

ENSINO DE BACTERIOLOGIA SOB UMA ABORDAGEM CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE (CTSA) NA EDUCAÇÃO BÁSICA

TEACHING OF BACTERIOLOGY IN A PERSPECTIVE OF SCIENCE, TECHNOLOGY, SOCIETY AND ENVIRONMENT (STSE) IN BASIC EDUCATION

Samuel Costa¹

¹Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), *campus* Araranguá/Curso de Licenciatura em Física/samuel.costa@ifsc.edu.br

RESUMO

A educação CTSA surge como possibilidade de diálogo para a questão ambiental, tecnológica, econômica e sociocultural, para articular os conteúdos científicos com o contexto social. A investigação foi realizada em uma escola pública localizada no município de Araranguá/SC, envolvendo 24 alunos, integrantes de uma turma regular de 7º ano do ensino fundamental. A abordagem temática visou explorar relações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) utilizando a Teoria da Aprendizagem Significativa como aporte teórico. Os dados foram coletados ao longo de todo o processo, com a utilização dos seguintes métodos: i) observação participante, ii) coleta do material produzido pelos alunos; iii) aplicação de questionário. Através dos resultados obtidos neste trabalho, consideramos que os alunos desenvolveram uma maior capacidade de compreensão de conceitos e do modo como estes se relacionam com a vida cotidiana. A análise dos dados obtidos na pesquisa permitiu a identificação de limites e possibilidades relacionados à utilização do Enfoque CTSA no ensino de ciências.

Palavras-chave: Ensino fundamental. Questão ambiental, tecnológica, econômica e sociocultural. Teoria da Aprendizagem Significativa.

ABSTRACT

The education STSE arises as a possibility for dialogue on environmental issues, technological, economic and socio-cultural, to articulate scientific content with the social context. The lessons were conducted in a public school located in the Municipality of Araranguá/SC, involving 24 students, permanent members in the 7th year of elementary school. The aim of the thematic approach was exploring STSE (Science-Technology-Society-Environment) relationships. The Theory of Meaningful Learning served as theoretical for both the construction of the sequence didactics as for the analysis of the results obtained in the classroom. The data was collected throughout the process, with the utilization of the following methods: i) participant observation; ii) gathering of material produced by the students; iii) application of survey. The results obtained in this work, we consider that the students developed a greater capacity to understand concepts and how they relate to everyday life. The analysis of the data obtained in the research allowed the identification of limitations and possibilities related to the utilization of the STSE education in science teaching.

Keywords: Elementary school. Environmental issues, technological, economic and socio-cultural. Theory of Meaningful Learning.

INTRODUÇÃO

Na grande maioria das vezes o ensino de ciências da natureza é realizado nas escolas de forma descontextualizada, desconsiderando os conhecimentos trazidos pelos discentes. Assim, a abordagem dos conhecimentos geralmente é relegada ao processo de memorização de termos e equações (SANTOS, 2007), sem haver a reflexão e a criticidade sobre a discussão em questão.

Considerando a forma que está sendo desenvolvido este ensino não privilegia o entendimento crítico e ético do conhecimento, impossibilitando a significação e ressignificação dos conceitos a partir das representações sociais do discente (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2009). Considerando Chassot (2006) este fato não contribui para que o aluno seja alfabetizado cientificamente.

A alfabetização científica deve ser um dos principais objetivos no âmbito do ensino de ciências da natureza, pois contribui para a formação de cidadãos críticos e posicionados em relação às situações cotidianas. A partir disto, munido do conhecimento o indivíduo se torna capaz de realizar a leitura do mundo no qual está inserido de forma consciente (CHASSOT, 2006), facilitando a percepção dos impactos socioambientais oriundos do desenvolvimento da ciência e da tecnologia (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2009).

Como meio para que o ensino de ciências atinja os objetos mais genuínos, alguns autores (e.g. PEDRETTI, 2003; RICARDO, 2007) propõem uma educação que considera a interação entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA). A partir desta ótica é possível romper com a neutralidade da ciência e desenvolver atitude crítica e reflexiva discente.

A educação CTSA emerge como alternativa para o posicionamento crítico em relação às questões de ciência e tecnologia, de forma que seja possível perceber a influência individual e social nas questões ambientais (PEDRETTI, 2003). Desta forma, os alunos podem participar de forma ativa das decisões sociais atuais, cumprindo o papel de cidadãos atuantes.

Zeidler e Keefer (2003) argumentam que para a formação de cidadãos críticos a educação CTSA deve realizar as conexões entre a ciência e os contextos sociais, culturais, políticos, éticos e ambientais nos quais estão inseridos. Assim, os debates a partir de questões sociocientíficas, proporcionados pelo ensino de ciências da natureza,

facilitam o referido enfoque, principalmente pela diversidade de temas inerentes a esta área do conhecimento.

Dentre os temas que facilitam a situação acima está “Os seres vivos e seu ambiente”, que na maioria das vezes é abordado no 7º ano do ensino fundamental e 2º do ensino médio. O enfoque desta temática deve considerar questões atuais e relevantes para a sociedade e não somente os aspectos morfológicos e fisiológicos dos seres vivos, que privilegiam a memorização. Conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) (BRASIL, 1997) as abordagens memorísticas nas quais há a valorização dos aspectos citados anteriormente, inviabilizam a aprendizagem significativa e a compreensão de seres vivos abstratos, como as bactérias, por exemplo.

Como meio de superar esta situação a educação CTSA pode contribuir para o entendimento do papel ambiental e biotecnológico das bactérias, e das relações destas com outros seres vivos. Com isto, o aluno pode compreender a relação destes seres vivos com a sociedade, a partir do entendimento das principais ações e utilizações destes microrganismos.

A inserção de discussões sobre as bactérias no ensino básico, assim como as relações estabelecidas com outros seres vivos, deve ser considerada. Isto se justifica pela temática estar inserida tanto no viés ecológico, como no tocante a saúde humana, além de se constituir como meio de entrelaçar diferentes conteúdos (SHEPARDSON, 2002), favorecendo o enfoque CTSA. Apesar disto, estudos que analisam a forma que o tema bactérias é abordado no ensino básico ainda são muito escassos (AZEVEDO; SODRÉ NETO, 2014).

Esta investigação objetivou planejar, implementar e avaliar uma unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS) sobre a temática bactérias na educação básica, articulando a aprendizagem significativa com o enfoque CTSA no âmbito do ensino de ciências da natureza.

PERCURSO METODOLÓGICO

A presente investigação de cunho quali-quantitativo (CERVO; SILVA; BERVIAN, 2007) e de procedimentos técnico de pesquisa-ação (AZEVEDO; ABID, 2013) foi realizada em uma escola da Rede Estadual de Educação Básica, localizada no município de Araranguá (SC).

Foi planejada e implementada com 24 alunos do 7º ano do ensino fundamental (faixa etária entre 11 e 12 anos e maioria meninas) a sequência didática intitulada de **“Antibacterianos: destruidores de um mundo invisível”** em nove aulas de ciências, no primeiro semestre de 2014. Para tanto, foram considerados os princípios CTSA (RICARDO, 2007) e da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (AUSUBEL, 2003).

A referida teoria considera que a aprendizagem deve ocorrer estabelecendo a relação não-literal e não-arbitrária entre o conhecimento prévio e o a aprender. Para tanto, foram respeitadas as duas premissas preconizadas pela teoria em questão, ou seja, a pré-disposição do aluno em aprender e o material didático ser potencialmente significativo (MOREIRA, 2012). Além disto, em busca da aprendizagem significativa foram seguidos os princípios programáticos da diferenciação progressiva e reconciliação integradora, além de o organizador prévio como facilitador do processo.

Os temas abordados nas aulas foram organizados respeitando a diferenciação progressiva, ou seja, começando com assuntos mais gerais que foram diferenciados aos poucos, até chegar aos conceitos mais específicos. Além disto, a reconciliação integradora foi promovida, relacionando os conceitos apresentados posteriormente com os conteúdos abordados nos encontros anteriores.

A sequência didática foi planejada na forma de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), fundamentada na teoria de aprendizagem supracitada, conforme recomendações adaptadas a partir de Moreira (2011a). A UEPS objetivou que a aprendizagem ocorresse de forma significativa, e não pela via mecânica, partindo da premissa de que o ensino não ocorre sem que haja a aprendizagem, sendo aquele um meio para esta (MOREIRA, 2011a). Para tanto, foram seguidos os passos e as premissas que caracterizam este tipo de sequência didática (Tab. 1).

As estratégias didáticas utilizadas na UEPS seguiram as recomendações de Krasilchik (2012), visando o melhor entendimento e a compreensão acerca do tema abordado. Sendo assim, foram constituídas de aula expositiva, discussão e simulação.

Durante toda a realização da investigação foi utilizado um diário de aula, no qual foram anotados minuciosamente os acontecimentos ocorridos durante as aulas, assim como as impressões decorrentes destes e falas dos próprios alunos (ZABALZA, 2004). Este meio de coleta de dados facilitou o registro do ocorrido durante a implementação

da sequência didática, buscando não perder nenhuma informação que foi considerada pertinente para a posterior descrição dos fatos.

Tabela 1: Resumo da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) “Antibacterianos: destruidores de um mundo invisível” implementada junto aos alunos do 7º ano.

Sequência/Etapa	Atividade	Estratégia	Recursos didáticos
Situação inicial (1 aula)	Levantamento do conhecimento prévio e leitura e discussão de pequeno texto como organizador prévio.	Questionário e discussão	Texto de revista e questionário
Situação-problema inicial (2 aulas)	Leitura de texto e apresentação de vídeo sobre Leeuwenhoek, microscópios e bactérias e leitura e discussão do texto “O curioso mundo das bactérias”	Discussão e aula expositiva	Vídeo e texto de divulgação científica
Revisão (2 aulas)	Exposição oral, cruzadinha e identificação das partes das bactérias e suas funções	Aula expositiva-dialogada, simulação e discussão	<i>Slides</i> e cruzadinha e desenho esquemático/didático de uma bactéria
Nova situação-problema (2 aulas)	Discussões de textos sobre importância das bactérias, levantamento das doenças bacterianas das famílias e apresentação de <i>Slide</i> e de vídeos sobre a descoberta dos antibióticos	Simulação, discussão e aula expositiva-dialogada	Respostas do questionamento sobre doenças bacterianas, <i>Slides</i> e vídeo sobre a “descoberta” dos antibióticos
Conclusão da unidade (1 aula)	Jogo didático	Simulação	<i>Slides</i>
Avaliação somativa individual (1 aula)	Exposição do mapa de conceitos sobre as bactérias e avaliação somativa	Aula expositiva-dialogada e avaliação somativa	Mapa de conceitos e instrumento avaliativo impresso

Fonte: Dados da pesquisa.

Os dados foram coletados por meio de diversos instrumentos de pesquisa, como: observação sistemática direta, informações do diário de aula, questionários de conhecimento prévio e após atividades e produção textual.

As respostas do questionário aplicado para a verificação dos conhecimentos prévios foram analisadas por meio da Análise de Conteúdo (BARDIN, 2009) e as

respostas para as questões da avaliação somativa conforme a sugestão adaptada de Saka et al. (2006) (Tab. 2).

Tabela 2: Categorias adaptadas de Saka et al. (2006) nas quais foram enquadradas as respostas para a avaliação somativa.

Categoria	Descrição
Conceito correto	A resposta está coerente com o conceito científico.
Conceito parcialmente correto	A resposta está correta, porém incompleta.
Concepção alternativa	A resposta foge a descrição correta, sendo errado ou em desacordo com o contexto científico.
Concepção parcialmente correta	A resposta é parcialmente correta, pois ainda apresenta conceitos errados.

Fonte: Dados da pesquisa.

A análise das respostas para as questões foi realizada a partir de leituras minuciosas, seguindo as recomendações de Macedo e Silva (2010). Assim, foram seguidos os momentos de reconhecimento do material (reconhecimento do material e identificação/seleção dos dados de interesse), de leitura exploratória (checar as informações e dados relevantes) e de leitura seletiva (avaliação propriamente dita do material).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

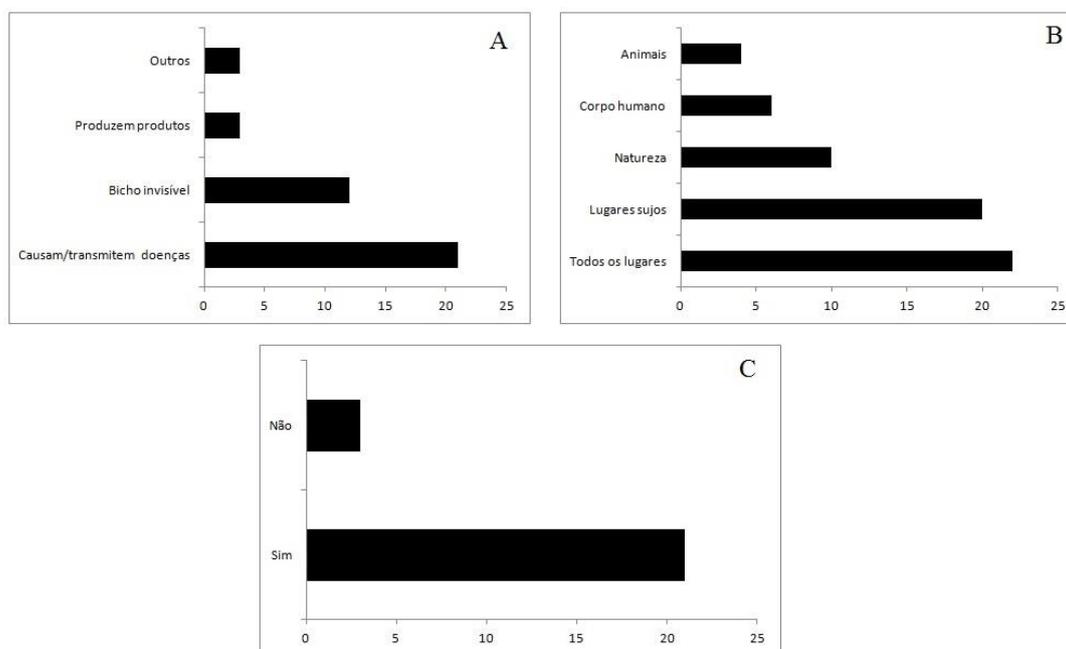
Inicialmente foram definidos os assuntos que seriam abordados durante o planejamento e a implementação da UEPS. Assim, foram identificados os aspectos que seriam trabalhados e as metodologias utilizadas para viabilizar a sequência didática. Com isto, foram propostas situações que contribuíssem com a aprendizagem significativa, apresentando o novo conhecimento de forma que possibilitasse despertar o interesse do aluno pelo o que estava sendo compartilhado, a partir da pré-disposição em aprender.

A situação inicial criou formas diferentes para que os alunos expusessem o conhecimento prévio sobre as bactérias e assim, verificar se estes eram aceitos ou não no âmbito da disciplina de ciências da natureza. Para tanto, foi utilizado um questionário de conhecimentos prévios com as seguintes questões: *A) O que são bactérias? B) Onde se pode encontrar as bactérias? C) Todas as bactérias causam doenças? D) Como podemos combater uma doença causada por bactérias? E) Qual a importância das bactérias para o meio ambiente?*

A maioria dos conhecimentos prévios corrobora outros trabalhos, nos quais predominam o entendimento de que as bactérias são organismos causadores de doenças

(e.g. SILVEIRA; OLIVEIRA; ARAÚJO, 2011; BRUM, 2014) e de que podem ser encontradas em todos os lugares (e.g. CARLLÉTI, 2007; SILVEIRA; OLIVEIRA; ARAÚJO, 2011) (Fig.1).

Figura 1: Conhecimentos prévios discentes sobre bactérias referentes às questões A, B e C.

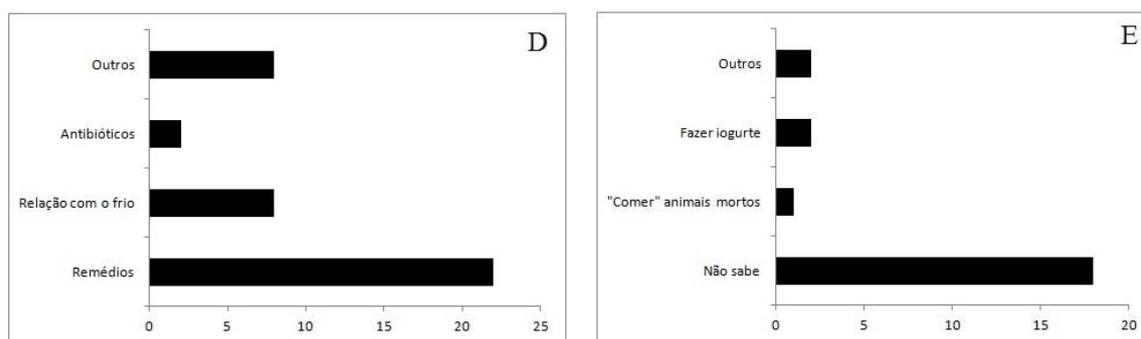


Fonte: Dados da pesquisa.

Dentre os estudantes da educação básica há a tendência em relacionar os microrganismos, como as bactérias, exclusivamente com doenças e efeitos negativos (ALBUQUERQUE; BRAGA; GOMES, 2012), ignorando a importância ambiental, por exemplo. Assim, os conhecimentos prévios da maioria dos discentes desconhecem a contribuição dos referidos organismos para os serviços ecossistêmicos. Além disso, o remédio de forma genérica foi a forma mais citada para se tratar as doenças bacterianas (Fig. 2).

No contexto da UEPS os conhecimentos prévios contribuíram para o planejamento da sequência e com o processo de implementação. A partir destes conhecimentos foi possível adequar as situações de aprendizagem ao cotidiano discente, de modo que permitissem ressignificar os conceitos e possibilitasse a aprendizagem significativa.

Figura 2: Conhecimentos prévios discentes sobre bactérias referentes às questões D e E.



Fonte: Dados da pesquisa.

O conhecimento prévio permitiu que os novos conhecimentos apresentados aos alunos fossem significados, a partir da ancoragem dos últimos aos primeiros (MOREIRA, 2011a; 2011b; 2012). A relação dos novos conhecimentos com aqueles familiares possibilitou a compreensão de uma diversidade de conceitos que foram apresentados nas aulas de ciências, a partir da mobilização dos conhecimentos prévios para a interpretação do novo.

A partir do conhecimento prévio os conteúdos a serem ensinados puderam ser relacionados com os conhecimentos relevantes presentes na estrutura cognitiva discente, de forma que não fosse imposto, ou seja, arbitrário. Para além do exposto, Pelizzari et al. (2002) afirmam que a apreensão de novos conceitos está condicionado ao estabelecimento de conexões com os conhecimentos prévios, na qual a consolidação do que foi aprendido ocorrerá com a introdução de novos elementos.

Na etapa seguinte foi realizada a leitura e a discussão do texto “*Antibacteriano na medida certa*” extraído da Revista Ciência Hoje (Fig. 3). Durante a leitura várias dúvidas foram suscitadas pelos alunos, como a presença de bactérias no corpo humano que não fazem mal, o conceito de bactérias patogênicas e como o antibacteriano destrói estes seres vivos, por exemplo.

As questões sociocientíficas (QSC) abordaram a utilização de antibióticos considerando a recomendação dos médicos de não utilizá-los em caso de estar saudável *versus* a garantia da possibilidade de uso em qualquer situação pelos fabricantes. Com isto, foi enfatizada a presença de bactérias importantes para o organismo humano, sendo por isto, importante o cuidado para não destruí-las.

Figura 3: Texto utilizado como organizador prévio na etapa de situação-inicial.



Fonte: Revista Ciência Hoje.

O pequeno texto serviu como estratégia para manipular a estrutura cognitiva dos alunos, possibilitando a aprendizagem significativa. Assim, pode ser despertada a vontade de aprender novos conteúdos a partir da pré-disposição. Considerando Moreira (2012) este recurso, que foi utilizado antes do material a ser propriamente aprendido, viabilizou a relação entre o conhecimento prévio e o novo, ou seja, serviu como organizador prévio.

Os organizadores prévios podem ser materiais que não são familiares aos discentes, atuando como expositor do novo conceito a ser aprendido, ou pode ser familiar, no qual fará a integração entre as novas ideias e os conhecimentos presentes na estrutura cognitiva discente (MOREIRA, 2012). Neste caso o pequeno texto cumpriu o papel de expor um novo conhecimento. Para isto, conforme recomendações de Ausubel (2003) o pequeno texto foi escolhido considerando a realidade da turma, ou seja, a natureza do material, a idade do público e o grau de familiaridade com o conceito a ser aprendido.

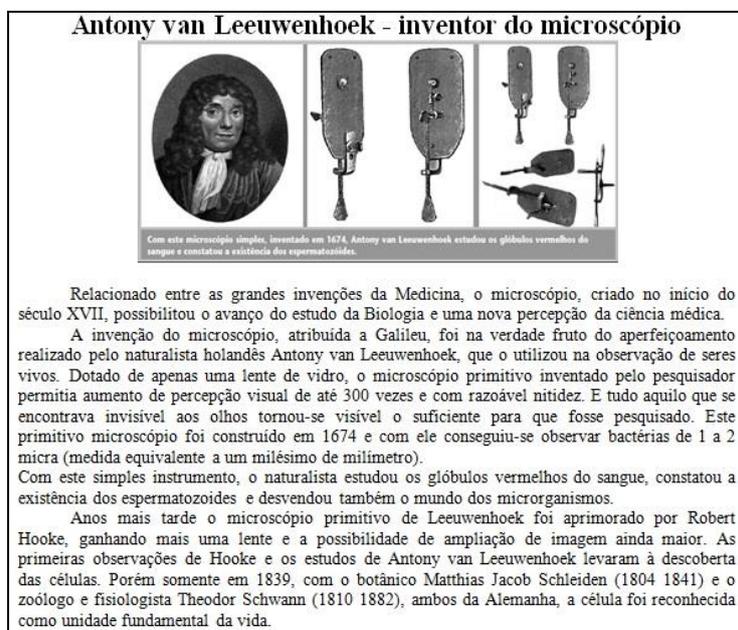
A situação-problema inicial foi conduzida pela seguinte questão: *O que são e onde estão as bactérias?* A partir deste questionamento, que serviu para a reflexão discente, foram realizadas as atividades em nível introdutório, considerando os conhecimentos prévios. Com isto, foi possível dar sentido aos conhecimentos posteriormente apresentados, de forma que os discentes os relacionassem com os existentes na própria estrutura cognitiva.

No primeiro momento foi realizada a leitura e a discussão de um pequeno texto que abordou a contribuição de Leeuwenhoek para o estudo dos microrganismos (Fig. 4) e a apresentação do vídeo intitulado *“Microscópios e Leeuwenhoek”* (disponível em

<https://www.youtube.com/watch?v=k85fsUKpmRo>). Este recurso, além de apresentar os trabalhos do citado cientista, também mostrou a coevolução da microscopia junto com a compreensão do mundo das bactérias, ou seja, relacionou a Ciência com a Tecnologia e as contribuições para a sociedade.

Além dos conceitos de microscópio e bactérias, a partir do referido texto outros termos novos também foram abordados, como o de glóbulos vermelhos, o de espermatozoides, o de microrganismos, o de células e o de seres e/ou estruturas unicelulares, salientando que as bactérias fazem parte deste último grupo. Para tanto, na medida em que foi sendo lido o texto, estes termos foram listados no quadro e posteriormente definidos em conjunto.

Figura 4: Texto utilizado sobre Leeuwenhoek para a discussão acerca da “descoberta” das bactérias e a importância do microscópio para o fato.



Fonte: J BrasPatolMedLab, v.45, n.2 (2009).

A abordagem descrita acima permitiu ainda, introduzir a História e a Filosofia da Ciência (HFC) nas aulas, assim como em outros momentos da UEPS. Esta inserção foi realizada ao longo da sequência didática com o objetivo de promover o entendimento discente das relações estabelecidas entre Ciência e Sociedade, sendo este fato relevante no ensino de ciências da natureza. As características intrínsecas da HFC “*permitem a compreensão da natureza da ciência e oportunizam uma aprendizagem significativa*” (SANTOS; OLIOSI, 2013, p. 202).

A presença da HFC nas aulas de ciências da natureza contribui ainda, para o posicionamento crítico e político com relação à construção do conhecimento científico,

abandonando assim, o caráter ingênuo e sem pretensões que muitos têm sobre a relação Sociedade-Ciência. Por conseguinte, auxilia no exercício da cidadania, pois permite “*a formação de um pensamento mais reflexivo e crítico do cidadão na educação básica*” (SANTOS; OLIOSI, 2013, p. 202).

Com relação à História da Ciência Boss, Souza Filho e Caluzzi (2009) argumentam que no âmbito da Teoria da Aprendizagem Significativa ela pode facilitar o entendimento dos conceitos científicos. Para estes autores isto se justifica pelo fato de o discente ter a oportunidade de fundamentar historicamente os conceitos, o que oportuniza construção do conhecimento científico sob o aspecto histórico. Além disto,

O estudo adequado de alguns episódios históricos permite compreender as inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade, mostrando que a ciência [...] faz parte de um desenvolvimento histórico, de uma cultura [...], sofrendo e influenciando por sua vez muitos aspectos da sociedade (QUINTAL; GUERRA, 2009, p. 22).

A compreensão de que as bactérias eram microscópicas e de que só poderiam ser visualizadas com os microscópios, e não a olho nu, fez com que os discentes indagassem sobre a existência de bactérias na sala de aula, afirmando que apesar de não verem, elas estavam ali, por todos os lados.

A partir da discussão destas dúvidas foi questionado sobre os locais nos quais se podem encontrar estes seres vivos. Sem resposta exata, foi iniciada a leitura e a discussão de outro pequeno texto intitulado “*Elas estão por toda parte!*”. Este recurso discorreu sobre o fato deste seres vivos serem encontradas em todos os ambientes, inclusive no corpo humano.

Por conseguinte, foi apresentado o pequeno vídeo chamado “*Mundo invisível*” (Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=I82Lr6Fx8hE>) que chamou a atenção para a existência de milhares de bactérias nos solos, assim como a importância delas para a reciclagem da matéria orgânica, por exemplo. Com isto, foi possível chamar a atenção para os serviços ambientais que estas desenvolvem nos ecossistemas, como a ciclagem de nutrientes, a fixação do nitrogênio atmosférico, a de compor a flora intestinal humana e de animais ruminantes, como citam Tortora, Funke e Case (2012), por exemplo. Além disto, o vídeo chamou a atenção para a relação destes microrganismos com a tecnologia, por meio de estudos que procuram criar eletricidade a partir de algumas bactérias.

A utilização de textos de revistas e jornais, assim como de vídeos permitiu a percepção da presença do tema focado em aula no cotidiano, aproximando-o dos alunos. A partir destes recursos didáticos foi possível a inserção de temas que envolveram questões de cunho ambiental, tecnológico e científico em relação às bactérias, vivenciadas na vida em sociedade.

O envolvimento discente com o tema ficou evidente a partir dos questionamentos realizados com a mobilização dos conhecimentos apresentados nos recursos didáticos. Assim, foi possível estimular os alunos a perguntarem, abandonando a memorização e priorizando a construção do próprio conhecimento. Para Moreira (2011b) procurar respostas para os questionamentos formulados pelo próprio aluno, faz com que este desenvolva a criticidade sobre aquilo que está sendo discutido nas aulas de ciências. Neste contexto, é possível a busca constante por conhecimentos adotando uma postura crítica.

Uma vez expostas as situações-problema iniciais, foi apresentado o conhecimento a ser ensinado junto aos discentes, a partir de um texto de divulgação científica (TCD) chamado de "*O curioso mundo das bactérias*" (PEREIRA, 2000). Este apresentou as características, a estrutura morfológica e os aspectos reprodutivos das bactérias, a partir de uma linguagem acessível e adequada para a faixa etária.

Com a leitura do texto houve a discussão das principais informações contidas no material, sendo destacados os conceitos considerados chave e sanadas as dúvidas ocorridas. A participação dos alunos propiciou debates e discussões profícuos, enriquecidos pela disponibilidade voluntária em ler trechos ou parágrafos inteiros. Neste processo coube ao professor atuar como mediador, por meio de estímulos a partir de perguntas e viabilizando a expressão de opiniões que conduzissem a reflexão sobre o que estava sendo apresentado.

O texto oportunizou ainda a diferenciação progressiva, na qual os aspectos generalistas foram inicialmente apresentados, como as características gerais, permitindo a visão do todo. Sendo que no decorrer da abordagem foram trabalhados aspectos mais específicos, como a estrutura e as formas de reprodução das bactérias.

Com relação à diferenciação progressiva Moreira (2012) afirma que durante este processo ocorre à organização dos conceitos mais gerais e inclusivos dos conteúdos, foram apresentados inicialmente de forma mais ampla, sendo assim, progressivamente

diferenciados. Nas palavras de Moreira (2011a, p. 50) “*é o que ocorre com determinado subsunção à medida que serve de ancoradouro para novos conhecimentos em um processo interativo e dialético*”.

A diferenciação progressiva neste caso considerou a forma natural de adquirir o conhecimento pelos alunos. Assim, ao se depararem com algo novo e desconhecido, como as informações contidas no texto, por exemplo, estes buscaram compreendê-lo a partir de ideias mais amplas em direção as mais específicas.

Com relação ao TDC, este foi escolhido por ser um recurso que compõe facilmente diferentes estratégias didáticas utilizadas no ensino de ciências. Isto é facilitado pelo fato de este ser diferente do texto apresentado pelo livro didático. Além disto, a utilização deste gênero textual científico nas aulas de ciências permite o contato com diversos textos e diferentes formas de apresentar o conhecimento científico, possibilitando o acesso a uma gama de informações apresentadas de diferentes formas.

Alguns autores (e.g. MARTINS et al., 2001; MENEGAT et al., 2007; FUJII; CORRAZZA, 2011; FERREIRA; QUEIROS, 2012) salientam que os TDCs podem trazer diversos benefícios para as aulas de ciências, senso que isto está condicionado à forma que é utilizado e ao significado que é dado para as informações contidas. Assim, dentre os benefícios deste recurso estão a possibilidade do contato com conceitos e terminologias científicas, de desenvolver capacidade de argumentação (MARTINS et al., 2001), de transpor os conhecimentos para a vida cotidiana, da mobilização dos conhecimentos para solucionar situações-problemas, do estímulo a criticidade, da fomentação de debates e discussões em sala de aula (MENEGAT et al., 2007), da ampliação na forma de olhar o mundo a partir da linguagem científica, da facilitação da realização de trabalhos interdisciplinares e de tornar o ensino mais atrativo e próximo do cotidiano (FERREIRA; QUEIROZ, 2012).

Os TDC permitem ainda, estabelecer inter-relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), a partir da abordagem de diferentes aspectos, sejam eles de cunho científico, tecnológica, social, econômico, histórico, ético, filosófico e moral. Neste contexto, Fujii e Corrazza (2011) argumentam que no tocante aos aspectos CTSA, o referido gênero textual contribui para abordar quatro diferentes dimensões sob este enfoque, como: Científica/Tecnológica, Social/Econômica, Histórica e Ético/Filosófica/Moral.

Na questão Científica/Tecnológica podem ser trabalhados os fundamentos teóricos e experimentais da ciência; na Tecnológica é possível discutir os diversificados aspectos da prática tecnológica; na Social/Econômica é possível contextualizar as relações entre as atividades científicas e tecnológicas vivenciadas no cotidiano e em sociedade; já a dimensão histórica permite a reflexão sobre os aspectos referentes à elaboração e reelaboração do conhecimento científico, e por fim; a questão Ético/Filosófica/Moral privilegia “à articulação do conhecimento científico e tecnológico numa perspectiva relacional com normas, regras e representações estabelecidas em determinada cultura social” (FUJII; CORRAZZA, 2011, p. 5).

Na etapa posterior, que se caracterizou como a de “Revisão”, foram retomados os aspectos mais gerais e estruturantes na abordagem anterior a partir de uma breve revisão de forma expositiva e da realização de duas atividades. Estas propiciaram alcançar a reconciliação integradora com a utilização de exemplos novos que diferenciaram das situações apresentadas anteriormente, em busca de maior grau de complexidade.

No momento seguinte desta etapa, ainda com o intuito de promover a reconciliação integradora, foram realizadas duas atividades colaborativas. Para tanto, os discentes foram divididos em grupos de quatro componentes que resolveram uma cruzadinha com perguntas sobre o que foi discorrido no TDC de forma colaborativa (Fig. 5).

Figura 5: Cruzadinha utilizada como meio de reconciliação integradora.

Cruzadinha sobre as bactérias

A partir do texto “O curioso mundo das bactérias” responda às questões abaixo e preencha a cruzadinha.

- 1 - As bactérias são seres vivos que possuem apenas uma célula. Qual o nome que se dá para seres que possuem só uma célula?
- 2 - Como é chamado o DNA extra das bactérias?
- 3 - Qual o nome do grupo de bactérias que vivem em vulcões, salinas e pântanos?
- 4 - Qual é o tipo de reprodução em que duas bactérias se juntam para dar origem à outra bactéria?
- 5 - Em uma bactéria temos várias partes, como a membrana citoplasmática, o ribossomo, o cromossomo e o plasmídio. Qual dessas partes é responsável por produzir as proteínas para a bactéria?
- 6 - Com qual aparelho eletrônico podemos ver as bactérias?
- 7 - Algumas bactérias podem produzir _____, estruturas que tornam a bactéria resistente ao calor, ao frio e a agentes químicos, como os desinfetantes.
- 8 - As bactérias não possuem um núcleo. Qual nome é dado para seres vivos que não possuem núcleo?
- 9 - Qual é o nome da reprodução em que um a bactéria se divide em duas para formar uma nova bactéria?
- 10 - Qual o nome da parte da bactéria que é responsável pela sua movimentação?

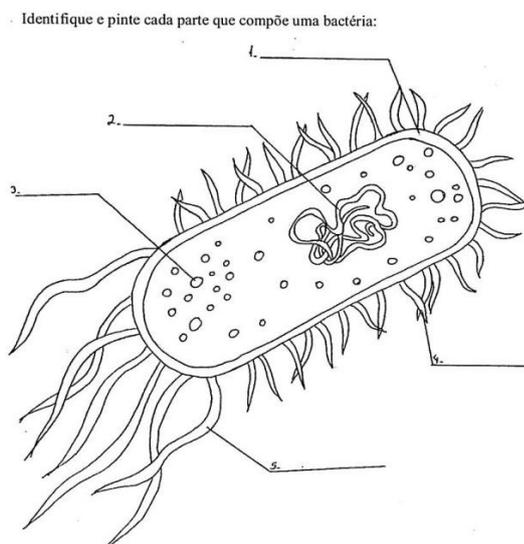
Fonte: Dados da pesquisa.

Durante esta atividade os alunos pesquisaram as informações no TDC de forma independente, fazendo com que o aluno fosse o responsável pela construção do próprio conhecimento, ou seja, o protagonista do processo, conforme recomenda Ausubel (2003). Assim, a percepção da relevância dos novos conhecimentos e a intencionalidade em aprender constituíram fatores relevantes durante o processo de ensino-aprendizagem.

Além de permitir a participação ativa dos alunos, a cruzadinha foi utilizada como alternativa aos métodos avaliativos tradicionais. O papel significativo deste recurso no ensino de ciências da natureza foi evidenciado por Benedetti Filho et al. (2013) que as utilizaram para avaliar os conhecimentos sobre química. Os referidos autores evidenciaram que além de oportunizar a aprendizagem e estimular a interpretação textual, este recurso didático se demonstrou como um método avaliativo importante.

A segunda atividade constou de um desenho esquemático no qual os discentes completaram as principais partes das bactérias, assim como destacaram a função de cada uma destas a partir de pesquisa no mesmo texto. Além disto, cada parte da bactéria foi pintada com uma cor diferenciada (Fig. 6).

Figura 6: Desenho esquemático de uma bactéria utilizada na etapa de revisão.



Fonte: Dados da pesquisa.

No âmbito da UEPS as atividades descritas logo acima cumpriram o papel de reconciliação integradora, ou seja, reorganizar o conhecimento abordado até o momento. A reconciliação integradora “[...] é um processo da dinâmica da estrutura cognitiva, [...] que consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências,

integrar significados, fazer superordenações” (MOREIRA, 2012, p.6), relacionado com a diferenciação progressiva. Para que isto ocorra, deve-se partir dos conceitos mais específicos até os mais gerais, buscando uma integração sucessiva (AUSUBEL, 2003).

No tocante à aprendizagem significativa, a realização da reconciliação integradora estabeleceu relações entre o que foi abordado anteriormente, identificando as similaridades e as diferenças com o trabalhado posteriormente. A partir disto, o conhecimento presente na estrutura cognitiva do discente pode ser relacionado com o novo conhecimento ou ser novamente estruturado, adquirindo novos significados. Com isto, foi oportunizada a visão do todo, evitando, presumidamente, a fragmentação em tópicos do que foi estudado ou, até mesmo, do que seria abordado.

As atividades que visaram à reconciliação integradora foram realizadas de forma colaborativa. A *“atividade colaborativa [...] [deve levar] os alunos a interagir socialmente, negociando significados, tendo o professor como mediador [...]”* (MOREIRA, 2011a, p. 49). Estas proporcionaram a participação dos alunos em pequenos grupos para a resolução das atividades propostas a partir de um consenso do que estava correto ou não.

A realização de atividades colaborativas, como o jogo didático, por exemplo, fez com que os alunos trabalhassem em conjunto, negociando os objetivos e os resultados da atividade em prol do grupo. Com isto, houve a possibilidade fazê-los perceber a importância da ajuda mútua, da responsabilidade compartilhada e da participação dos conhecimentos de forma reflexiva.

Em relação ainda a este tipo de atividade, Moreira (2011b) salienta que com as etapas de colaboração, discussão e a busca por consensos permitem a captação de significados. Ressalta ainda que no momento de discussão dos resultados com o grande grupo há a submissão à crítica dos outros discentes, oportunizando a argumentação e autocrítica. E finalmente, esta situação oportuniza a reformulação do apresentado anteriormente e a percepção de que o ensino e a aprendizagem dos conteúdos dependem da participação ativa dele e dos colegas.

Com a conclusão das atividades acima estas foram corrigidas com a turma, de forma que possibilitasse à elucidação de possíveis dúvidas, além de compor a avaliação formativa. Nestas atividades, seja na realização ou na correção, a turma foi participativa e autônoma, pois houve a interação entre eles e com o professor no momento das

correções, assim como posicionamento em relação às respostas e questionamentos frutífero. Este fato ficou evidente com as perguntas que foram sendo realizadas no decorrer dos acontecimentos.

Em suma, os trabalhos desenvolvidos em grupos se constituíram como potenciais facilitadores da aprendizagem significativa, uma vez que viabilizam a aquisição de novos significados. Além disto, permitiram ao discente dar o próprio significado ao material potencialmente significativo utilizado.

No final desta etapa foram propostas duas atividades realizadas em casa e trazidas na aula seguinte. A primeira se tratava da leitura e de um breve resumo de dois pequenos textos intitulados “*Biodiversidade microbiana*” e “*As bactérias e engenharia genética*”. O primeiro texto discorreu sobre a importância ambiental e social dos microrganismos, como as bactérias, e o segundo sobre a contribuição das bactérias em processos de biotecnologia, como a produção de insulina, por exemplo.

A segunda atividade constou de uma pergunta que foi respondida junto com a família, sendo: “*Quais as doenças causadas por bactérias você e a sua família já tiveram?*”.

A nova situação-problema foi iniciada a partir do seguinte questionamento: *Qual o papel das bactérias no meio ambiente?* Com o objetivo de atingir a diferenciação progressiva foram propostas atividades que permitiram atingir níveis mais altos de complexidade em relação à situação anterior. Para tanto, a aula foi iniciada com a discussão dos dois textos deixados no final da etapa anterior. Assim, várias situações que demonstraram a importância das bactérias foram discutidas e trazidas à tona pelos alunos, sejam importâncias de cunho ambiental, econômico ou patológico, que ficaram claras a partir de questionamentos e colocações.

Com a abordagem relatada logo acima foi possível verificar um exemplo de diferenciação progressiva, oportunizando aos discentes relacionar as bactérias aos diversos serviços ambientais que estas prestam. Assim, foram apresentadas as diferentes instâncias (bactérias e ecossistemas) de um conceito complexo (serviços ambientais ecossistêmicos), ou seja, da direção do conceito mais amplo para o mais específico.

No momento seguinte foi introduzido a partir da seguinte questão: *Quais doenças são causadas pelas bactérias? E como podemos combater estas doenças?* No primeiro momento, cada aluno leu as doenças que levantaram juntos aos familiares.

Estas foram listadas no quadro para que fossem quantificadas e discutidas. Com esta atividade se procurou relacionar o assunto com o cotidiano dos alunos.

Tomando como base as recomendações de Wartha, Silva e Bejarano (2013) na abordagem do cotidiano se procurou problematizar e analisar as situações de forma sistêmica, ou seja, considerando-as como parte do mundo social e físico. A partir disto, foi oportunizado ao discente perceber as relações estabelecidas entre os fatores sociais, ambientais e políticos, relacionando-os ao viés CTSA, em busca da alfabetização científica.

Entre as respostas trazidas pelos alunos ficou evidente a dificuldade de diferenciar as doenças que são causadas por vírus, bactérias e vermes, por exemplo. Isto ficou evidente pela indicação de que a gripe e as micoses são causadas por bactérias. Assim, foram apresentados *slides* com as principais doenças bacterianas, enfocando as que foram levantadas pelos alunos, com as principais características e medidas profiláticas.

Brum (2014) enfatiza que os estudantes de educação básica fazem confusões quanto à diferenciação entre bactérias e demais microrganismos. Além disto, há dificuldade em diferenciar doenças provocadas por bactérias, vermes e vírus. Para o autor isto pode ser creditado ao fato de ser difícil conceituar algo que não é visualizado a olho nu.

Para o questionamento sobre como é possível combater as doenças bacterianas, alguns alunos citaram o antibiótico como a forma correta para tal fim. Em seguida, foi perguntado o que seria antibiótico exatamente e como se tornou conhecido pela sociedade. A resposta mais comum para o primeiro questionamento é de que antibiótico seria o remédio que “mata” as bactérias, porém não souberam explicar como havia surgido.

Em busca das respostas para os questionamentos foram apresentados e discutidos os vídeos “Alexander Fleming e a penicilina” (Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=MN9Q3-IWKdk>) e “Resistência a antibióticos” (Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=BiV-FvoieY>), que mostrou como o antibiótico começou a ser conhecido e a importância deste para a sociedade.

Após o segundo vídeo, foi questionado pelos discentes o fato de os antibióticos serem medicamentos comprados apenas com receita médica. Para a resposta deste foi

abordada a importância de se tomar este medicamento apenas com a indicação médica, salientando que a utilização irregular ou incorreta pode conduzir a seleção de bactérias patogênicas resistentes e originar o que se chama de superbactérias, sendo esta uma questão sociocientífica.

As questões sociocientíficas envolvem temas que não apresentam consenso na sociedade e discutidas amplamente pela mídia. Estas fazem parte de muitas das discussões fomentadas na sociedade, considerando o envolvimento de aspectos éticos, morais, (PÉREZ et al., 2011), econômicos e ideológicos, por exemplo. Para alguns autores (e.g. RATCLIFFE; GRACE, 2003; PEDRETTI, 2003; ZEIDLER; KEEFER, 2003) as referidas questões permitem relacionar ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, propiciando o enfoque CTSA nas aulas de ciências.

As discussões em sala de aula de QSC permitem a desmistificação de informações incompletas divulgadas pela mídia (PÉREZ et al., 2011), modificando a opinião e tomadas de decisões dos cidadãos (RATCLIFFA; GRACE, 2003). A partir disto, Reis e Galvão (2004) salientam que o enfoque destes temas possibilita a formação de indivíduos que exerçam a cidadania de forma ativa, munidos de conhecimento que permita a avaliação sob a responsabilidade dos problemas científicos/tecnológicos oriundos da sociedade atual.

Trazer para o âmbito do ensino de ciências da natureza as QSCs possibilita o debate de temas que envolvam aspectos da natureza da Ciência e da Tecnologia, a organização de julgamentos éticos e morais (PEDRETTI, 2003; PÉREZ et al., 2011) na direção da sociocrítica e responsabilidade ambiental (PEDRETTI, 2003). Com isto, é oportunizado ao aluno o exercício da cidadania em busca de a uma sociedade democrática (PÉREZ et al., 2011).

A conclusão da UEPS foi realizada a partir de um jogo didático chamado “*Show das bactérias*”. Esta atividade foi desenvolvida como forma de dar continuidade ao processo de diferenciação progressiva, no entanto, sob a ótica da reconciliação integradora. Assim, foram retomados e ressignificados os principais conceitos apresentados sobre as bactérias a partir das respostas dadas para as perguntas do jogo.

Para a realização do jogo didático a turma foi dividida em três grupos, os quais receberam placas contendo as letras A, B e C. Após, foram realizadas 15 perguntas com três alternativas, sendo apenas uma correta.

Após a leitura da questão os grupos tiveram 40 segundos para pesquisar no TDC, conversar com os colegas e responder, levantando a placa com letra correspondente, justificando a escolha da alternativa. A pontuação para cada questão variou entre um e três pontos, dependendo da complexidade da resposta. Ao final, o grupo que fez a pontuação maior ganhou a atividade. As questões foram apresentadas em *slides* projetados por projetor multimídia e a pontuação de cada grupo foi anotada no quadro.

No decorrer da realização do jogo didático a turma se mostrou muito participativa, atenciosa e colaborativa. Assim, esta atividade foi bem produtiva e bastante importante para se atingir a reconciliação integradora, além de propiciar a avaliação formativa. Em cada erro ou imprecisão na resposta foram pontuados aspectos que contribuíram para a elucidação da dúvida e para a correção dos conceitos.

No âmbito da UEPS o jogo didático serviu como elemento de motivação e descontração que associado aos conhecimentos contribuiu para o ensino de ciências da natureza. Este recurso didático possibilitou despertar o interesse do público-alvo pelos conteúdos de forma lúdica a partir da mobilização de conhecimentos, além de permitir a interação e a relação social entre os discentes de forma colaborativa.

No processo de ensino-aprendizagem os jogos em conjunto com outros recursos didáticos permitem que os alunos tenham maior interesse pelos conteúdos, facilitando a aprendizagem (CUNHA, 2012). Neste processo, o docente adequa o jogo para o fim educativo de forma que cumpra o papel didático, além de mediar a utilização em sala de aula.

No ensino de ciências da natureza os jogos didáticos têm recebido atenção nos últimos anos devido aos benefícios na ocasião da utilização. Dentre os benefícios atribuídos para este recurso didático são citados: estimular o interesse do aluno; auxiliar na construção de conhecimentos; favorecer a interação social dos alunos; despertar o interesse na busca de conhecimentos; estimular a solidariedade, o respeito ao outro e o trabalho em grupo; tornar o aluno indivíduo ativo e autônomo na busca do conhecimento e; favorecer o aprendizado de forma lúdica, interativa e prazerosa (CUNHA, 2012; TEAZANI, 2006). Estes foram percebidos na execução do jogo didático em diferentes intensidades e formas.

A última etapa iniciou pela utilização de um mapa conceitual como reconciliação integradora, no qual foi organizada de forma hierárquica a rede de conceitos abordados, assim como as relações estabelecidas entre estes.

O momento seguinte foi destinado para a avaliação somativa individual composta de oito questões discursivas que os alunos interpretaram e responderam a partir do próprio entendimento (Tab. 3). Assim, foi almejado verificar os significados que os alunos atribuíram aos conceitos abordados ao longo da implementação da UEPS.

Tabela 3: Respostas dos alunos para cada questão da avaliação somativa enquadradas nas categorias adaptadas de Saka et al. (2006).

Categoria/Questões	Questões e acertos em cada categoria							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Conceito correto	8	6	7	6	8	10	9	7
Conceito parcialmente correto	9	8	6	8	9	10	8	9
Concepção parcialmente correta	3	5	7	7	1	2	4	3
Concepção alternativa	4	5	4	3	6	2	3	5

Fonte: Dados da pesquisa.

As questões discursivas da avaliação somativa versaram sobre os conceitos abordados, de forma que os alunos deveriam compreender e interpretar situações de aplicabilidade dos conceitos. Assim, conforme Moreira (2011a) esta atividade buscou verificar se os objetivos de aprendizagem almejados foram alcançados no final da aplicação da UEPS.

Além da avaliação somativa, ao longo da implementação da UEPS, também foi realizada a avaliação formativa. Conforme recomendações de Moreira (2011a) esta avaliação foi desenvolvida registrando as situações e os acontecimentos que evidenciaram a aprendizagem significativa sobre o conteúdo abordado. Assim, ocorreu de forma contínua e verificando o progresso do discente no tocante a aprendizagem.

Sobre a avaliação formativa na aprendizagem significativa Moreira (2011b, p. 13) destaca que esta deve ser recursiva, na qual deverá ser realizada na medida em que a aprendizagem ocorre. Assim, esta se caracteriza como processual de forma que o aluno possa refazer “as tarefas de aprendizagem, aproveite o erro como fator de aprendizagem”.

A avaliação da aprendizagem significativa no âmbito da UEPS deve ser realizada com o objetivo de evidenciar os indícios da aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011 a; 2011b). Considerando este fato, Lemos e Moreira (2011) argumentam que o caráter

progressivo, não-literal e não-arbitrário da aprendizagem significativa requer tempo para se avaliar o aprendizado, principalmente pelo aspecto processual. Assim, para que após a interação entre o conhecimento prévio e o conhecimento novo se afirme que houve aprendizado significativo é preciso que se dê tempo para os conceitos saírem de uma espécie de zona difusa e se acomodem na estrutura cognitiva do indivíduo. Nesta etapa existem concomitante os significados contextualmente aceitos e não aceitos. Por isto, no primeiro momento a avaliação é realizada na busca de indícios deste tipo de aprendizagem e não de certezas.

AVALIAÇÃO DA UEPS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a realização da atividade a busca pelas informações de forma independente, conforme destaca Ausubel (2003), colocou o aluno como o responsável pela construção do próprio conhecimento, ou seja, como o protagonista do processo. Assim, a percepção da relevância dos novos conhecimentos e a intencionalidade em aprender constituíram fatores relevantes durante o processo.

A diversidade de recursos didáticos utilizados auxiliou a construção e reconstrução dos conhecimentos, além de permitir a reflexão e formação de um espírito crítico em relação ao tema. A partir dos diversos materiais potencialmente significativos os alunos tiveram a condição de sistematizar o que vinha sendo abordado, permitindo a elaboração de novos conceitos e reelaboração de outros. Com isto, foi possível estabelecer relações entre os conhecimentos científicos e as experiências cotidianas, e a partir disto possibilitar a aprendizagem significativa. Assim, de forma geral, pode-se considerar que a implementação da UEPS ocorreu de forma exitosa, uma vez que a participação discente foi efetiva e comum durante todo o processo.

No tocante a inserção do enfoque CTSA no ensino de ciências esta se mostrou uma estratégia possível de ser implementada. Com isto, foi possível abrir espaço para a discussão das relações entre a tríade CTS e as afinidades com o meio ambiente. A partir disto, foi possível contribuir com um ensino de ciências que buscou romper com alguns obstáculos encontrados na sala de aula, como a fragmentação dos conceitos e a descontextualizado com as aplicações do cotidiano, por exemplo.

O enfoque CTSA possibilitou ainda, promover a problematização e a contextualização dos conceitos que envolvem o “mundo das bactérias”, relacionando-os

com as questões de ciência, tecnologia, sociedade e ambiente de maneira que contribuiu para construção de um espaço de reflexão e discussão no ambiente escolar.

E finalmente, cabe salientar que para o êxito da adoção de um enfoque CTSA no ensino de ciências alguns limites, ainda existentes hoje, devem ser superados, como a formação docente que vise o referido enfoque e a existência de condições para a implementação. Superando tais limites e tomando como premissa os benefícios acima elencados, a educação CTSA pode cumprir o papel de alfabetizar científica e tecnologicamente de forma crítica. E a partir disto, o indivíduo pode ser preparado para agir localmente, respeitando o globalmente, ou seja, considerando a interação sociedade/ambiente e ambiente/sociedade, de forma a perceber o grau de impacto que as atitudes podem ter sobre a referida interação.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, G. G.; BRAGA, R. P. S.; GOMES, V. Conhecimento dos alunos sobre microrganismos e seu uso no cotidiano. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v.2, n.1, p.58-64, 2012.
- AUSUBEL, D.P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Porto: Editora Plátano, 2003.
- AZEVEDO, M.N.; ABID, M.L.V.S. Pesquisa-ação de a elaboração de saberes docentes em ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.18, n.1, p. 55-75, 2013.
- AZEVEDO, T.M.; SODRÉ NETO, L. Bacteriologia na Educação Básica: como esse tema é abordado nos livros didáticos? **ActaScientiae**, v.16, n.3, p. 631-647, 2014.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa, Portugal: Edições 70, 2009.
- BENEDETTI FILHO, E.; BENEDETTI, L.P.S.; FIORUCCI, A.R.; OLIVEIRA, N.; PERONICO, V.C.D. Utilização de palavras cruzadas como instrumento de avaliação no ensino de química. **Experiências no Ensino de Ciências**, v.8, n.2, p.104-115, 2013.
- BOSS, S.L.B.; SOUZA FILHO, M.P.; CALUZI, J.J. História da Ciência e a aprendizagem significativa: o experimento de Coulomb. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009. **Anais...** Florianópolis, 2009.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais**. Brasília : MEC/Secretaria de Educação Fundamental, 1997.
- BRUM, W.P. O tema bactéria no ensino fundamental: concepções alternativas dos estudantes sobre as implicações na saúde humana. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v.4, n.3, p.1-12, 2014.
- CARLÉTTI, D.S. Concepções dos alunos sobre microbiologia. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA, 2., 2007, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: Sbenbio, 2007.
- CERVO, A.L.; BERVIAN, P.A. SILVA, M. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2007.

- CHASSOT, A. **Alfabetização científica**: questões e desafios para a educação. 4 ed. Ijuí: Ed. Unijui. 2006.
- CUNHA, M. B. Jogos no Ensino de Química: Considerações Teóricas para sua Utilização em Sala de Aula. **Química Nova na Escola**, vol.34, n.2, p.92-98, 2012.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências**: fundamentos e métodos. 3 ed. São Paulo: Cortez, 2009.
- FERREIRA, L.N.A.; QUEIROZ, S.L. Textos de divulgação científica no ensino de ciências: uma revisão. **Alexandria**, v.5, n.1, p.3-31, 2012.
- FUJII, R.A.X.; CORRAZZA, M.J. Célula-Tronco na revista Ciência Hoje: um recurso didático-pedagógico alternativo para o ensino. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., Campinas. **Atas...** Campinas, 2011.
- KRASILCHIK, M. **Práticas de ensino de Biologia**. São Paulo: Edusp, 2012.
- LEMO, E.S.; MOREIRA, M.A. A avaliação da aprendizagem significativa em biologia: um exemplo com a disciplina embriologia. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v.1, n.2, p. 15-26, 2011.
- MACEDO, C.C.; SILVA, L.F. Contextualização e Visões de Ciência e Tecnologia nos Livros Didáticos de Física Aprovados pelo PNLEM. **Alexandria, Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.3, n.3, p.1-23, nov. 2010.
- MARTINS, I.; CASSAB, M.; ROCHA, M. B. Análise do processo de re-elaboração discursiva de um texto de divulgação científica para um texto didático. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 3., 2001, Atibaia. **Anais...** Atibaia, 2001.
- MENEGAT, T. M. C.; CLEMENT, L.; TERRAZZAN, E. A. Textos de divulgação científica em aulas de física: uma abordagem investigativa. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2007.
- MOREIRA, M.A. Abandono da narrativa, ensino centrado no aluno e aprender a aprender criticamente. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v.4, n.1 p.2-17, 2011b.
- MOREIRA, M.A. O que é afinal aprendizagem significativa? **Curriculum**, La Laguna, Espanha, 2012.
- MOREIRA, M.A. Unidades de enseñanza potencialmente significativas – UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v.1, n. 2, p. 43-63, 2011a.
- PEDRETTI, E. Teaching Science, Technology, Society and Environment (STSE) Education. In: ZEIDLER, D. (Org.) **The role of the moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education**. London, Dordrecht, Boston: Kluwer Academic Publishers, p.219-240, 2003.
- PELLIZZARI, A.; KRIEGL, M. L.; BARON, M.P.; FINCK, N.T. L.; DOROCINSKI, S.I. Teoria da Aprendizagem Significativa segundo Ausubel. **Revista PEC**, v.2, n.1. p.37-42, 2002.
- PEREIRA, M.S.V. O curioso mundo das bactérias. **Revista Ciências Hoje das Crianças**, ano 13, n.109, p.21-23, Dez. 2000.
- PÉREZ, L.F.M.; CARVALHO, W.F.P.; LOPES, N.C.; CARNIO, M.P.; VARGAS, N.J.B. Abordagem de questões sociocientíficas no Ensino de Ciências: contribuição à

pesquisa da área. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., Campinas. **Atas...** Campinas, 2011.

QUINTAL, J.R.; GUERRA, A. A história da ciência no processo ensino-aprendizagem. **A Físicana Escola**, v.10, p.21-25, 2009.

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

REIS, P.; GALVÃO, C. Os professores de Ciências naturais e a discussão de controvérsias sociocientíficas: dois casos distintos. **Revista electrónica de Enseñanza de la Ciencias**. v. 7, n. 3, p. 746-772, 2008.

RICARDO, E.C. educação CTSA: obstáculos e possibilidades para sua implementação no contexto escolar. **Ciência&Ensino**, v.1, n. especial, 2007.

SAKA, A.; CERRAH, L.; AKDENIZ, A.R.; AYAS, A. A Cross-Age Study of the Understanding of Three Genetic Concepts: How Do They Image the Gene, DNA and chromosome? **Journal of Science Education and Technology**, v.15, n.2, p. 192 – 202, 2006.

SANTOS, A.F.; OLIOSI, E.C. A importância do ensino de ciências da natureza integrado à história da ciência e à filosofia da ciência: uma abordagem contextual. **Revista da FAEEBA – Educação e Contemporaneidade**, v.22, n.39, p.195-204, 2013.

SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, São Paulo, v. 12, n.36, p.474-550, 2007.

SHEPARDSON, D. Bugs, butterflies, and spiders: children's understandings about insects. **Int. J. Sci. Educ.**, v.24, n.6, p.627-643, 2002.

SILVEIRA, M.L.; OLIVEIRA, P.B.; ARAÚJO, M.F.F. Concepções espontâneas sobre bactérias dos alunos de 6º a 9º. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., Campinas. **Atas...** Campinas, 2011.

TEAZANI, T.C.R. O Jogo e os processos de aprendizagem: aspectos cognitivos e afetivos. **Educação em Revista**, v.7, n.1/2, p.1-16, 2006.

TORTORA, G.J.; FUNKE, B.R.; CASE, C.L. **Microbiologia**. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.

WARTHA, E.J.; SILVA, E.L.; BEJARANO, N.R.R. Cotidiano e contextualização no ensino de química. **Química nova na escola**, v.35, n. 2, p.84-91, 2013.

ZABALZA, M.A. **Diários de aula: um instrumento de pesquisa e desenvolvimento profissional**. Artmed: Porto Alegre, 2004.

ZEIDLER, D.; KEEFER, M. In: . ZEIDLER, D. L.V. **The Role of Moral Reasoning on SocioScientific Issues and Discourse in Science Education**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2003.