadas, dentre estas 10 do Estado do Ceará, sendo uma em Quixadá.

O projeto UCA disponibiliza um *laptop*, com conexão à internet, para cada aluno das escolas contempladas. Apresenta como características a *relação 1:1* (um para um) e a *mobilidade*, o que contribui para superar dificuldades de tempo e espaço, muito presentes na dinâmica anterior, em que os computadores ficavam confinados em uma sala.

Os documentos com a proposta pedagógica e objetivos do projeto UCA destacam a necessidade de uma nova abordagem para o uso das TIC na educação, com o uso de metodologias que favoreçam a interação entre os participantes.

De acordo com os Princípios Orientadores para Uso Pedagógico do *Laptop*, na Educação Escolar (BRASIL, 2007, p. 10), “O Governo Federal propõe, com o projeto Um Computador por Aluno (UCA), uma nova forma de utilização das tecnologias digitais nas escolas públicas, balizada pela necessidade de melhoria da qualidade da educação”.

O referido documento aponta como objetivo: “inovar os sistemas de ensino para melhorar a qualidade da educação com equidade no país” e destaca nas concepções pedagógicas, que um dos mais significativos desafios do projeto piloto está relacionado “às novas metodologias educacionais”, além de propor como estratégia de utilização do *laptop* a “formação de comunidades de aprendizagem”, pois considera que estas favorecem a expressão, troca de ideias entre seus principais participantes e a mediação compartilhada que propicia a reflexão e o aprofundamento das ideias, com consequente melhoria nas atividades que estudantes e educadores desenvolvem (*Ibid*, p. 12-13).

As proposições dos documentos mencionados anteriormente indicam que a proposta deste trabalho está de acordo com as diretrizes do UCA e com o que preconiza o projeto.

3.5 Sujeitos participantes

Para que o trabalho pudesse ser realizado havia a necessidade de um mínimo de quatro alunos, já que um dos momentos previstos foi a socialização das produções dos pares,

tornando-se necessária essa quantidade mínima. Foi definido também um número máximo de participantes de 10 alunos a fim de facilitar as observações dos trabalhos entre pares.

O estudo foi voltado para aluno (a)s do 3º ano do Ensino Médio, em função dos conteúdos que foram escolhidos para ser abordada durante a intervenção, no caso, a temática Ecologia que é estudada no 4º bimestre neste ano. O critério principal de escolha dos participantes foi a disponibilidade para participação na pesquisa. Observou-se durante a experiência piloto um pequeno número de alunos disponíveis.

3.6 Técnica de coleta de dados

- a) **Observação e registro em diário de campo:** foram utilizados para acompanhar o trabalho nos grupos e verificar como se deu o processo de colaboração entre os pares e deste com os demais colegas. Foi observado também como os estudantes lidavam com a ferramenta utilizada e os conteúdos de Biologia escolhidos.
- b) **Registro em áudio e vídeo:** buscou registrar o trabalho no interior dos grupos. É um instrumento complementar as observações do pesquisador que não conseguem dar conta de todas as informações no momento da pesquisa. São instrumentos importantes, para análise *a posteriori*.
- c) **Entrevista:** foram entrevistados quatro alunos participantes da intervenção. Buscou-se através deste instrumento, identificar suas percepções acerca do trabalho coletivo no interior dos grupos sobre os percursos adotados e o aprendizado de Biologia a partir da experiência realizada.

3.7 Descrição da experiência

A opção pela temática Ecologia abordada durante a intervenção condiz com a realidade do momento atual em que nos deparamos com o desafio de conviver harmonicamente com o meio ambiente. Da relação saudável com a natureza depende o nosso futuro como espécie. A Ecologia nos oferece uma visão integrada dos diversos componentes do ambiente, evidenciando a interligação entre todos os seres vivos. Neste sentido, seu estudo pode proporcionar uma compreensão que favoreça o surgimento de uma postura sustentável em relação ao planeta e os seus recursos. Tal fato demonstra a relevância do aprendizado desta temática e justifica sua escolha para este trabalho.

Pela organização curricular do Ensino Médio, essa temática é abordada no 3º ano, durante o 4º bimestre do ano letivo.

A intervenção foi organizada em oito momentos distintos, que são descritos aqui como aplicações, com duração média de 2,5 h/a, o que corresponde a um total de 20h/a, como será apresentado a seguir.

1ª aplicação

Correspondeu à apropriação tecnológica da ferramenta *Squeak*. Foram apresentados aos participantes os principais recursos disponíveis como: a tela inicial; iniciar um novo projeto; desenhar objetos; pintar superfícies; apagar; redesenhar; criação de *scripts* para atribuir movimento aos objetos desenhados.

Em seguida, foram apresentados os recursos necessários à criação de animações, feito principalmente através da manipulação de *guiões* (roteiros). No *guião* básico, encontram-se os recursos “avançar”, “rodar” e “som”; no *guião* condicional encontram-se os recursos “vê a cor”; no *guião* miscelânea, encontram-se os recursos “esconder” e “mostrar”; no *guião* movimento, os recursos “tocar no limite” e “voltar para ponto”. Além destes é indispensável aprender sobre como criar testes condicionais. Através deles é possível escolher ações a serem realizadas a partir de condições pré-determinadas. Outro recurso estudado foi a criação de botões de ação para controlar a execução dos roteiros criados.

2ª aplicação

Neste momento os participantes foram desafiados a criar animações livremente a explorar as possibilidades que a ferramenta oferece. O trabalho foi realizado em duplas e ao final houve a socialização das criações.

3ª aplicação

De acordo com a maneira como o currículo do Ensino Médio está estruturado a fotossíntese é abordada em outro momento. Entretanto, optamos por estudá-lo durante a intervenção, já o que mesmo é pré-requisito ao aprendizado de diversos outros conteúdos. Compreender questões de energia em organismos, ou seja, a respiração e fotossíntese são a

chave para a compreensão de questões mais globais, tais como o fluxo de energia, abastecimento de alimentos e outros princípios ecológicos. (LUMPER; STAVER, 1995).

- Conteúdo estudado: **fotossíntese**
- Metodologia utilizada:
 - Exposição do conteúdo;
 - Criação de animação para representar a fotossíntese (atividade a ser desenvolvida em pares);
 - Socialização das animações criadas, através da apresentação do que foi criado pelos alunos aos demais participantes e ao pesquisador;
 - Intervenção do PP através de perguntas, questionamentos, instigando a reflexão e a colaboração entre os pares.
- Instrumentos de coleta de dados a serem utilizados;
 - registro em diário de campo das observações e constatações referentes ao momento da intervenção;
 - registro em vídeo do momento da criação das animações em pares e da socialização.

4ª aplicação

- Conteúdo estudado: **cadeia alimentar e fluxo de energia**
- Metodologia utilizada:
 - Exposição do conteúdo;
 - Criação de animação para representar a fotossíntese (atividade a ser desenvolvida em pares);
 - Socialização das animações criadas, através da apresentação do que foi criado pelos alunos aos demais participantes e ao pesquisador;
 - Intervenção do PP através de perguntas, questionamentos, instigando a reflexão e a colaboração entre os pares.
- Instrumentos de coleta de dados a serem utilizados;
 - registro em diário de campo das observações e constatações referentes ao momento da intervenção;
 - registro em vídeo do momento da criação das animações em pares e da socialização.

5ª aplicação

- Conteúdo estudado: **ciclos biogeoquímicos: ciclo da água**
- Metodologia utilizada:
 - Exposição do conteúdo;
 - Criação de animação para representar a fotossíntese (atividade a ser desenvolvida em pares);
 - Socialização das animações criadas, através da apresentação do que foi criado pelos alunos aos demais participantes e ao pesquisador;
 - Intervenção do PP através de perguntas, questionamentos, instigando a reflexão e a colaboração entre os pares.
- Instrumentos de coleta de dados a serem utilizados;
 - registro em diário de campo das observações e constatações referentes ao momento da intervenção;
 - registro em vídeo do momento da criação das animações em pares e da socialização.

6ª aplicação

- Conteúdo estudado: **ciclos biogeoquímicos: ciclo do carbono**
- Metodologia utilizada:
 - Exposição do conteúdo;
 - Criação de animação para representar (atividade a ser desenvolvida em pares);
 - Socialização das animações criadas, através da apresentação do que foi criado pelos alunos aos demais participantes e ao pesquisador;
 - Intervenção do PP através de perguntas, questionamentos, instigando a reflexão e a colaboração entre os pares.
- Instrumentos de coleta de dados a serem utilizados;
 - Análise das produções dos alunos;
 - registro em diário de campo das observações e constatações referentes ao momento da intervenção;
 - registro em vídeo do momento da criação das animações em pares e da socialização.

7ª aplicação

- Conteúdo estudado: **efeito estufa**
- Metodologia utilizada:
 - Exposição do conteúdo;
 - Criação de animação para representar o efeito estufa (atividade a ser desenvolvida em pares);
 - Socialização das animações criadas, através da apresentação do que foi criado pelos alunos aos demais participantes e ao pesquisador;
 - Intervenção do PP através de perguntas, questionamentos, instigando a reflexão e a colaboração entre os pares.
- Instrumentos de coleta de dados a serem utilizados;
 - análise das produções dos alunos;
 - registro em diário de campo das observações e constatações referentes ao momento da intervenção;
 - registro em vídeo do momento da criação das animações em pares e da socialização.

8ª aplicação

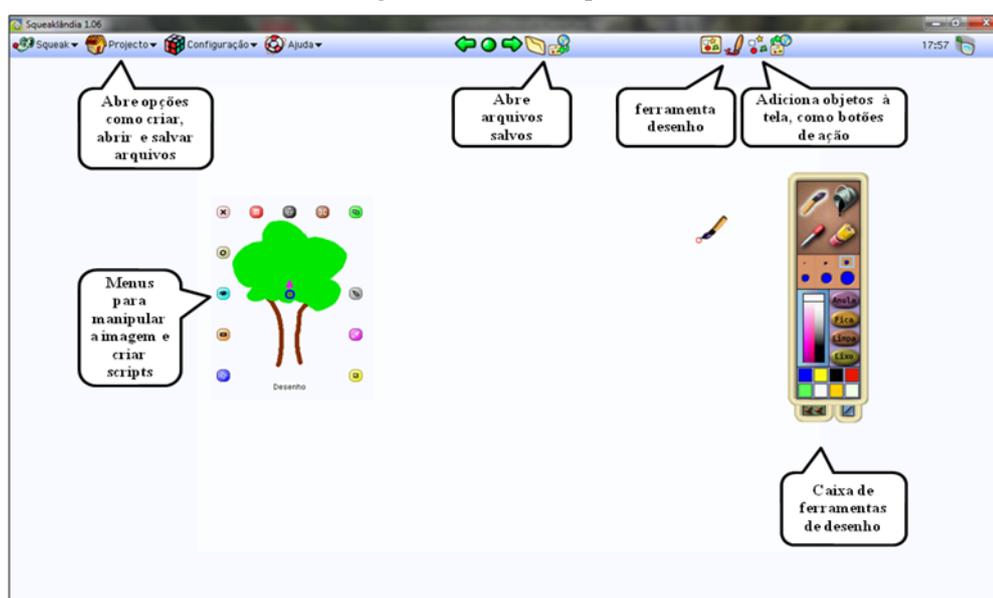
- Conteúdo estudado: **poluição.**
- Metodologia utilizada:
 - Criação de animação para representar a fotossíntese (atividade a ser desenvolvida em pares);
 - Socialização das animações criadas, através da apresentação do que foi criado pelos alunos aos demais participantes e ao pesquisador;
 - Intervenção do PP através de perguntas, questionamentos, instigando a reflexão e a colaboração entre os pares.
- Instrumentos de coleta de dados a serem utilizados;
 - registro em diário de campo das observações e constatações referentes ao momento da intervenção;
 - registro em vídeo do momento da criação das animações em pares e da socialização.

Particularmente, nos interessa aqui as diversas formas de interações e colaborações que possam surgir e os diversos comentários, que retratam os pontos de vista explicitados pelos estudantes no decorrer destas situações didáticas.

3.8 Considerações sobre a ferramenta escolhida

A opção pela ferramenta *Squeak* se deu em função das possibilidades educacionais que oferece. Através dela é possível criar desenhos e animações. Os desenhos, estáticos, ganham riqueza de significados quando são acrescentados de movimento. Esse suporte à criação se constitui em um requisito indispensável à realização deste trabalho.

Figura - 3: Tela do *Squeak*



Outro fator favorável é que a ferramenta faz parte do pacote de *software* educacionais disponíveis no *laptop* educacional distribuído pelo Projeto UCA. A seguir apresentemos uma figura ilustrando a tela principal deste aplicativo.

Durante a experiência piloto, relatada posteriormente, observamos que ao criar uma animação para a fotossíntese os estudantes se questionaram sobre “quem sai e quem entra na planta”. Na verdade estavam se perguntando sobre os componentes necessários à realização do fenômeno e os seus produtos.

3.9 Análise dos dados

Em busca de encontrar respostas para as questões centrais identificadas neste trabalho os dados coletados foram organizados de acordo com algumas categorias definidas a priori, elencadas a partir das questões norteadoras. São elas:

- Estudo dos conteúdos de Biologia: buscaremos identificar os conceitos utilizados pelos alunos através de pré-teste e pós-teste, além daqueles presentes nos momentos do trabalho em grupo e/ou socialização e foram registrados em vídeo. O propósito é verificar se houve alterações nos mesmos depois da intervenção. Buscaremos organizar os conceitos em subcategorias - adequados, parcialmente adequados e inadequados -, tomando como referência os conhecimentos considerados válidos pela Ciência.
- Aprendizagem colaborativa: buscaremos identificar as diversas formas de colaboração que possam ter emergido no estudo em pares e nos momentos de socialização e de que forma elas se relacionam com a aprendizagem dos conteúdos estudados.
- Utilização das TIC na escola: procuraremos identificar como o laptop educacional e a ferramenta foram utilizados para dar suporte à aprendizagem, especificamente sobre a utilização da ferramenta *Squeak* no aprendizado de Biologia.

4 RESULTADOS

4.1 Aprendizagem colaborativa

A partir do referencial teórico que norteia este trabalho e dos dados coletados durante a pesquisa de campo, elencaram-se alguns critérios de classificação dos achados que permitissem agrupá-los nesta categoria. Da confrontação entre os dados e o suporte teórico constatou-se a necessidade de refletir sobre a dificuldade dos estudantes para colaborar, sobretudo, quando se trata da interação sobre os conteúdos estudados.

Mesmo não tendo sido definido inicialmente como foco desta pesquisa, a análise da mediação das situações didáticas pelo professor mostrou-se de grande relevância, ao ponto considerarmos indispensável a inclusão de algumas reflexões neste trabalho.

Foram analisados os momentos de interação de forma a identificar as práticas colaborativas que emergiram nestas situações. Destaca-se a importância de refletir sobre o processo de colaboração no contexto escolar e suas contribuições no aprendizado das ciências da natureza.

4.1.2 Dificuldade para colaborar

Uma importante constatação identificada durante a pesquisa foi a dificuldade para colaborar. Observou-se grande resistência ao compartilhamento e envolvimento dos estudantes nas situações didáticas criadas. Prevaleceu principalmente no início, a tendência à divisão de tarefas, em que cada um assumia a responsabilidade por uma parcela do problema. Em seguida, somavam-se as partes não havendo interação entre os saberes adquiridos por cada um deles. Tal perspectiva empreendia e reforçava o caráter individual do processo de ensino-aprendizagem e não se alinhava aos objetivos da proposta metodológica adotada neste trabalho, que considera que a aprendizagem se dá a partir da ação coletiva.

Neste sentido, Damiani (2008) alerta para o risco da divisão de tarefas, da mera sobreposição das partes ao invés de realizar um trabalho conjunto, através do qual seja possível integrar os pensamentos dos diversos participantes. Desta forma, adquire-se apenas uma visão fragmentada do conhecimento, o que gera maior dificuldade para estabelecer relações entre os diversos saberes disponíveis e perde-se a visão do todo.

Outro fator que dificulta a colaboração é apresentado por Mortimer (2000), que relata a necessidade de despertar nos estudantes aspectos como cooperação, exposição clara de ideias e respeito ao pensamento divergente. Entretanto, algumas posturas desenvolvidas nos estudantes pela educação tradicional - como passividade, hábito de receber informações prontas, falta de incentivo à expressão e o temor de errar - cria barreiras ao surgimento de atitudes participativas e colaborativas.

Tais dificuldades foram observadas no decorrer da intervenção e tornaram-se ainda mais visíveis quando o desafio proposto aos alunos os colocou diante da necessidade de ir além do simples manuseio da ferramenta *Squeak*, utilizando-a na perspectiva de problematizar os conteúdos estudados. Principalmente na etapa piloto, houve grande resistência dos estudantes a estender o diálogo aos conteúdos estudados.

As circunstâncias analisadas deixaram claro também que o gosto pelo manuseio da ferramenta tecnológica não é transferido de imediato para o estudo dos conteúdos escolares. A simples inserção de recursos tecnológicos não garante o despertar da motivação necessária ao processo educacional. Pode servir como ponto de partida, mas para que isto aconteça é necessário criar situações didáticas em que os saberes das ciências sejam problematizados, sejam apresentados aos estudantes em uma perspectiva que tenha sentido e utilidade aos estudantes.

O excerto 1, apresentado a seguir, retrata uma situação didática em que se observa a dificuldade dos alunos em compartilharem ideias sobre os conteúdos estudados. Nos diversos trechos da referida transcrição, constata-se a existência de trocas sobre como proceder para realizar a tarefa, mas não quanto aos conteúdos, evidenciando que as interações manifestadas se restringem apenas a aspectos operacionais.

Ao constatar este fato o pesquisador interveio de diversas formas, buscando direcionar as reflexões dos participantes para o conteúdo estudado, no caso o ciclo da água. O excerto 1 mostra que por diversas vezes foram lançadas perguntas, que buscavam estabelecer elos entre a tarefa desenvolvida e o conteúdo estudado para desta forma provocar reflexões e possibilitar a compreensão.

O excerto 1 também mostra que as diversas tentativas do pesquisador de estabelecer relações entre os conteúdos estudados e a tarefa desenvolvida através da ferramenta *Squeak* teve como retorno explicações baseadas em pontos de vista formados nas suas vivências cotidianas ao invés de confrontá-las com os saberes advindos das ciências ou ainda a ausência de respostas (trechos 27 a 30), como é possível observar a seguir.

A transcrição apresentada no excerto 1 a seguir revela a insistente mediação do pesquisador, buscando tornar mais claros os vínculos existentes entre os saberes em questão e desta forma possibilitar aos alunos o conhecimento das diversas relações entre eles o que poderia facilitar a sua compreensão e passar a integrar o repertório de saberes dos estudantes. Mesmo diante das diversas tentativas do mediador não há respostas satisfatórias aos seus questionamentos. O que é perguntado parece estar distante do universo de entendimentos dos participantes. Desta forma, fica evidenciado que não houve apropriação dos saberes estudados naquele momento.

Excerto 1: O vídeo transcrito foi coletado na 5ª aplicação da pesquisa. Nele consta o registro do momento em que os pares planejam a criação de uma animação para representar o ciclo da água.

1 - P: o que você acha que ta faltando, aluna C e aluna M1?

2 - Aluna M1: era pra ter botado as montanhas separadas ... da água.

3 - Aluna C: eu coloquei, ta aqui as montanhas.

4 - (Comparando com uma imagem do ciclo da água, encontrada através do Google Imagens a aluna argumenta)

5 - Aluna M1: era pra ter colocado assim: aquela nuvem com água era pra ter colocado aqui e as montanhas separadas, uns pés de pau aqui, outra nuvem...

6 - Aluna C: deixa assim mesmo.

7 - P: com o que tem aqui, o que poderia ser acrescentado, aluna M1?

8 - Aluna C: tu quer um pé de pau? Então eu vou colocar um pé de pau.

9 - P: e porque que tem que ter uma árvore? Porque você acha que tem que ter uma árvore?

10 - Aluna M1: porque a chuva não vai pra árvore?! Não cai na árvore?! Tem que ter a árvore.

11 - P: o que que a árvore vai fazer aí nessa história?

12 - Aluna M1: vai liberar água pros riachos.

13 - P: vai liberar água?

14 - Aluna C: ta bom, eu coloco a árvore, então.

15 - P: Mas voltando aqui à questão da árvore, eu queria retomar essa questão... qual o papel da árvore no ciclo da água? O que ela vai fazer?

16 - (Aluna M1 repete o termo utilizado “qual o papel da árvore?” e ri do termo utilizado pelo PP)

17 - Aluna C: hã, o papel?

18 - P: como é que a árvore entra nessa história, o que que ela faz?

19 - Aluna C: estou pensando...

20 - Aluna C: vai diz aí, aluna M1... sei lá...

21 - P: vamos lá, vocês lembram.

22 - Aluna M1: do jeito que está ali, a água cai na árvore, a árvore libera água para a terra, aí vai para o riacho, aí pra vai pra superfície da terra e depois vai liberada para as nuvens.

23 - P: a água, ela faz parte da fotossíntese?

24 - Aluna M1: faz

25 - P: a árvore vai precisar de água para realizar a fotossíntese?

26 - Aluna M1: vai

27 - P: faço novamente a pergunta: de que maneira é que a árvore vai utilizar a água?

28 (Sem resposta)

29 - P: deixa eu mais uma vez insistir na pergunta... o que que a árvore vai fazer em relação à água? Vocês já conseguiram perceber qual a ligação entre a árvore e a água?

30 - (Sem resposta)

Este fato exigiu do professor, especial atenção a fim de utilizar o instrumento tecnológico como potencializador das aprendizagens e assim alcançar os benefícios almejados. Do contrário, corria-se o risco de apenas aprender a manusear a ferramenta, fato que não constitui o objetivo principal do processo educacional no contexto escolar.

4.1.3 Mediação do professor

Embora não se constituísse uma categoria definida a *priori*, a análise da mediação do professor mostrou-se de grande relevância em diversos momentos da pesquisa e desta forma passou a ser objeto dos estudos realizados neste trabalho. As falas transcritas e apresentadas nos diversos excertos utilizados mostram que a atuação docente foi essencial para o surgimento de atitudes colaborativas entre os estudantes e ao envolvimento dos mesmos com os conteúdos estudados.

As falas apresentadas anteriormente foram recolhidas no início das aplicações da etapa principal da pesquisa. As constantes intervenções do pesquisador revelam a resistência dos alunos para se manifestar. Foi necessário insistir nas perguntas para que aos poucos surgissem as falas e a participação dos estudantes.

Em situações em que o suporte oferecido pelos recursos computacionais teve a função de problematizar os conteúdos estudados, a mediação do professor mostrou-se ainda mais relevante, fato observado diante da intervenção realizada durante a pesquisa em que as situações didáticas tinham com característica utilizar o conhecimento de biologia para solucionar problemas.

Ao utilizar a ferramenta *Squeak*, com o objetivo de representar conteúdos estudados através de desenhos e/ou animações, os estudantes foram postos diante de dificuldades diversas, desde as operacionais, de utilização dos recursos disponíveis no aplicativo até as mais desafiadoras, como se mostrou a tarefa de usar conhecimentos de Biologia para resolver desafios. A proposta lançada aos estudantes os colocou diante da necessidade de utilizarem os conhecimentos adquiridos, fato que se mostrou um obstáculo considerável. Tudo isso ampliou a necessidade de intervenção do professor a fim de encontrar as estratégias mais eficazes.

Diante da necessidade de intervir no processo de ensino-aprendizagem diferentes estratégias foram utilizadas, desde a contextualização e explicitação dos vínculos entre os diversos saberes até perguntas que incitaram a reflexão. Na situação apresentada a seguir a mediação se deu principalmente através da formulação de perguntas, em função do pouco envolvimento com o conteúdo estudado e da resistência à colaboração. O professor os desafiou através de proposição de questionamentos, instigando-os à reflexão, como se pode observar no excerto 2, apresentado a seguir.

Excerto 2: O vídeo transcrito foi coletado na 3ª aplicação da pesquisa. Nele consta o registro do momento em que os pares planejam a criação de uma animação para representar a cadeia alimentar. Retrata o momento em que as alunas discutem sobre qual direção as setas devem indicar e revela os diferentes posicionamentos que possuem a respeito da temática em estudo.

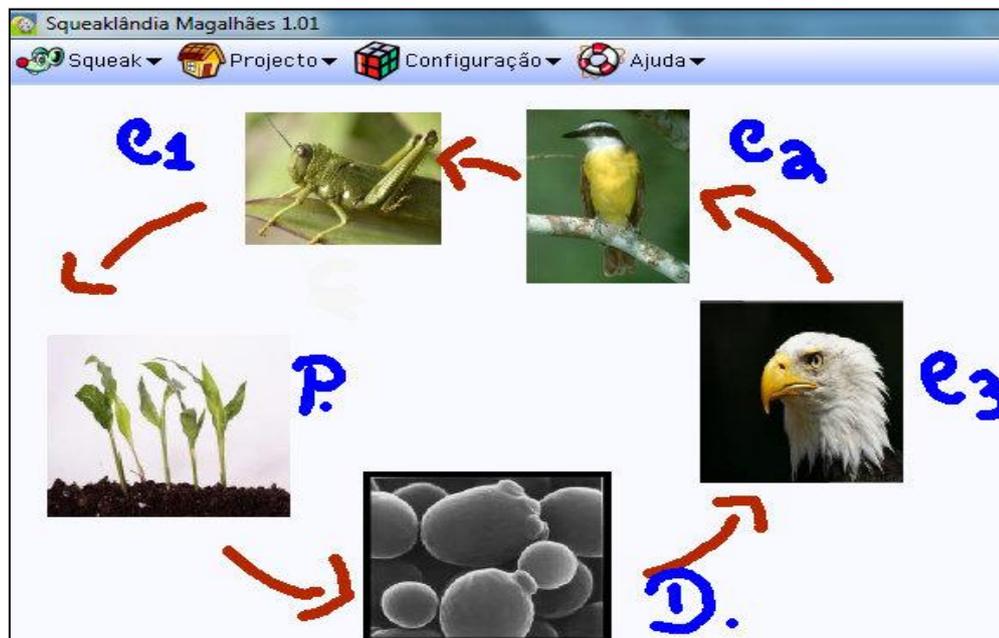
- 1 - **P:** Porque você acha que deve ser assim, aluna C?
- 2 - **Aluna M1:** não é o gafanhoto que come a planta, o sabiá o gafanhoto, a cobra o sabiá... então porque que a seta é assim?
- 3 - **P:** por que você acha que é dessa forma, Aluna C?
- 4 - **(Aluna C indica a ordem da cadeia alimentar)**
- 5 - **P:** e você, aluna M1, pensa diferente?
- 6 - **(Aluna M1 diz que a direção das setas que indicam a orientação da cadeia alimentar deveria ser diferente)**
- 7 - **(Alunas permanecem em dúvida quanto a essa questão)**
- 8 - **P:** o que essa cadeia indica? o que vocês estão representando nessa cadeia?
- 10 - **Aluna M1:** os consumidores?
- 11 - **P:** Quem são os consumidores?
- 12 - **(Alunas indicam, no desenho criado, os consumidores primário, secundário, terciário e quaternário, além do produtor)**
- 13 - **P:** e a questão do fluxo de energia?
- 14 - **(Aluna M1 indica, no desenho criado, em que direção se dá o fluxo de energia)**
- 15 - **P:** ela vai aumentando ou diminuindo ao longo da cadeia?
- Aluna M1:** diminui.
- 16 - **P:** porque?
- 17 - **Aluna M1:** porque não tem como ficar com a mesma energia. Eles liberam.
- 18 - **Aluna C:** na forma de calor.
- 19 - **P:** que vai se perdendo, é isso?
- 20 - **(Alunas concordam)**
- 21 - **P:** mas porque que se perde?
- 22 - **Aluna M1:** porque ele vai pular de um galho para outro... (risos)
- 23 - **P:** e quem tem mais energia?
- 24 - **Aluna M1:** a planta.
- 25 - **P:** e depois da planta?
- 26 - **Aluna M1:** o gafanhoto.

As situações discutidas anteriormente estão de acordo com perspectiva de Masseto (2003), que aponta como características da mediação o diálogo permanente, a proposição de problemas e perguntas orientadoras. É possível observar no excerto 2, que as

perguntas lançadas pelo pesquisador tinham o propósito de instigar o pensamento dos alunos a fim de que chegassem ao entendimento do que estava sendo estudado.

As estratégias utilizadas buscaram chamar atenção para elementos conceituais, essenciais à compreensão e resolução do problema. No momento da criação do desenho sobre o fluxo de energia na cadeia alimentar (ver figura 4) surgiram dúvidas sobre a direção para quais as setas deveriam apontar. Nestes momentos o pesquisador interveio, perguntando o que estavam buscando representar. A partir da pergunta lançada, os estudantes identificaram alguns dos componentes da cadeia alimentar (produtores e consumidores) e como se dá o fluxo de energia, chegando às respostas, por si mesmos, a partir das suas próprias reflexões.

Figura - 4: Desenho criado pelos estudantes para representar cadeia alimentar



A atuação do professor enquanto mediador no processo de ensino e aprendizagem está de acordo com os postulados de Vygotsky (2007), que destaca a importância da atuação do mais experiente como essencial ao processo de aprendizagem. Neste mesmo sentido, Wood (2008) afirma que o apoio oferecido ao menos experiente irá ajudá-lo a realizar tarefas até que ele ganhe autonomia para realizar sozinho. Confirmando as ideias anteriores, Goes (1997) ressalta o papel do professor como encorajador e facilitador do processo de aprendizagem.

4.1.4 Aula expositiva como estratégia didática

O fato de atuar como pesquisador e também desempenhar a função de professor, possibilitou que surgissem diversas reflexões no decorrer do processo. Em determinado momento da realização projeto-piloto observou-se que os estudantes conseguiam colaborar quando se tratava de implementar soluções, de escolher recursos do *software*, mas quando se tratava dos conceitos de Biologia, havia recusa em estabelecer interações.

Diante da resistência dos estudantes ao estudo dos conteúdos de Biologia, citada anteriormente, surgiram dúvidas sobre as estratégias didáticas utilizadas. Durante a quinta aplicação da etapa piloto, questionamentos sobre qual a melhor estratégia a ser adotada. Será a aula expositiva, a melhor estratégia a ser utilizada? Qual a importância da aula expositiva na proposta metodológica que pretende incentivar o surgimento de práticas colaborativas?

Nesta mesma perspectiva, Mortimer (2000) manifesta inquietação ao questionar: “não estariam essas exposições orais em contradição com a proposta construtivista?”. Respondendo à própria pergunta o autor reconhece a importância das aulas expositivas para o processo de ensino-aprendizagem.

Diante da tarefa de facilitar a apropriação dos saberes produzidos pelas ciências, cabe à escola e aos professores essa tarefa primordial. Neste sentido, as aulas expositivas assumem a função de aproximar os estudantes desse universo desconhecido e pouco explorado. Tal como Mortimer (2000) constatou-se através desta pesquisa, a importância da explanação diante das dificuldades dos estudantes com essa área de estudos.

Das constantes reflexões respeito da natureza das mediações em sala de aula depreende-se a necessidade de desenvolver o olhar crítico sobre as ações que desenvolve e sobre as diretrizes que lhes são repassadas. Esta postura também deve ser adotada quando se trata de integrar o computador como suporte ao processo de ensino-aprendizagem a fim de se chegar às maneiras mais adequadas de uso. Embora seja possível fornecer pistas sobre como utilizá-los, nenhuma receita dá conta de realidades tão diversas e complexas.

Identifica-se desta forma a importância da reflexão sobre a própria prática e de como ela pode interferir, modificar e dar novos direcionamentos à ação docente. Cada situação didática é carregada de especificidades, que requerem a mediação atenta do professor a fim de que ele possa propor estratégias que melhor se ajustem a cada situação.

Os achados proporcionados pela pesquisa revelaram situações em que a atuação do professor enquanto mediador foi essencial ao processo de ensino-aprendizagem. De

diferentes maneiras a mediação docente instigou os estudantes a refletirem sobre o que estava sendo estudado, provocando neles reflexões e questionamentos.

4.1.5 Interação entre pares

Um dos focos das análises deste trabalho são os momentos de interação entre os pares e destes com o professor, que ocorreram tanto no momento da criação dos desenhos e/ou animações quanto na socialização das produções. As interações que emergiram das situações de intervenção mostram-se capazes de influenciar na participação, envolvimento e surgimento de discussões a respeito dos conteúdos estudados, fato considerado relevante diante da postura passiva dos estudantes relatadas no decorrer deste trabalho. Os diversos trechos relatados a seguir confirmam as constatações apresentadas.

No excerto 3 (trechos 11, 12 e 13) uma das participantes comenta as relações entre a poluição do ar e o efeito estufa. No excerto 4 (trechos de 5 a 11) as participantes relacionam o ciclo da água à poluição dos rios e à necessidade do zelo pelo ambiente onde se vive. Percebem também que a degradação dos rios interfere na cadeia alimentar, provocando desequilíbrios. No excerto 8, o relato das estudantes revela que ambas conseguiram perceber as relações de causa de efeito entre a poluição atmosférica e seu impacto sobre a intensificação do efeito estufa e seus efeitos sobre o derretimento das calotas polares.

As situações analisadas mostram que os estudantes interagiram, compartilharam ideias e tomaram decisões sobre como proceder diante dos desafios que lhes foram propostos. Torres e Irala (2007) destacam que as práticas colaborativas têm como característica o engajamento mútuo e o esforço coordenado. No excerto 3, apresentado a seguir, observa-se na ação conjunta das alunas, negociação e coordenação de pensamentos a fim de preparar a execução da tarefa que lhes foi proposta.

Os trechos 03, 06 e 08 descrevem as ideias iniciais das alunas e revelam que cada uma dispunha de perspectiva diferente a respeito do que representar. Entretanto, a partir das interações estabelecidas chegou-se a um consenso, capaz de unificar a proposta de solução para o desafio lançado, como se pode verificar nos trechos 09, 10 11. Constata-se desta forma o que foi dito pelos autores Torres e Irala (2007) anteriormente, que as situações colaborativas favorecem o engajamento mútuo e esforço.

Excerto 3: O áudio do vídeo transcrito foi coletado na 8ª aplicação da pesquisa. Neste momento foi proposto a criação de animação para representar diferentes

formas de poluição. Nele consta o registro do planejamento previsto por um dos pares, a fim de realizar a atividade a eles proposta.

- 1 - **P**: o que vocês tão pensando de fazer ?
- 2 - **(a afirmação a seguir é feita indicando o desenho criado no *laptop*)**
- 3 - **Aluna M**: tipo uma indústria, uma casinha, bem por aqui assim, aí jogando o esgoto.
- 4 - **Aluna C**: tu falou sobre poluição da água?
- 5 - **Aluna M**: é
- 6 - **Aluna C**: falei do ar... só se botar assim... tipo uma indústria ... aí solta fumaça e o esgoto para dentro da água.
- 7 - **(P pediu que deixassem mais claro o que a dupla propunham fazer)**
- 8 - **Aluna M**: ela falou sobre a poluição do ar e eu falei sobre a poluição da água.
- 9 - **Aluna C**: a gente vai juntar as duas coisas e criar uma só.
- 10 - **P**: detalhem como será a animação a ser criada
- 11 - **Aluna M**: a gente vai juntas os dois, fazendo uma fábrica poluindo o ar e soltando esgoto dentro do rio e sendo assim polui o ar pra gente e polui os rios pros animais morrerem, como os peixes. Não tem comida pros outros se alimentarem.
- 12 - **P** pergunta: de que forma essa ideia de vocês se relaciona com o que estudamos aqui durante esses oito encontros?
- 13 - **Aluna C** pede a palavra, levantando a mão e diz: “tem, na parte que eu falei, na poluição do ar, afeta o ar que a gente respira, isso vai ajudando no efeito estufa.”

O trecho apresentado anteriormente evidencia uma das características das situações de colaboração, a co-construção do conhecimento (JEONG, 1997). De uma situação inicial, em que cada estudante tinha uma ideia particular de como representar uma das formas de poluição que atingem o meio ambiente, chegou-se a uma proposta que resultou da junção entre as ideias de ambos, ou seja, a ideia final é resultante do compartilhamento das ideias individuais iniciais. Nesta mesma perspectiva, Jeong (1997) também destaca a importância da representação compartilhada no sentido de contribuir para aprendizagem.

As transcrições apresentadas nos excertos 1 e 4, também confirmam as formulações de Damiani (2008) a respeito da importância do trabalho conjunto, do apoio recíproco, da confiança mútua e da co-responsabilidade na realização das ações. Ao partilhar a responsabilidade pela atividade, os estudantes chegaram ao entendimento comum a respeito do percurso a ser adotado ampliaram a ideia inicial.

O papel do outro e das interações sociais são destacados por Vygotsky (2007), como essenciais à aprendizagem. As sequências apresentadas a seguir evidenciam a importância das trocas estabelecidas pelos pares no sentido de formar novas ideias a respeito de um tema estudado.

Questionados sobre como fariam a animação proposta pelo pesquisador, os alunos responderam:

Excerto 4: O vídeo transcrito foi coletado na 8ª aplicação da pesquisa. Nele consta o registro do momento em que os pares comentam como será criada a animação para representar as diferentes formas de poluição.

1 - Aluna L: a gente vai apresentar o que a gente aprendeu, só que no *Squeak*... a gente encontra muito do dia-a-dia a poluição nos rios... aí eu queria demonstrar.

2 - P: que conteúdos você relaciona com a poluição dos rios, do que vocês estudaram até aqui?

3 - Aluno J: o meu dá pra relacionar porque eu fiz da eu fiz a poluição dos combustíveis fósseis, dos veículos, aí da pra relacionar com os gases do efeito estufa.

4 - P: e a animação que vocês pretendem criar no *Squeak*, de que forma ela se relaciona com o que a gente estudou nesse tempo aqui?

5 - Aluna L: um conteúdo que eu achei muito interessante foi o ciclo da água... quando chove não forma o rio?! Nesse rio, poderíamos aproveitar de outra forma, não jogando lixo.

6 - P: Tô entendendo, a questão da poluição dos rios com o ciclo da água, não é?! Mas aí, eu teria uma pergunta a fazer... nós estudamos a cadeia alimentar, não foi?! Será que ela se relaciona de alguma forma com a poluição dos rios?

7 - Alunos permanecem pensativos...

8 - P: de que forma a poluição dos rios interfere na cadeia alimentar?

9 - Aluna L: ahhh... (expressão de admiração) com o derramamento de petróleo no rio, os peixes vão morrer, eu pensei desta forma.

10 - P: to acompanhando o seu raciocínio... e como ela interfere mais?

11 - Aluno J: interfere na... se matar ... me ajuda aluna L... se matar um certo tipo de peixe, o que se alimenta dele também vai entrar em extinção.

12 - Aluna L: Justamente, aluno J! Comemora

Das interações estabelecidas entre os alunos e destes com o professor surge a constatação de que a poluição interfere e tem conseqüências para a cadeia alimentar. Constata-se desta forma a importância das trocas estabelecidas entre os diversos participantes do processo de ensino-aprendizagem.

Por esta nova perspectiva o processo de ensino-aprendizagem ganha um caráter coletivo em detrimento do que habitualmente acontece no cotidiano escolar, predominantemente marcado por ações individuais e/ou competitivas. Observa-se neste nas transcrições apresentadas que a relação que se estabelece entre os participantes foi determinante para as novas constatações a que chegaram os estudantes.

A atuação do mais experiente na aquisição de novos saberes tem grande destaque nas formulações de Vygotsky (2007). No contexto de sala de aula esse papel pode ser desempenhado tanto pelo professor, quanto por colegas, que em um determinado momento, tenham adquirido maior conhecimento a respeito de uma temática específica.

Decorre dessas premissas a formulação do conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal, proposto por Vygotsky (2007), que atribui à escola a função primordial criar estes espaços onde ocorram trocas simbólicas, que reformulam os pensamentos individuais a partir das interações estabelecidas.

O excerto 4 retrata uma situação em que os participantes, inicialmente, possuem compreensões diferentes. Da divergência inicial se chega à junção dos pontos de vista. Surgiu uma nova constatação que é mais abrangente do que a soma das percepções iniciais. O fato dos estudantes dialogarem sobre o conteúdo estudado, trocarem ideias e formularem novas compreensões da questão indica que a ação coletiva possibilitou os estudantes a irem além do que podiam fazer individualmente.

A sintonia que surgiu entre os participantes favoreceu o surgimento de novas compreensões e possibilitou aos estudantes adentrar no que Vygotsky (2007) concebe como ZDP. Esse espaço simbólico de comunicação e interação, como é tratado por Meira e Lerman (2001), ou ainda o espaço simbólico de construção compartilhada, como é retratado por Colaço (2001), possibilitou o surgimento uma concepção comum a todos, vai além da soma das compreensões individuais.

Neste mesmo sentido, Luckin (2010) ressalta a interação com os pares a partir da ideia de andaimes, que dão suporte ao entendimento dos participantes dos momentos de interação. O excerto também mostra indícios que a troca de ideias entre os pares e as intervenções realizadas pelo pesquisador serviram para dar suporte à formulação de novas compreensões o que confirma as formulações da autora quanto a ideia dos andaimes.

Depois de socializarem o desenho criado, relatando aspectos semelhantes aos que foram citados do vídeo anterior, o pesquisador lança outros questionamentos.

Excerto 5: O vídeo transcrito foi coletado na 8ª aplicação da pesquisa. Nele consta o registro do momento da socialização do desenho criado, por um dos pares, para representar diferentes tipos de poluição.

1 - P: Na animação que eles criaram tem mais algum conteúdo tem mais algum conteúdo que foi estudado aqui, nesses 8 encontros, que se relaciona com o que eles criaram? Ver desenho criado pela dupla 2.

2 - Aluna M: que está presente ou ta faltando?

3 - P: ou então que está faltando, pode ser também.

4 - Aluno J: que ta faltando, mas que deveria estar presente.

5 - Aluna M: a fotossíntese.

6 - P: de que maneira a fotossíntese se relaciona com o que eles fizeram?

Pausas... Não conseguem inicialmente articular um argumento para responder.

7 - Aluna M: foi um dos conteúdos que estudamos aqui e ta faltando.

8 - P dirigindo à dupla 02, pergunta: e vocês? teria mais algum conteúdo que vocês identificam?

9 - Aluno J: acho que pra colocar a fotossíntese, tem que colocar a árvores, né?!

10 - Aluna L: não, mas como você vai colocar a fotossíntese, pra aumentar poluição se ela absorve carbono?

11 - P: há alguma relação entre a poluição atmosférica, a poluição e o ciclo do carbono?

12 - Aluna L: não, a árvore absorve o carbono né?!

13 - P: onde o carbono está presente inicialmente e como ele entra na cadeia alimentar?

14 - Aluna M: fotossíntese

15 - Aluna C: as árvores energia do sol, com isso elas... criam a fotossíntese. Soltam oxigênio. As plantas tem carbono. Os animais que se alimentam das plantas absorvem carbono também.

16 - Aluno J: os animais absorvem carbono através da alimentação, das árvores.

4.1.6 Contribuições ao processo de ensino-aprendizagem

O aumento da verbalização destacado por Jeong (1997) como uma das características das situações em que ocorre colaboração entre os pares foi verificado nas situações didáticas proporcionadas pela intervenção realizada durante a pesquisa. No início do trabalho os estudantes participavam ativamente quando se tratava do uso do aplicativo. Entretanto, quando se buscava relacionar o uso do aplicativo ao estudo dos conteúdos estudados a atuação dos participantes diminuía consideravelmente.

No decorrer das aplicações, observou-se aumento na participação dos estudantes e na verbalização das suas ideias a respeito dos conteúdos de Biologia representados através de desenhos e animações criados.

Como se afirmou anteriormente as situações colaborativas ampliam a verbalização das ideias. Este fato ganha importância a partir das formulações de Vygotsky (2007) a respeito da linguagem enquanto mediadora dos processos de desenvolvimento das funções psicológicas superiores.

As diversas falas apresentadas mostram que houve regulação mútua do pensamento. Que a expressão dos diversos pensamentos surgiu uma troca de entendimentos e que influenciou o surgimento de um pensamento coletivo a respeito das questões tratadas.

Tais criações foram utilizadas para representar os fenômenos estudados na disciplina Biologia. Desta forma, ao comentar sobre o que estavam produzindo, comentavam sobre os conteúdos escolares. No caso específico do excerto 10 referem-se aos estudos sobre a poluição e aos conteúdos a este relacionado, que foram estudados anteriormente. Em diversas transcrições aqui apresentadas verifica-se que os alunos manifestaram-se, apresentaram suas ideias, trocaram pontos de vista sobre os referidos conteúdos, o que pode se constituir num ganho ao processo de ensino-aprendizagem.

A proposta metodológica adotada neste trabalho favoreceu o surgimento de interações entre os estudantes. O fato dos estudantes terem sido provocados a criar, ao invés

de apenas assistirem aulas expositivas, constitui-se um estímulo à troca de ideias. Os dois momentos principais de observação do pesquisador, a elaboração de animações em pares e a socialização das animações são evidências do quanto essa participação dos estudantes foi ampliada.

4.2 Estudo dos conteúdos de Biologia

A partir do referencial teórico adotado neste trabalho, foram observadas algumas dificuldades para o processo de aprendizagem de Biologia, identificadas através do desinteresse diante das temáticas propostas, da perspectiva individualista do processo de aprender e da dificuldade de colaborar em relação às temáticas estudadas, além da utilização de conceitos utilizados inadequados do ponto de vista científico. A partir de agora estas situações serão descritas e analisadas, à luz dos pressupostos teóricos escolhido para esta pesquisa.

4.2.1 Dificuldades ao estudo dos conteúdos de Biologia

Durante a 5ª aplicação realizada na etapa piloto foi registrado em diário de campo relato sobre a resistência dos participantes ao estudo de Biologia, como fica demonstrado no relato descrito a seguir:

Detectou-se a dificuldade em fazer com que os alunos buscassem informações a respeito da fotossíntese. Mesmo incentivados pelo pesquisador resistem. Demonstraram interesse pelo manuseio da ferramenta *Squeak*, pela criação das animações, mas mostraram-se desmotivados quando se trata dos conteúdos de Biologia¹.

Ficou claro o desinteresse principalmente em função da recusa inicial em criar animação para representar a fotossíntese e da manifestação de descontentamento expresso através de questionamentos como: “precisa ser estas coisas de Biologia?” ou “Quem foi que mandou?” Indagavam se o fato do pesquisador estar ali, propondo aquele estudo, tinha sido a pedido professora que ministrava a disciplina Biologia.

¹ Fonte: coleta direta

Tais questionamentos trouxeram à tona a desmotivação dos estudantes aos estudos desses conteúdos. Mesmo com o uso de uma ferramenta tecnológica, que despertou o interesse deles pelos seus manuseios recusaram-se, inicialmente, a associar o uso do computador ao aprendizado dos conteúdos disciplinares propostos.

Na 7ª aplicação da etapa piloto, mais uma vez observou-se resistência ao estudo dos conteúdos de Biologia. Mesmo diante de um conteúdo mais próximo da sua realidade, a temática poluição não conseguiu atrair interesse suficiente. Para conseguir realizar a aplicação planejada, foi necessária atuação insistente do professor.

Outro fator que se mostrou em um obstáculo considerável foi a perspectiva individualista do processo de aprendizado, que esteve presente em diversos momentos. Como foi mencionando, sobretudo na etapa piloto, a utilização do *laptop* esteve voltada para ações individuais, ao mesmo tempo em que havia uma tendência para a simples divisão de tarefa, onde cada um fazia a sua parte, sem interagir com os colegas e pequena disponibilidade para trocar ideias.

Os diversos momentos de socialização criados no decorrer da pesquisa permitiram ao pesquisador ter acesso aos pontos de vista formulados pelos estudantes a respeito dos conteúdos estudados. Graças a essa possibilidade, foi possível detectar as compreensões que não estavam de acordo com as versões apresentadas pela Ciência e que estão expressas no livro didático disponível na escola.

A transcrição apresentada a seguir demonstra uma situação com as características comentadas anteriormente. Além desta situação, noutras duas ocasiões os estudantes trataram-na da mesma forma. Tal compreensão parece estar baseada em uma visão intuitiva, cotidiana, que se estende e influencia a maneira como os estudantes entendem os fenômenos estudados pela Ciência.

Excerto 6: O vídeo transcrito foi coletado na 3ª aplicação da pesquisa. Nele consta o registro do momento da socialização do desenho criado, por um dos pares, para representar diferentes tipos de poluição.

- 1 - Aluna C: aqui é o sol e ele libera energia para a planta. A planta é o produtor...
- 2 - Aluna M1: o gafanhoto é o consumidor primário. Come a planta e a metade da energia da planta passa pro gafanhoto...
- 3 - Aluna C: não passa toda porque ele libera calor. A sabiá come o gafanhoto. A sabiá é o consumidor secundário. A cobra é ...
- 4 - Aluna M1: o consumidor terciário.
- 5 - Aluna C: a cobra é o consumidor quaternário... As bactérias são os decompositores... aí a planta acaba se alimentando deles.

A linha 5 do excerto 6 expressa a compreensão inadequada da aluna, quando esta se refere que as plantas se alimentam das bactérias. Há duas inconsistências na sua fala: primeiro a ideia de que a planta se alimenta de algo externo. Segundo, a ideia de que as plantas absorvem as bactérias e não alguns componentes que são obtidos a partir da ação de alguns decompositores.

As dificuldades de compreensão dos conteúdos próprios das ciências são apresentadas por alguns autores como razões para o desinteresse relacionado a esta área de estudos. Pozo e Crespo (2009) destacam que os estudantes não conseguem se apropriar dos conceitos científicos. Uma das causas deste fato é a interferência das concepções espontâneas, que são pré-concepções desenvolvidas pelos estudantes e que se mostram muito resistente às mudanças (MORTIMER, 2000).

Nesta mesma perspectiva, Lumpe e Staver (1995) discutem as dificuldades que os estudantes têm de compreenderem que as plantas produzem seu próprio alimento e não precisam de uma fonte externa para isto. Este fato foi verificado nos estudos realizados durante esta pesquisa e confirma a necessidade destas questões serem levadas em conta durante o processo de ensino-aprendizagem de Biologia.

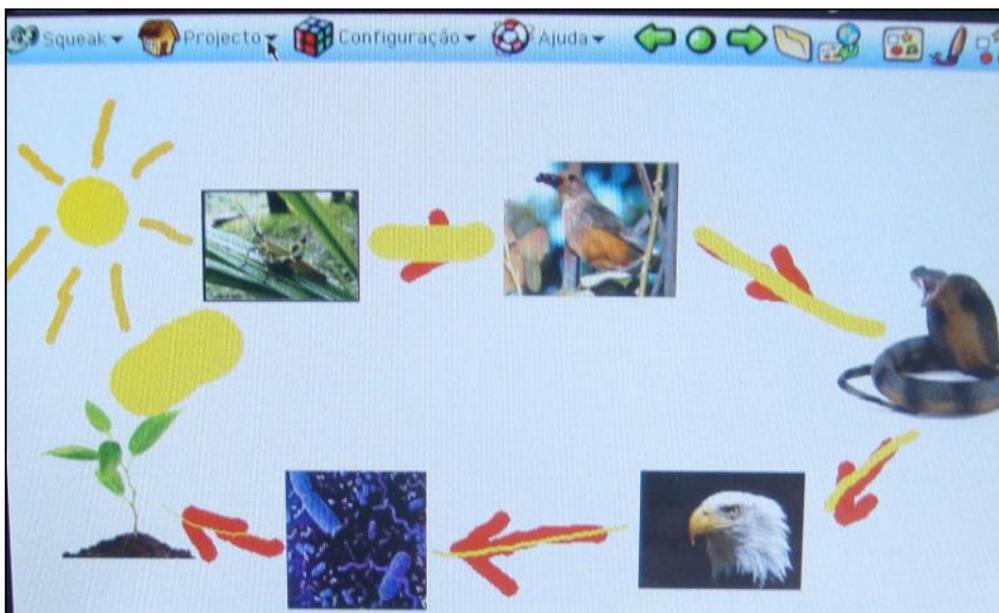
4.2.2 Contribuições ao processo de ensino-aprendizagem de Biologia

Durante a pesquisa foram identificadas algumas contribuições ao processo de ensino-aprendizagem de Biologia, evidenciadas através dos momentos de colaboração estabelecidas, do surgimento de discussões conceituais, da compreensão adequada dos conteúdos estudados e da capacidade de estabelecer relações entre os diversos conteúdos estudados e destes com os desenhos e animações criadas e ainda com situações do cotidiano.

a) Compreensão adequada dos conteúdos estudados

Os momentos de socialização possibilitaram a exposição dos pontos de vista dos estudantes. Desta forma, foi possível identificar aqueles que estavam coerentes com as referências encontradas no livro didático utilizado na escola. Serão apresentadas, a seguir, algumas destas situações, acompanhadas de reflexões embasadas do referencial teórico.

Figura - 5: Desenho criado para representar o fluxo de energia na cadeia alimentar



Ao tratar do fluxo de energia na cadeia alimentar, os estudantes criaram um desenho para representá-lo (figura 5). Em seguida, no momento da socialização com os colegas, descreveram como o fenômeno ocorre. O desenho demonstra que o fluxo de energia parte da planta e que vai sendo reduzido ao longo da cadeia alimentar.

O diálogo das alunas M1 e C a seguir referem-se à temática “fluxo de energia na cadeia alimentar” e tem como referência o desenho indicado na figura anterior. Ambas demonstram que o pensamento dos estudantes é coerente com o ponto de vista científico.

Excerto 7: O vídeo transcrito foi coletado na 4ª aplicação da pesquisa. Nele consta o registro do momento da socialização do desenho criado, por um dos pares para representar o fluxo de energia na cadeia alimentar.

1 - Aluna M1: “isso aqui tá representando a energia, que era para ter começado do sol para a planta... a planta recebe mais energia, que passa pro gafanhoto, que passa pro sabiá, pra cobra, pra cá... ela vai se acabando, vai diminuindo. Nunca vai o tanto certo, vai diminuindo.”

2 – (Apontando para o desenho criado a aluna C diz:)

3 - Aluna C: aqui é a energia todinha (indica o primeiro elemento da cadeia), aqui já vai diminuindo.

4 - Aluna M1: nunca passa a energia toda, sempre vai diminuindo.

O diálogo registrado contém conceitos que são coerentes com o ponto de vista científico. A fonte de energia disponível aos seres vivos é sol e entra na cadeia alimentar através de seres fotossintetizantes, como as plantas. A partir daí passa de um nível trófico a outro da cadeia alimentar sempre diminuindo de quantidade ao longo deste percurso, já que

uma parte da energia se perde, sendo liberada na forma de calor, enquanto outra é utilizada no metabolismo desses seres vivos.

Figura - 6: Animação criada para representar o ciclo do carbono



A representação do conteúdo é um ponto de partida importante já que expressa a compreensão que o estudante possui a respeito do que está sendo estudado. A figura acima revela a compreensão adequada dos estudantes, pois retrata que o gás carbônico é liberado pelo ser humano para a atmosfera, absorvido pela planta, repassado a outros animais, podendo retornar ao ser humano. Além de criar a animação, os estudantes relataram suas ideias a respeito, como é possível observar no relato apresentado a seguir.

Excerto 8: O vídeo transcrito foi coletado na 6ª aplicação da pesquisa. Nele consta o registro do momento da socialização do desenho criado, por um dos pares para representar o ciclo do carbono.

1 - Aluna M2: o carbono está na atmosfera, a árvore absorve e passa pro pato (*animal indicado na animação*), do pato passa pra pessoa e a pessoa passa novamente o gás carbônico na atmosfera. Aí fica nesse ciclo... indo e voltando...

2 - P: como é que a pessoa libera esse gás carbônico, através de que?

Aluna M2: da respiração?!

As compreensões iniciais que cada estudante adquiriu foram submetidas, na continuidade das aplicações, às intervenções do pesquisador e à confrontação com as ideias dos colegas. No excerto 9, descrito a seguir, observa-se o relato da estudante e a mediação do professor, no intuito de depurar o conteúdo estudado.

Excerto 9: O vídeo transcrito foi coletado na 6ª aplicação da pesquisa. Nele consta o registro do momento da socialização do desenho criado, por um dos pares para representar o ciclo do carbono.

1 - Aluna C: o CO₂, ele é absorvido pela plantas e também liberado, como também é pelos animais, porque no caso aqui, esse animal aqui (*apontando para o desenho criado no laptop*) como ele come a planta e a planta recebeu CO₂, ele também ficou com o CO₂. Ele é basicamente formado por carbono. Tem outras membranas também, mas carbono também tá no meio. Aí, quando ele morre, ele é decomposto pelas bactérias. Aí... as plantas se alimentam também das bactérias... elas ficam lá no solo e elas acabam se alimentando lá das bactérias... no caso eles servem como nutrientes para as plantas.

2 - P: a partir do que você desenhou, como é que o carbono entra nesse ciclo de vida e como é que ele volta para a atmosfera, porque vocês sabem que o carbono está lá presente no gás carbônico... C-O₂. (*pausa do C, para identificar o carbono*). Ele tá na atmosfera, no ar. Ele passa a fazer parte desse ciclo, da cadeia alimentar e depois volta para a atmosfera. A partir do seu desenho aí, o que você pode me dizer sobre isso?

3 - Aluna C: que ele é absorvido pelas plantas e ele volta para a atmosfera pela transpiração, pelo suor.

b) Capacidade de relacionar conteúdos diferentes

Pozo e Crespo (2009) destacam que compreender é identificar as relações entre diversos saberes. É situá-los dentro de uma rede de significados. Uma pessoa adquire um conceito quando é capaz de dotar de significado uma informação que lhe é repassada. Na sequência apresentada a seguir, observa-se que durante os estudos do conteúdo Poluição os estudantes identificaram as relações entre este conteúdo e outros estudados anteriormente, como se pode ver no excerto 10, a seguir.

Excerto 10: O vídeo transcrito foi coletado na 8ª aplicação da pesquisa. Nele consta o registro do momento da socialização do desenho criado, por um dos pares, para representar diferentes tipos de poluição.

1 - Aluna M: “A fábrica joga... (ALUNA C: dejetos) dejetos no rio, matando os animais, diminuindo a comida das aves e também soltando gases poluentes no ar, aumentando o efeito estufa assim, o efeito estufa”.

2 - P: Um exemplo desses gases poluentes...

3 - Aluna M: CO₂?

4 - P: CO₂

5 - P: certo, continuem... o que mais vocês tem a falar?

6 – (a afirmação a seguir é feita indicando o desenho criado no laptop)

7 - aluna M: com o esgoto jogado nos rios mata os animais, os peixes e os microorganismos, diminuindo a cadeia alimentar das aves. Né?!
8 - (a afirmação a seguir é feita indicando o desenho criado no laptop)

9 – aluna M: polui o ar, sendo assim aumentando o calor da terra.

10 - Aluna C: por causa do efeito estufa, a temperatura tá se elevando muito por causa dos gases que a fábrica solta, por causa dos combustíveis fósseis que são queimados, negócio de carro, essas coisas... por causa das queimadas. Por causa disso o ar... a temperatura vai se elevando muito... uma consequência disso é que as

geleiras... a temperatura ta tão quente que elas tão derretendo e aumentando o nível do mar. Daqui uns dias, vai tomar as terras tudim e nós vamos morrer afogados (risos)”.

11 - P: o efeito estufa em si, ele prejudica? Ou pode ser positivo também? Ele tem algum benefício?

12 - Aluno J: o efeito estufa ele é benéfico, agora com a ação do homem ta tornando... (aluna L, completa: “maléfico”).

13 - P: Porque? Como ele pode se tornar maléfico?

14 - Aluno J: o gás que é liberado do sol não volta”

15 - P: a radiação solar né?!

16 - P: E não volta porque?

17 - Aluno J: Por causa da acumulação de gases que está muito grande.

18 - P: o que mais vocês têm a acrescentar? Dos conteúdos que nós estudamos até agora, quais foram os que vocês identificaram que estão relacionados com o desenho ou animação de vocês?

19 - Aluna M: o efeito estufa, a cadeia alimentar.

20 - P: Porque a cadeia alimentar se relaciona com o que vocês criaram?

21 - (a afirmação a seguir é feita indicando o desenho criado no laptop)

22- Aluna C: por causa da poluição dos rios tá matando os peixes... aí aves que se alimentam dos peixes, como os peixes vão morrer, elas não vão ter do que se alimentar... vão ficar com fome e vão morrer também.

23 - Aluno J: entendi o raciocínio da aluna C agora, é porque tem aqueles pássaros que se alimentam dos próprios peixes. Com a extinção dos peixes, há a extinção dos pássaros também.

O conteúdo poluição é relacionado ao conteúdo cadeia alimentar, estudado anteriormente. Na oportunidade os estudantes observaram que as consequências da poluição interferem na cadeia alimentar, ocasionando a morte de alguns dos seus elementos e por consequência afeta dos diversos níveis tróficos e seus componentes.

Outro conteúdo relacionado à poluição foi o efeito estufa. Das interações realizadas, os estudantes chegaram à conclusão que o aumento da presença de gases na atmosfera - ocasionado pela queima das árvores e da emissão de gases das indústrias - intensifica o efeito estufa e este, por sua vez, provoca a elevação do clima no planeta.

Da capacidade de interagir entre si e da intervenção realizada pelo pesquisador os estudantes conseguiram contextualizar os diversos conteúdos estudados. Nesta situação os saberes da ciência passaram a ter significado para eles e as dificuldades de entendimento e envolvimento foram minimizadas, o que mostra a estratégias adotadas tiveram impacto positivo diante das dificuldades discutidas neste trabalho.

c) Dos conceitos às atitudes

As diversas falas dos estudantes apresentadas neste trabalho também evidenciam a utilização de estratégias para solucionar os problemas que lhe foram propostos. Diante das situações didáticas propostas os estudantes não se restringiram à simples utilização de

técnicas repetitivas, mas foram capazes de elaborar um planejamento e organização de ações de maneira a solucionar o desafio em questão.

A perspectiva adotada durante a pesquisa levou em conta a utilização a necessidade de focar diferentes conteúdos, sejam eles conceituais, procedimentais ou atitudinais. Quando se trata da aquisição dos conteúdos conceituais Pozo (2009) considera que compreender seria equivalente a expressar com suas próprias palavras. Neste sentido o excerto X abaixo é uma amostra de como os estudantes expressaram suas concepções a respeito dos conteúdos estudados.

Em diversos excertos apresentados os estudantes elaboram conjuntamente e expressam explicações próprias a respeito das temáticas estudadas. Ao tomar como referência as proposições de Pozo (2009), relatadas anteriormente, é possível apontar indícios que as compreensões foram ampliadas, já que os estudantes foram capazes de, utilizando sua própria linguagem, explicar como se deu.

Esta perspectiva do processo de ensino-aprendizagem está de acordo com a proposta de Pozo e Crespo (2009), que retrata a importância do enfoque nos conteúdos procedimentais. De acordo com os autores a utilização de problemas abertos que requeiram do aluno planejamento e reflexão os levará a formulação de estratégias e acompanhamento sistemático, campo fértil para reflexão sobre o que está sendo estudado.

Em muitas situações esse tipo de conteúdo é negligenciado pelo professor, que tem como premissa a aplicação indiscriminada de conteúdos conceituais e, desde que o ritual de apresentação destes conteúdos esteja realizado, sua tarefa já estará cumprida. Este fato impede que a formulação de estratégias, levando-o à repetição cega de busca pela resposta, muitas vezes baseadas apenas em um limitado método de tentativa e erro.

O excerto 10 é um claro exemplo que diversos conteúdos conceituais podem ser utilizados para resolver desafios lançados aos estudantes. O enfoque desta ação didática não foram os conteúdos conceituais. Entretanto, eles eram essenciais à compreensão e a posterior solução do desafio em questão, fato que mobilizou os diversos conteúdos diante de um objetivo principal e os fez adquirir propósito e utilidade.

Nesta perspectiva considera-se que, ao propor situações didáticas com as possibilidades comentadas anteriormente, a proposta metodológica ofereceu um benefício ao processo de ensino-aprendizagem de Biologia, já que conseguiu integrar diversos tipos de conteúdos.

Em outras situações foram comentadas as dificuldades enfrentadas pelos professores diante do reduzido envolvimento dos estudantes, quanto aos estudos das ciências da natureza, o que é considerado um dos principais empecilhos à sua aprendizagem. Muitas vezes ignorado pelos docentes, os conteúdos atitudinais se mostraram de grande relevância e precisam ser alvo de reflexões e direcionamentos.

Quanto a este aspecto, mais uma vez observaram-se aspectos positivos no decorrer da aplicação da intervenção. Verificou-se o surgimento de posturas que demonstraram envolvimento com as temáticas apresentadas e capacidade crítica ao perceber que a ação do ser humano interfere de maneira destrutiva sobre o ambiente do qual se faz parte. Que a ciência não tem um caráter neutro, mas que seus produtos e artefatos podem ser utilizados de maneira indevida. As falas apresentadas pelos estudantes no excerto 8 deixam claro suas percepções acerca da intensificação do efeito estufa e que sua origem está relacionada aos hábitos destrutivos do ser humano em relação à natureza.

As dúvidas e inquietações que surgiram são indícios do despertar da curiosidade de interesse pelos saberes próprios da ciência. De uma situação de grande resistência inicial, e do silêncio apresentado como resposta aos questionamentos do pesquisador, chegou-se a indagação sobre conceitos, mostra que os conteúdos atitudinais precisam ser alvo de uma ação sistemática que lhes estimulem à participação.

O fato dos estudantes terem ampliado a participação e envolvimento durante a intervenção deixa claro que as estratégias didáticas utilizadas reforçam um tipo de atitudes nos estudantes: de apatia ou de participação. Neste sentido, Pozo e Crespo (2009) refletem que os professores reclamam da pequena participação, mas não lhes oferecem espaços em que eles possam participar efetivamente.

d) Capacidade de relacionar com questões do cotidiano

Observou-se nas falas apresentadas que, em vários momentos, os estudantes relacionaram os conteúdos estudados à problemática ambiental, destacada por autores como Cachapuz (2011), como de grande relevância para o momento que vivenciamos atualmente.

No excerto 5, as alunas refletem sobre a responsabilidade do ser humano diante da derrubada de árvores para a implantação de uma indústria. A percepção das alunas que a atitude tomada não é neutra, mas traz conseqüências que podem interferir no seu meio, demonstra a capacidade de associar o seu pensamento às questões cotidianas, de analisar suas

consequências e ter clareza sobre os seus impactos. Nesta perspectiva, os PCN+ (2002) aborda a importância da participação nos debates contemporâneos e no desenvolvimento da capacidade de julgar e posicionar-se quanto às questões ambientais.

No excerto 10 as alunas refletem sobre os dejetos lançados nos rios pela fábrica, que matam os peixes e sobre os gases lançados da atmosfera, intensificando o efeito estufa e ocasionando diversos problemas ao meio ambiente. Tais reflexões sugerem que os estudantes despertaram certa capacidade crítica para o problema em questão, já que a mesma fábrica que é capaz de gerar benefícios também pode ocasionar prejuízos.

Neste sentido, confirma-se a importância da educação científica retratada por Cachapuz (2011), no sentido de prover aos estudantes os conhecimentos básicos necessários para despertar a capacidade de análise das situações do cotidiano a partir da utilização dos saberes próprios da ciência.

As situações retratadas anteriormente estão em sintonia com Teixeira (2003). Segundo o autor é preciso fomentar o surgimento de atitudes mais conscientes em relação ao meio em que se vive. Não basta a aquisição de conteúdos conceituais ou dados sem conexão com a realidade. Nesta mesma perspectiva, os PCN (1999) apresentam como uma das habilidades a serem desenvolvidas pelos estudantes, a reconhecer, o ser humano como agente e paciente das transformações intencionais por ele produzida em seu ambiente.

Nesta mesma perspectiva Pozo e Crespo (2009) destaca como característica a atividade científica o respeito pelo meio ambiente e atitude crítica frente aos problemas do cotidiano, o que confirma a relevância dos posicionamentos dos estudantes frente às situações estudadas durante a intervenção.

Dada a importância dos saberes produzidos pela ciência cabe a escola, como instituição responsável por repassar às novas gerações a cultura acumulada pela humanidade e prepará-la para vivenciar cada momento histórico, facilitar a apropriação destes conhecimentos, de maneira crítica e colaborativa.

e) Contribuições de natureza epistemológica

O envolvimento com as temáticas abordadas, a participação e colaboração estabelecidas em diversos momentos, sobretudo do excerto 9, apresentado anteriormente, são indícios de que a proposta metodológica deste trabalho interferem na posturas epistemológicas de ciência que comumente fazem se fazem presentes no cotidiano escolar.

O envolvimento observado ao final das aplicações demonstra que os estudantes conseguiram romper com a ideia de ciência como algo que está além das suas possibilidades, como algo só alcançável por gênios excêntricos. Gil-Pérez (2001) critica a postura epistemológica elitista, classificando-a como uma visão distorcida, que traz prejuízos ao seu aprendizado. Ao questionar e incentivar os estudantes a adotarem outra visão, este trabalho proporciona benefícios relevantes a esta importante área do saber.

As diversas estratégias utilizadas pelos estudantes, que podem ser observadas nos diversos excertos apresentados neste trabalho, são exemplos de uma nova abordagem de ciências. Ao adotar uma postura diferente, os estudantes questionam perspectiva de ciência que tem como característica a utilização de um método único, exato e infalível e abrem espaço para a utilização de estratégias diversificadas, elaboradas a partir de ações coletivas, que problematizam os objetos de estudo e a partir daí buscam soluções, não se restringindo a técnicas repetitivas e descontextualizadas.

Outra vertente identificada nas falas dos estudantes foram sinais do surgimento do pensamento crítico em relação às ciências. A noção de que o desenvolvimento científico também pode provocar danos ao meio ambiente e que muitas vezes o desenvolvimento pode estar associado a interesses de variadas naturezas, como interesses financeiros, como é apontado no excerto a seguir.

Excerto 11: O vídeo transcrito foi coletado na 8ª aplicação da pesquisa. Nele consta o registro do momento da socialização do desenho criado, por um dos pares, para representar diferentes tipos de poluição.

P pergunta: O que vocês apontam como responsável pelo aumento da criação de CO₂ na atmosfera?

1 - Aluna M: o homem, para mim o homem, porque aqui no desenho poderia ter o rio normal e poderia ter árvores perto do rio. Como o homem pensa mais em dinheiro, destruiu essa mata provavelmente pra colocar uma indústria.

2 - P: e a indústria ta produzindo o que aí?

3 - Aluna M: gás carbônico

4 - P: as emissões de gases da indústria, um dos gases, não é só, mas um dos gases é o CO₂. Vai acontecer o que? Ele vai...se acumular...

5 - Alunas M e C: na atmosfera.

6 - Aluna M: a consequência é o efeito estufa.

7 - P: a consequência é o aumento do efeito estufa.

Nesta perspectiva, os PCN (1999) enfatizam a importância de desenvolver nos estudantes a capacidade de analisar a intervenção humana sobre a natureza e de perceber a relação entre esta a degradação ambiental e seus efeitos sobre a saúde do ser humano, entendido como bem-estar físico, social e psicológico.

Adotar novas perspectivas para o processo de ensino-aprendizagem de ciências é uma tarefa desafiadora, que pode ser cheia de percalços, mas ao dar um enfoque coletivo é possível obter avanços consideráveis capazes de romper com a postura passiva dos participantes e de aproximá-los dos saberes próprios desta área.

4.3 Mediação através do *Squeak*

Diversos autores analisam qual a melhor forma de utilizar as tecnologias digitais em sala de aula. Nesta perspectiva, Kenski (2007), Papert (2008) e Silva (2010) apontam que a simples inserção das TIC em sala de aula não traz os benefícios esperados, correndo-se o risco apenas de automatizar as estratégias que são tradicionais e manter as mesmas relações individuais, unidirecionais, passivas e pouco reflexivas.

A perspectiva adotada neste trabalho contraria o modelo de utilização das TIC, que apenas automatiza os processos tradicionais e busca associar o seu uso ao surgimento de posturas ativas e colaborativas. Neste sentido, o aplicativo *Squeak* teve a função de dar suporte ao processo de criação, que foi acompanhado pelo pesquisador, que realizou as intervenções em dois momentos cruciais ao trabalho: o planejamento e criação dos desenhos e animações, feito em pelos pares e o momento da socialização.

Um dos benefícios da utilização da ferramenta *Squeak* foi a materialização das ideias dos estudantes através da criação dos desenhos e animações. Tal fato facilitou a interação entre os pares e a intervenção do professor, já que permitiu a expressão dos saberes que cada um dispunha e, desta forma, a socialização e troca de entendimentos sobre saberes e percursos adotados.

A utilização das TIC em uma perspectiva que dá suporte a criação coletiva abre espaço para a superação do modelo de simples memorização de conceitos, aplicação de técnicas repetitivas e transmissão de conteúdos. Os diversos excertos apresentados neste trabalho evidenciam que a utilização da ferramenta *Squeak* - a partir de uma proposta metodológica baseada na colaboração - proporcionou mudanças nas posturas docentes e discentes.

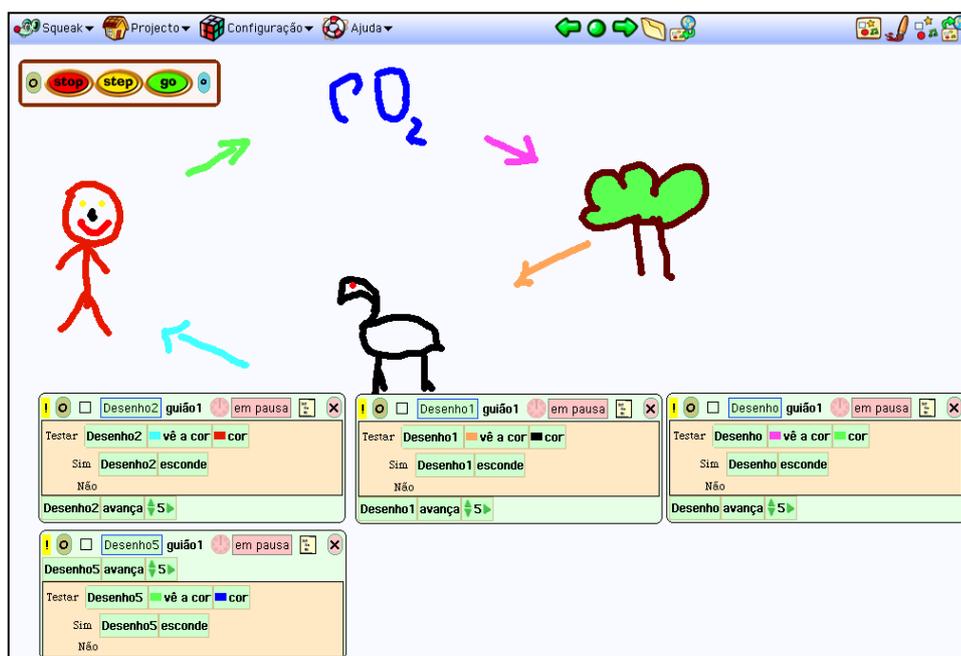
A possibilidade de criar, recriar e editar proporcionada pelo *laptop* educacional o diferencia das ferramentas analógicas. Dos instrumentos de consulta disponibilizados na *web* a posterior criação de objetos este instrumento mostra sua versatilidade e possibilidade de integração aos diversos momentos do trabalho.

A abordagem baseada na CSCL (Aprendizagem Colaborativa com Suporte Computacional) prevê a utilização de recursos tecnológicos para dar suporte ao processo de aprendizagem. Neste sentido, o computador tanto pode ser utilizado em uma perspectiva de facilitar a compreensão do problema, quanto de problematizar os conteúdos estudados.

A abordagem aqui utilizada optou pela segunda opção, a de problematizar os conteúdos estudados através da formulação de desafios, que tinham que ser solucionados de maneira colaborativa. A imagem mostrada abaixo é um exemplo das criações dos estudantes. Observa-se nela que, além dos desenhos, foram utilizados recursos para atribuir movimento aos objetos criados. Foi construído de maneira coletiva, pelos pares, a fim de conferir movimento e a função sumir, dando a ideia de um componente foi absorvido por outros.

A imagem a seguir mostra os recursos utilizados pelos estudantes para criar uma animação que representa o ciclo do carbono. Cada uma das “caixinhas” criada teve como função controlar os movimentos e realizar testes lógicos que executam ações a partir de pré-condições estabelecidas. Por exemplo: para criar o efeito sumir é necessário identificar a cor do objeto a ser tocado. Essas condições são criadas através de roteiros definidos através das caixinhas vistas na figura.

Figura - 7: Animação criada para representar o ciclo do carbono, contendo os recursos utilizados.



Desta forma, os estudantes estiveram no comando da ferramenta, tiveram que criar e definir a lógica predominante, o que muda a relação de simples receptores e os colocam diante da responsabilidade de conduzir o processo, o que requer a mobilização de diversos tipos de conhecimentos.

Outro fato relevante a ser destacado, que foi observado reiteradamente, é que nos momentos de socialização os estudantes voltavam-se aos objetos criados, indicando uma que parece haver uma relação existente entre a explicação e o desenho criado. Há um vínculo que não foi rompido, mesmo depois do concluído o processo de criação. Voltar-se ao desenho mostrou-se uma necessidade dos estudantes, como eles pudessem oferecer suporte às explicações que os mesmos realizavam nos momentos de socialização.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ficou claro durante este trabalho que o modelo de transmissão/recepção de conteúdos está muito presente nas posturas dos discentes. Os participantes pareciam acostumados ao modelo tradicional de educação. Quando foram desafiados a romper com ele, manifestaram receios, como se houvesse certa comodidade que os faziam manterem-se passivos diante do objeto do conhecimento, aguardando que alguém lhe fornecesse as informações necessárias.

Considerando que a inserção das tecnologias digitais ao processo de ensino-aprendizagem não garante a renovação das práticas docentes e discentes, constatou-se durante a pesquisa que ao associar o uso das TIC às metodologias que fomentaram a participação dos estudantes, a utilização de estratégias colaborativas e a superação da perspectiva individual de aprender, obtiveram-se ganhos importantes.

Entre os benefícios constatados ressalta-se o surgimento de interações entre os participantes. Nestas situações os estudantes mostraram-se mais participativos, expressando seus pontos de vista e verbalizando ideias acerca dos conteúdos estudados e estratégias adotadas para solucionar os desafios a eles propostos.

Surgiram práticas com características colaborativas, como a troca de ideias, envolvimento mútuo entre os participantes, tomada de decisão de maneira compartilhada e a mudança na compreensão acerca dos conteúdos estudados. Ficou claro que as trocas estabelecidas influenciaram o pensamento dos participantes e, em algumas situações, modificaram seus pontos de vista.

As contribuições da intervenção ao estudo dos conteúdos de Biologia puderam ser verificadas através da mudança de postura dos participantes. Inicialmente resistentes a participarem das discussões relacionadas aos conteúdos disciplinares, no decorrer do trabalho se envolveram com os conteúdos, trocaram ideias, confrontaram pontos de vista e formularam novos entendimentos a partir dos diferentes posicionamentos, o que se constitui um ganho ao aprendizado desta disciplina.

Outra evidência da contribuição do trabalho realizado foi identificada através da capacidade dos participantes em estabelecer relações entre conteúdos diferentes. Ao estudar o tema Poluição, os estudantes forneceram explicações que relacionavam diversos conteúdos, como cadeia alimentar, ciclo da água, ciclo do carbono, efeito estufa, indo além do fornecimento de respostas simples.

Além de estabelecer relações entre os diversos conteúdos, os participantes perceberam os vínculos entre os saberes produzidos pela Ciência e situações do cotidiano, atribuindo-lhe significado. Neste sentido, o saber científico ganha uma perspectiva de dotar o estudante de maior capacidade de análise crítica e participação mais efetiva diante das demandas da sociedade contemporânea.

Dentre as contribuições oferecidas pela ferramenta *Squeak* destaca-se o suporte ao processo de criação, além de possibilitar a expressão dos saberes dos participantes, seja no momento da criação e/ou da socialização das criações.

A utilização de uma tecnologia digital - que permite criar, recriar, incorporar objetos de outros aplicativos - a diferencia dos recursos analógicos e se constitui em uma vantagem em relação aos demais, já que viabiliza a expressão do pensamento e, a partir dela, o confronto de ideias e as trocas tão relevantes à aquisição de novos saberes.

A ferramenta *Squeak* viabilizou a implementação da proposta adotada neste trabalho, qual seja a de problematizar os conteúdos estudados, através de formulação de desafios a serem solucionados através da criação de objetos (desenhos e/ou animações) e o contato com os conteúdos disciplinares se deu na perspectiva da criação colaborativa, da troca de entendimentos e do planejamento conjuntos e da reflexão entre os participantes.

O suporte oferecido pelo instrumento teve como pressuposto a ideia de que o aprendizado se dá a partir das interações como os membros mais experientes e com os instrumentos do meio cultural. Desta forma é preciso considerar que a orientação metodológica de quem organiza a ação docente, esteja ela implícita ou não, também determina a maneira como as tecnologias são utilizadas.

A mediação do professor mostrou-se essencial diante da utilização da ferramenta tecnológica. A atuação docente possibilitou a vinculação do uso do instrumento ao aprendizado dos conteúdos escolares de Biologia. Sua intervenção através de questionamentos, dicas e sugestões interferiu diretamente na compreensão que os estudantes desenvolveram a respeito das temáticas estudadas.

A atuação docente também foi decisiva diante da necessidade inicial de romper com o desinteresse pelo estudo das ciências. Nem mesmo a ferramenta tecnológica com seus atrativos por si só garante o encantamento pela Biologia. O envolvimento esperado foi surgindo na medida em que os estudantes foram se apropriando dos saberes que estavam envolvidos nas atividades. Neste sentido, a atuação insistente e mediadora docente promoveu as aproximações necessárias e o despertar do gosto por esta importante área de saber.

É relevante também destacar que observação atenta do docente pode determinar o nível de dificuldade que cada tarefa deve ter. Mesmo sendo planejada com antecedência, é possível se deparar com situações em que a proposta do professor poderá estar além do que os alunos conseguem dominar. Quando se utiliza uma ferramenta tecnológica podem surgir dificuldades quanto ao seu manuseio, neste caso cabe ao professor o devido redirecionamento, ajustando a tarefa à realidade de cada sala de aula.

Um obstáculo considerável à utilização das TIC em sala de aula é o currículo escolar, com tempo marcado para aprender, com aulas de 50 minutos, que impedem a aplicação de atividades que requeiram mais tempo. Na disciplina Biologia é dedicada apenas duas aulas por semana, tempo insuficiente para uma abordagem mais ampla dos inúmeros conteúdos que fazem parte do Ensino Médio.

As ciências da natureza ainda têm a antipatia de grande parte dos estudantes, que demonstraram muitas dificuldades em compreender os conteúdos estudados. Para superar essas dificuldades é de grande relevância criar situações didáticas em que os estudantes possam atuar ativamente, além de relacionar os diversos conteúdos com saberes do cotidiano, mais próximo da realidade.

As reflexões sobre quais estratégias didáticas deveriam ser implementada durante a intervenção trouxe à tona alguns questionamentos, dentre eles, se ainda havia espaço para a aula expositiva diante da constante crítica ao modelo tradicional de educação. Ao final do trabalho considera-se que exposição de conteúdo pode oferecer contribuições relevantes ao processo de ensino-aprendizagem. Ressalte-se, entretanto, que não pode ser o ponto de chegada, mas o ponto de partida.

Diante de saberes que não fazem parte do seu universo de conhecimentos dos estudantes, a aula expositiva tem a função de realizar essa aproximação inicial, mas depois dela outras estratégias didáticas deverão complementar o que ela tem como limitação.

Do contexto didático, proporcionado pela utilização da proposta metodológica adotada neste trabalho, surgiram atitudes diferenciadas nos alunos: em várias situações demonstraram envolvimento, interesse pela disciplina e pelos conteúdos estudados, além de apresentarem dúvidas conceituais e chegaram a conclusões a partir das interações estabelecidas.

As contribuições da utilização das tecnologias digitais a partir perspectiva colaborativa ao aprendizado dos conteúdos disciplinares ainda precisam de maior esclarecimento. Requerem maior aprofundamento, tanto teórico, quanto através de pesquisa

de pesquisa de campo. Novos estudos podem trazer ganhos a este campo de pesquisa e ao universo escolar, que ainda está em busca de encontrar as melhores estratégias para utilizar os instrumentos digitais. Em trabalhos posteriores, procuraremos aprofundar essas discussões.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. E.B, Caixas de Ferramentas em Logo. *In: VALENTE, J.A. O professor no ambiente Logo: formação e atuação.* SP: UNICAMP/NIED, 1996.
- BAQUERO, R. Vygotsky e a aprendizagem escolar. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- BRASIL. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN + Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais.** Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.
- _____. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio.** Brasília: MEC/SEF, 1999.
- BRUNER, J. **Sobre a teoria da instrução.** São Paulo: PH Editora, 2006.
- CACHAPUZ, A. **A Necessária Renovação do Ensino de Ciências.** São Paulo: Cortez, 2011.
- CARRAHER, D. Educação tradicional e educação moderna. *In: CARRAHER, T. Aprender pensando: contribuições da psicologia cognitiva para a educação.* Petrópolis: Vozes, 2005. 18ª edição.
- CASTELLS, M.. A. **Sociedade em Rede – A era da informação: economia, sociedade e cultura.** V.1.São Paulo: Paz e Terra, 2008.
- COLAÇO, V. *et al.* **Estratégias de mediação em situação de interação entre crianças em sala de aula.** *Estud. psicol.* [on-line]. vol.12, n.1, Natal: 2007, p. 47-56.
- COLL, C. **Psicologia da Educação Virtual: aprender e ensinar com as tecnologias da informação e comunicação.** Porto Alegre: Artmed, 2010.
- CONN, A; ROSE, K. **Ideias poderosas para sala de sala de aula: usando o Squeak para aprimorar a aprendizagem de matemática e ciências em sala de aula,** 2003. Viewpoints Research Institute. Inc. Disponível em: <www.pensamentodigital.org.br>.
- DAMIANI, M.. **Trabalho Colaborativo/Coopertivo em educação: uma possibilidade para ensinar e aprender.** Brasília: Liber Livro, 2009.
- D'ÁVILA, Cristina Maria. **Decifra-me ou te devorarei: o que pode o professor frente ao livro didático?** Salvador: EDUNEB; EDUFBA, 2008.
- DRIVER, R. *et al.* **Construindo o conhecimento científico na sala de aula.** Química Nova na Escola, nº 09, 1999, p. 31-40.
- FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011.

GEHLEN, S. T.; AUTH, M. A.; AULER, D.; ARAÚJO, M. C. P; MALDANER, O. A. **Freire e Vigotski no contexto da educação em Ciências: aproximações e distanciamentos.** Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte/MG, v. 10, n. 2, 2008.

GÓES, Cecília; SMOLKA, Luiza. **A significação nos espaços educacionais: interação social e subjetivação.** São Paulo: Papirus, 1997.

GUSSI, Alcides; WOLFF, Simone. A Sociedade em Rede e Privatização da Informação: esboço de um balanço crítico para refletir a sociedade contemporânea. In: Temáticas: **Revista dos Pós-Graduandos em Ciências Sociais** – UNICAMP, Campinas, n. 17/18, 2001, p. 125-156.

JEONG, H.; CHI, M. T. H. Construction of shared knowledge during collaborative learning. In: R. HALL, R.; MIYAKE, N.; ENYEDY, J. (Ed.). **International Conference On Computer Support For Collaborative Learning**, 2., Toronto, 1997. Annals... Toronto, 1997, p. 1-5.

KENSKI, V. M. **Educação e Tecnologias: o novo ritmo da informação.** Campinas: Papirus, 2007.

KEY, A. Posfácio. In: CONN, A; ROSE, K. **Ideias poderosas para sala de aula: usando o Squeak para aprimorar a aprendizagem de matemática e ciências em sala de aula**, 2003. Viewpoints Research Institute, Inc. Disponível em: <www.pensamentodigital.org.br>.

LIMA FILHO, C. B. **Elaboração de Algoritmos e Resolução de Problemas para a Aprendizagem Matemática: Contribuições Recíprocas.** 2010. 30p. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Mídias na Educação). Universidade Federal do Ceará/Ministério da Educação.

LIPPONEN L. **Exploring foundations for computersupported collaborative learning.** CSCS 2002. Colorado Boulder. USA. January 2002.

LUCKESI, Cipriano Carlos. **Avaliação da Aprendizagem Escolar: estudos e proposições.** 21ª ed. São Paulo: Cortez, 2010.

LUCKIN, R. **Re-designig Learning Contexts.** New York. 2010.

LUMPE. A.T., STAVER, J. R. Peer collaboration and concept developmet: learning about photosynthesis. In: **Journal of Research in Science Seaching.** V.32, 1995, p.71-98.

MASSETO, M. Mediação Pedagógica e o Uso da Tecnologia. In: MORAN, José Manuel. **Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica.** Campinas, SP: Papirus, 2000.

MEIRA, L.; LERMAN, S. **The Zone of Proximal Development as a symbolic space.** Social Science Research Papers, Londres, UK, 13, 2001, p.1-12.

MORAES, R. **Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas.** Porto Alegre. EDIPUCRS. 2008.

MORAN, J. M. Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias audiovisuais e telemáticas. *In*: MORAN, José Manuel. **Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica**. Campinas, SP: Papirus, 2000.

MORTIMER, E. F. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**. Belo Horizonte. Editora UFMG. 2000

NASCIMENTO, K.A.S *et al.* **Programa UCA no Estado do Ceará: caminhos percorridos: lições aprendidas**. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO. 22., Aracaju. Anais..., 2011, p. 1207 – 1215.

PAPERT, S. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Porto Alegre: Artmed, 2008.

POZO, J. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

SANCHO, J. M. **Tecnologias para transformar a educação**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

SAVIANI, D. **História das Ideias Pedagógicas no Brasil**. 3ª ed. Campinas, SP, Autores Associados, 2010.

SHÄFFER, P.B; SPERB, B.F; FAGUNDES, L.C. **Squeak Etoys na modalidade 1 para 1: programação e autoria multimídia no desenvolvimento da conceituação**. Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. 22., Aracaju. Anais..., 2011, p. 1226-1235.

SILVA, M. **Sala de aula interativa: comunicação, mídia clássica...** 5ª edição. São Paulo: Edições Loyola, 2010.

SILVA, F. B., SERAFINI, M. A., MELO, A.C.C. Estimulando a aprendizagem colaborativa através da simulação de processo de Biologia Molecular com o Squeak Etoys. *In*: **XXIII SBIE - Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**. Rio de Janeiro – RJ, 2012.

SPINILLO, A.G.; LAUTERT, S.L. Pesquisa-intervenção em psicologia do desenvolvimento cognitivo: princípios metodológicos, comunicação teórica e aplicada. *In*: CASTRO, L. R, BESSET, V.L. **Pesquisa-Intervenção na infância e juventude**. Rio de Janeiro, FAPERJ, 2008.

STAHL, G.; KOSCHMANN, T.; SUTHERS, D. **Aprendizagem colaborativa com suporte computacional: Uma perspectiva histórica** - Traduzido por: Hugo Fuks, Tatiana Escovedo (Português do Brasil), 2006.

TORRES, P. L. **Algumas vias para entender o pensar e o agir**. Curitiba: SENAR-PR, 2007.

VYGOTSKY. L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 7ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

_____. **Pensamento e Linguagem**. 4ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

WASELFISZ, J. J. **O Ensino das Ciências no Brasil e o PISA**. 2009. Sangari do Brasil. Disponível em: <<http://cms.sangari.com/midias/2/36.pdf>>.

WOOD, D. **Como as crianças pensam e aprendem: os contextos sociais do cognitivo**. São Paulo: Edições São Paulo: Loyola, 2003.