

# Ensino de Ciências com Tecnologias: um caminho metodológico no PROEJA



Ernesto Macedo Reis  
Marília Paixão Linhares

**RESUMO - Ensino de Ciências com Tecnologias: um caminho metodológico no PROEJA.** Este artigo apresenta resultados de uma experiência de inovação curricular no ensino presencial de Ciências e foi realizada com uma turma de educação profissional de jovens e adultos. A proposta pedagógica está apoiada na metodologia de Aprendizagem Baseada em Casos e no Espaço Virtual de Aprendizagem (EVA). O objetivo da pesquisa é analisar a adequação dos recursos tecnológicos adotados, a partir da participação dos estudantes em estudos de temas que favorecem a aprendizagem para o trabalho e a cidadania. São analisadas a evolução das concepções dos estudantes e a aquisição de atitudes e habilidades adequadas, durante a realização de um Estudo de Caso sobre nanotecnologia. A análise conclui que os espaços virtuais podem contribuir para a aprendizagem significativa, constituindo-se em importante recurso para o ensino de Ciências, de modo particular, na Educação Profissional de Jovens e Adultos.

Palavras-Chave: **Aprendizagem Baseada em Caso. Ambiente de aprendizagem.**

**ABSTRACT - Teaching Science with Technology: a Methodological Approach in the PROEJA.** The results of a curriculum innovation experience in science teaching for professional education of youths and adults are discussed in this paper. The pedagogic proposal is supported by the Case Based Learning Methodology and by a virtual learning ambient. The goal is to analyze the adequacy of methodological approach adopted. To this, it was observed the student's participation in the investigation process. The expectation is that the educational proposal could provide to the students learning for work and citizenship. The object of analysis is the student's conceptions evolution and the acquisition of appropriate skills and attitudes, during the course of a thematic study about nanotechnology. The conclusion obtained was that virtual spaces can contribute to meaningful learning, constituting an important resource for science teaching, in particular, in professional education for youths and adults.

Keywords: **Case Based Learning. Learning environment.**

## Introdução

A rede virtual torna-se mais atraente a cada dia: TV digital, Internet móvel, *fórum*, *MSN*, *blog*, *twitter*, *orkut*, *e-mail*, são algumas possibilidades de uso. O Brasil é um dos líderes no tempo de navegação doméstica e as novidades da comunicação digital são alvo de interesses populares, transformando a vida do cidadão comum. A importância dos aspectos cultural e social que as tecnologias computacionais, e principalmente a Internet têm como parte integrante da vida da população não podem mais ser ignoradas. Na escola, é necessário e urgente integrar a comunicação digital às atividades de ensino. Neste caso, como os professores podem usar as novas ferramentas de comunicação e informação? Como fazer para que o processo de inclusão chegue ao público mais necessitado na escola, como os estudantes do PROEJA<sup>1</sup>?

Ambientes virtuais de aprendizagem pertencem ao universo da hipermídia e fazem uso de funcionalidades como a imagem e o diálogo. Nossa principal premissa nesse trabalho é que um sistema informático desse porte é um meio de comunicação interativo, que potencializa a capacidade de reflexão, podendo ser útil à educação, no caso particular, ao ensino de Ciências da Natureza. Trataremos de práticas pedagógicas que se baseiam nesse tipo de tecnologia como elemento amplificador da mediação no processo educativo.

A proposta didática que discutimos faz parte de um projeto do Programa Nacional de Pesquisa<sup>2</sup>, que tem o objetivo de construir conhecimentos sobre a educação de jovens e adultos no âmbito da educação profissionalizante. Considera-se o sistema EVA<sup>3</sup> um caminho metodológico diferenciado no Ensino de Ciências, que se apoia no Espaço Virtual de Aprendizagem (EVA), na adoção da metodologia de Aprendizagem Baseada em Casos (ABC) e na avaliação processual da aprendizagem (Reis, 2008).

Neste artigo, reflete-se sobre o caminho metodológico trilhado com alunos de uma turma do Curso de Eletrônica/PROEJA, em atividade curricular. Como pensam e como se expressam sobre ciência e tecnologia? Foi feita a análise com base na técnica de análise da avaliação de Bardin (2000).

O objetivo da análise é avaliar o processo pedagógico e a adequação dos recursos tecnológicos adotados, identificando a aprendizagem de conteúdos relacionados ao tema nanociência, selecionado pelos professores de Biologia, Física e Química. Avaliam-se atitudes e habilidades desenvolvidas durante o processo: leitura, cooperação, motivação, profissionalização, autonomia e capacidades de reflexão, de exposição oral e defesa de idéias.

## Estudos de Caso e Aprendizagem Significativa

O método de Aprendizagem Baseada em Casos (ABC) é relativamente antigo e teve sua origem nas escolas de medicina. O principal objetivo era colocar os

aprendizes em profissionalização em contato com problemas reais e de serviço (Savery e Duffy, 1995). Ao se difundir por outras áreas do conhecimento incorporou variantes, como Estudos de Caso, Solução de Problemas e outras denominações com sutis diferenciações. Quando se trata de Estudos de Caso, a ideia inicial é oportunizar o direcionamento da aprendizagem à situação complexa, integrada e exploratória da profissionalização. Eles são indicados para favorecer o desenvolvimento de habilidades adequadas à formação profissional.

O Estudo de Caso é uma estratégia de narrativas sobre situações enfrentadas, questões abertas e dilemas. O aprendiz deve ser incentivado, sobretudo, a ler, de forma a compreender fatos e valores. Nesse processo, o papel principal do professor consiste em se tornar um orientador, parceiro mais esperto dos aprendizes, ajudando no trabalho com fatos, situações de análise e na consideração de hipóteses.

Nos Estudos de Caso pesa o caráter coletivo e cooperativo, que passa a ser incentivado e desenvolvido como uma habilidade social e do trabalho, profissional, considerando-se as mais prováveis inserções de cada aprendiz no mundo do trabalho. Apesar de pouco popular no ensino de ciências, pode-se mencionar *Case Studies in Science: A Novel Method of Science Education* (Herreid; Coll, 1994), uma publicação da Área de Educação em Ciências, que deu origem a uma seção denominada *The Case Study*.

Herraid; Coll (1998) esquematizaram a estratégia de Estudos de Caso para o Ensino de Ciências através da adoção de textos e de determinados cuidados como: previsão de tarefas individuais, favorecimento de aulas expositivas e de laboratórios, capacidade de amplificação de discussões, favorecimento de leituras científicas e sobre ciência, valorização de atividades em grupo. O professor desempenha o papel de facilitador de eventos ao invés de se posicionar por uma didática diretiva.

A escolha de Estudos de Caso, como a principal estratégia de ensino da proposta de Ciências da Natureza desenvolvida para o segmento de PROEJA, requer compromisso do docente com o processo pedagógico. O professor adota a postura de parceiro mais capaz, que atua na condução do ensino e orienta a aprendizagem do estudante, por meio de interações sociais adequadamente planejadas. O caráter sócio-cultural do ensino e da aprendizagem (Vygotsky, 2003) faz-se presente nas mediações, entre aprendiz e materiais de apoio, orientadas por professores, colegas ou outros atores. Estas ações de ensino são mais efetivas quando agem na Zona de Desenvolvimento Proximal.

O principal componente inovador da teoria de Vygotsky é a incorporação de fatores sociais na formação de conceitos. Em Vygotsky, os conceitos vão sendo formados individualmente por cada sujeito até atingirem o estágio de pseudoconceitos. Nesta fase é a mediação da cultura que permite uma convergência em direção a conceitos compartilhados por um certo agrupamento humano. Sem este papel mediador os pseudoconceitos evoluiriam em direções arbitrárias, não permitindo a vida social.

Vygotsky define a Zona de Desenvolvimento Proximal como uma zona cognitiva na qual os estudantes são capazes de trabalhar (solucionar problemas) apenas se assistidos. Para Vygotsky o professor deve trabalhar na Zona de Desenvolvimento Proximal, de modo a fazer avançar a fronteira da Zona de Desenvolvimento Real, definida como aquela zona cognitiva onde o aluno pode trabalhar só. O trabalho em grupo e cooperativo entre os estudantes mais avançados (ou o próprio professor) fará com que os alunos atribuam significados aos novos conhecimentos.

Os materiais didáticos, de acordo com essa ênfase, devem ser bem planejados, pois passam a atender interesses específicos de aprendizagens que serão diferenciadas. Quando interage com materiais, o aprendiz deve ser capaz de reinterpretar o que lê e ampliar sua rede de recursos cognitivos no sentido de gerar novos conhecimentos.

O processo de avaliação adotado, na proposta pedagógica e analisado neste texto, visa acompanhar o desenvolvimento contínuo dos estudantes, observando as interações em ambiente escolar ou no ambiente virtual e buscando verificar os avanços conceituais dos estudantes, ou seja, a atribuição de significados aos novos conhecimentos, durante o processo pedagógico.

No sentido de promover atividades que favoreçam a aprendizagem deve-se conceber que cada estudante tem uma bagagem cultural, o que significa que não se parte do zero, quando se ensina um determinado tópico de ciências. A aprendizagem significativa é o mecanismo humano, por excelência, para adquirir e armazenar idéias e informações representadas em qualquer campo de conhecimento (Ausubel, 1978). É o processo através do qual uma nova informação se relaciona de maneira não arbitrária com o conhecimento já existente na estrutura cognitiva do aprendiz.

O conhecimento prévio serve de matriz para a incorporação, compreensão e fixação de novos conhecimentos, quando estes se relacionam com conhecimentos especificamente relevantes preexistentes na estrutura cognitiva. Nesta interação o conhecimento prévio se modifica pela aquisição de novos significados. Fica, então, claro que na perspectiva ausubeliana, o conhecimento prévio é a variável crucial para a aprendizagem significativa.

Segundo Moreira (2006, p. 13), a aprendizagem significativa é uma:

[...] estrutura cognitiva do aprendiz, consistindo num processo pelo qual uma nova informação se relaciona de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo. Neste processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimentos específica, a qual Ausubel chama de “conceito subsunçor” ou, simplesmente “subsunçor”, existente na estrutura cognitiva do aprendente.

Na concepção dos Estudos de Caso foram observadas as orientações da teoria ausubeliana, prevendo como primeira etapa a exposição das ideias iniciais dos estudantes. Para organização dos passos seguintes o professor parte

deste conhecimento e propõe leituras, investigações e atividades individuais ou em grupo, contrapondo opiniões e buscando uma convergência em direção aos conceitos científicos adequados ao estudo do tema em questão.

Refletindo sobre o ensino no âmbito do PROEJA, compreendemos que Estudo de Caso é um método válido e prático para proporcionar uma aprendizagem para a vida, o trabalho e a cidadania no sentido mais expressivo das lições de Freire (1996), quando tratou de uma autonomia como direito de todo educando.

Em Paulo Freire a educação é pautada no exercício democrático, predomina o diálogo como elemento fundamental, e inclui participação e compromisso de todos os sujeitos com o ato educativo, respeito à cultura, autonomia do aprendiz, exercício da solidariedade e da cooperação. O diálogo é o elemento central que permite as mediações e os entendimentos entre as pessoas, e possibilita a construção de consciência crítica.

As estratégias adotadas durante o trabalho com o público do PROEJA enfatizam a importância do diálogo articulado à reflexão, visando estimular a confiança dos sujeitos em si mesmos e sua capacidade de atuação com autonomia. O estudo temático possibilita estimular a curiosidade em relação a novos conhecimentos e o interesse na formação profissional, estabelecendo relações entre conteúdos científicos e significados do cotidiano.

A proposta pedagógica apresentada e discutida neste trabalho tem como base a utilização de Estudos de Caso, a adoção do sistema EVA e uma avaliação da aprendizagem baseada no avanço conceitual de cada aprendiz, caracterizada como processual.

Visa-se favorecer uma aprendizagem científica para a vida, propiciando o desenvolvimento de habilidades críticas ao entendimento e construção de conhecimentos, tais como, o hábito da leitura, da escrita sobre o que se lê, a reflexão, a interação a partir do trabalho cooperativo e do uso das Tecnologias de Informação e Comunicação.

### **Inovação Curricular e Espaço Virtual de Aprendizagem (EVA)**

A proposta de inovação curricular para o ensino de ciências naturais considera a metodologia de Aprendizagem Baseada em Casos como elemento estrutural da modelagem conceitual do EVA. A estratégia de ensino de Estudos de Caso permite a mobilização de idéias iniciais e a motivação para o estudo (Linhares; Reis, 2008). O aprofundamento ocorre através de leituras de materiais selecionados, elaboração de resenha, busca de informações complementares, abordagens de conteúdos específicos, debates e discussões presenciais e virtuais. Os participantes são orientados pelo professor a buscar respostas para as questões levantadas nos Estudos de Caso.

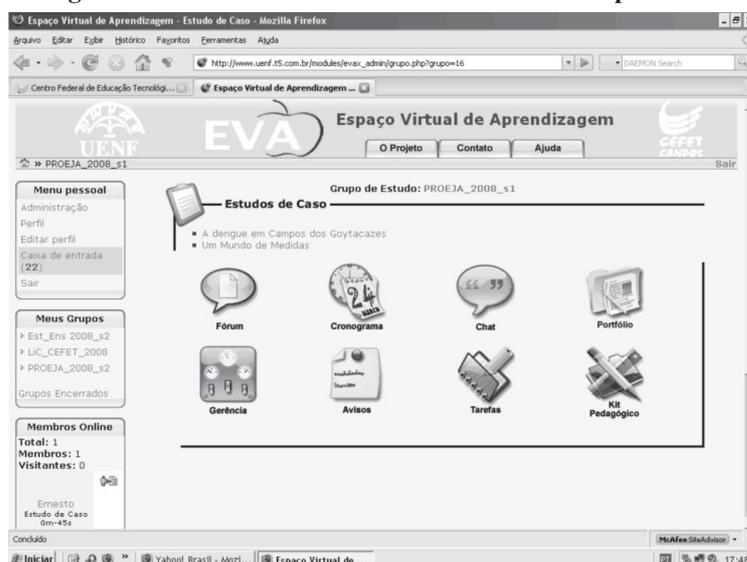
O trabalho virtual no módulo do Estudo de Caso ou no *fórum* é complementar às aulas presenciais quando os professores formalizam conteúdos, realizam atividades didáticas e promovem discussões. No EVA o professor interage com os alunos avaliando seus textos e solicitando mudanças quando as respostas não estão adequadas.

A heurística de um Estudo de Caso, de acordo com a modelagem do sistema EVA, pode ser estabelecida em três passos:

- 1º. Identificar as idéias iniciais dos estudantes sobre o tópico de estudo;
- 2º. Favorecer interações com materiais selecionados ricos em informações, promover diálogo-cooperação e valorizar a argumentação-defesa de ideias;
- 3º. Potencializar respostas mais satisfatórias às questões propostas, propiciando avanço conceitual de cada estudante em relação ao tema de estudo (Reis; Linhares, 2005).

De acordo com o conteúdo disciplinar trabalhado, o tempo de desenvolvimento de um Estudo de Caso pode variar, porém, enquanto operam os três passos necessários à resolução de um problema no módulo *Estudos de Caso*, os aprendizes podem participar de outras atividades virtuais *fórum*, *chat*, *e-mail*, consultar materiais de diferentes naturezas no *kit pedagógico*.

**Figura 1 - Tela central da interface do EVA no modo professor**



A interface foi desenvolvida para possibilitar acesso imediato por parte de qualquer tipo de usuário cadastrado às ferramentas do EVA através de ícones ricos em significados:

Prancheta: apresenta o texto do Estudo de Caso e dá acesso aos encaminhamentos dos passos do estudo;

Painel de Controle: ícone das funções de gerência apresentado apenas no modo professor;

Balão com folha de papel: representa o *fórum*, organizador dos temas de discussões, favorecendo as interações entre alunos e professores;

Folha de calendário sobre relógio: calendário apresentador de cronogramas;

Balão com aspas: *Chat*, ferramenta de interação entre alunos e professores;

Lápis e folhas sobre Pasta: portfólio, espaço destinado à publicação de trabalhos de alunos;

Folha de *post-it*®: *Avisos* indica situações de atenção e recomendações;

Lápis escrevendo em um bloquinho: *Tarefa* apresenta as atividades escolares;

Lápis e régua sobre pasta: kit pedagógico organiza o material didático do curso assumindo formatos diferenciados; textos, artigos, apostilas, livros, *sites*, vídeos, etc.

A modelagem do sistema EVA é adequada ao processo de pesquisa e, para isso, está equipado com uma base de dados, disponível ao professor, através da ferramenta *Gerência* (estatísticas e relatórios) – que compõe a documentação das ações de ensino e aprendizagem.

Compatível com essa característica da modelagem todos os participantes cadastrados autorizam a utilização dos *logs* de suas ações documentadas. Na tela inicial do sistema é feita uma referência explícita à pesquisa escolar, mas apenas os indivíduos cadastrados têm acesso ao perfil, onde autorizam, ou não, a utilização de seus dados.

A apresentação icônica do EVA simplifica o entendimento e acesso aos espaços de estudo, já que são amplamente utilizadas na Internet, em manuais de sistemas de informação e comunicação e fazem parte de diferentes tecnologias *modernas*. A compreensão transcende às línguas e aos códigos matemáticos e pré-dispõe aspectos cognitivos e a intencionalidade das navegações, cada vez mais complexas e distribuídas.

## Processo Pedagógico e sua Avaliação

A Pesquisa-Ação, com objetivo de analisar o processo pedagógico e a adequação dos recursos tecnológicos adotados, propôs estratégia inovadora no ensino de Ciências da Natureza. Aparentemente mais adequada ao perfil do público do PROEJA, a proposta pedagógica tem como objetivo oportunizar a participação dos estudantes em processos de investigação, favorecendo a aprendizagem de conceitos científicos e o desenvolvimento de atitudes profissionais (confiança dos sujeitos em si mesmos, capacidade de atuação com autonomia, consciência crítica) e de habilidades específicas.

Pretendeu-se promover a evolução conceitual dos alunos sobre conteúdos contextualizados das disciplinas que foram ensinadas integradas em função de Estudos de Caso. Buscou-se aquisição mais qualificada das habilidades

de ler e de escrever, ampliação da capacidade de argumentação, investigação, cooperação e o domínio do uso da tecnologia computacional.

O trabalho foi realizado durante o primeiro semestre de 2008, com uma turma que contava inicialmente com 21 alunos (Módulo 1 - primeiro semestre do curso), dos quais 17 interagiram ao longo do estudo, respondendo aos três passos do estudo e outros quatro desligaram-se do curso. Os que permaneceram, participaram da busca por soluções para a questão de estudo, encaminhadas presencialmente ou *on line*. Nas situações propostas, a preocupação foi integrar o ensino de conteúdos das três áreas de Ciências da Natureza à área de formação profissional, no caso, a Eletrônica como um tipo de formação para a vida.

Os dados analisados neste trabalho são os textos encaminhados pelos estudantes no módulo *Estudo de Caso* (passos inicial e final) e os registros das falas dos estudantes durante entrevistas conduzidas por um dos pesquisadores, autor do trabalho, em momentos diferenciados, com objetivo de conhecer melhor o que pensavam os estudantes.

No passo inicial (1) o estudante lê o texto do Estudo de Caso e aponta uma solução preliminar, deixando registros de suas ideias prévias. No passo final (3), que é a fase de conclusão, cada estudante encaminha sua resposta que deve incorporar elementos das leituras e discussões, exibindo o progresso em relação aos seus saberes iniciais.

A entrevista é um dos instrumentos de coleta de dados da pesquisa qualitativa do tipo etnográfica que caracteriza a investigação encaminhada no PROEJA (André, 2008). Ela se direciona à demarcação de perfis dos diferentes atores, e particularmente, nesse recorte, a identificação dos estudantes, sujeitos aprendizes do curso, com os quais se trabalha e que representam uma parcela pequena do grupo de alunos do PROEJA na instituição de ensino em que esta pesquisa acontece.

No sentido de acompanhar os atores e de descrever sua cultura no processo de aproximação da escola, considerou-se a prática de um ensino voltado para autonomia e cidadania do educando. Fez-se uso do referencial de Freire (1996, p. 46), para quem, “[...] inexistente validade no ensino de que não resulta um aprendizado em que o aprendiz não se tornou capaz de recriar ou de refazer o ensinado, em que o ensinado que não foi apreendido e não pode ser realmente aprendido pelo aprendiz”.

## **Um Estudo de Caso sobre Nanotecnologia**

Para a coleta de dados utilizou-se o recurso de entrevista não estruturada e a análise de documentação (textos dos alunos armazenados no EVA), relativos aos passos inicial e final do Estudo de Caso *Um Mundo de Medidas: As Nanotecnologias*.

O enunciado do Estudo de Caso destaca a necessidade das medidas para as trocas que ocorrem em sociedade e, em particular, a importância das medidas nas Ciências da Natureza. Ressalta a necessidade de grandezas adequadas para medir o tamanho de um vírus ou a distância entre a Terra e a estrela mais próxima do Sol, a estrela Alfa-Centaurus. Propõe a reflexão sobre as novas descobertas, sobre o trabalho de cientistas e técnicos e finaliza indagando o que é nanotecnologia.

A leitura do Estudo de Caso deflagra a discussão e mobiliza os conhecimentos prévios dos alunos. O caso apresentado requer um encaminhamento de solução. Os alunos respondem ao primeiro passo com seus saberes iniciais. Ao longo do primeiro passo, o professor apresenta o tema de estudo e, justificando sua escolha, motiva os alunos, sugerindo leituras e investigações. No EVA ele avalia a coerência das respostas e orienta os alunos na busca por elementos para superar suas concepções iniciais.

No segundo momento pedagógico os alunos são orientados a buscar informações nos materiais disponíveis no EVA e em outros de sua preferência. *O mundo nanométrico: a dimensão do novo século* (Toma, 2004), foi o texto recomendado para leitura e elaboração de resenha.

Após as leituras sugeridas, as investigações pessoais, as interações com professores e com colegas, a elaboração de uma resenha (passo 2) e outras atividades complementares em sala de aula ou no EVA, os alunos foram orientados a responder a pergunta: O que é nanotecnologia? Na etapa final do estudo (passo 3), incorporando os novos conhecimentos adquiridos durante o processo de ensino, o professor interage com o aluno e avalia sua aprendizagem, seu interesse, as habilidades de compreensão da leitura e a escrita, além da relação do aluno com a tecnologia EVA.

O objeto da análise são as concepções iniciais e finais dos alunos sobre o tema. Queremos inferir dos resultados obtidos, se os procedimentos adotados durante o estudo do tema favoreceram a promoção da aprendizagem de conceitos científicos. As respostas aos passos iniciais e finais dos alunos foram organizadas inicialmente em dois quadros com a finalidade de facilitar procedimentos de agrupamento, de classificação e de pré-análise e auxiliar a posterior criação de categorias. Esse procedimento é fundamental para a efetiva possibilidade de inferir, analisar e interpretar os dados a serem submetidos a uma análise de conteúdo (Bardin, 1994; Franco, 2008).

Conhecidas as respostas dos alunos, elas passam a se constituir em indicadores para a criação de categorias. As unidades de análise são de dois tipos: unidades de registro e de contexto. No caso deste trabalho a unidade de registro corresponde ao tema principal de estudo (nanotecnologia) e o contexto diz respeito à sala de aula e ao Espaço Virtual de Aprendizagem. A categorização dos significados explicitados nos textos analisados valeu-se do referencial teórico relativo ao tema.

As categorias criadas são representativas dos tipos de relações encontradas e significativas quanto à aprendizagem do conteúdo ensinado: compreensão da situação, identificação de exemplos e entendimento da fenomenologia.

Em relação à compreensão da situação, esperava-se que os alunos, após lerem o texto do Estudo de Caso, focalizassem sua atenção à importância das medidas no dia a dia e ao papel das medidas no desenvolvimento científico. O universo que foi destacado está relacionado ao mundo muito pequeno, na escala de átomos e de moléculas. A nanociência é uma área de investigação que tem por meta compreender a organização da matéria, átomo por átomo, molécula por molécula.

A nanotecnologia é uma área da Ciência que tem perspectivas promissoras para transformar a investigação científica fundamental em inovações bem sucedidas. As possibilidades não são poucas: desenvolvimento de moléculas e células inteligentes, construção de novas estruturas e materiais, produção de dispositivos tecnológicos com finalidades específicas, miniaturização dos dispositivos para economia de espaço e de energia, etc (Toma, 2004).

Nas respostas buscamos identificar exemplos de aplicações das nanotecnologias. Associadas aos polímeros e resinas, as nanopartículas podem ser usadas na composição de novos materiais denominados nanocompósitos. As indústrias automotiva e aeronáutica estão substituindo componentes metálicos pesados por alternativas mais leves, moldáveis e resistentes. Nos pneus, sua eficiência está relacionada com a presença de negro fumo, que são nanopartículas de carbono adicionadas à borracha. As nanopartículas também permitem controlar o grau de penetração de cremes na pele. São utilizadas em produtos de beleza e em fármacos. Os dispositivos nanoeletrônicos prometidos são baseados em filmes finos, arquiteturas moleculares e nanoestruturas capazes de armazenar e processar informações (Toma, 2004).

Quanto ao entendimento da fenomenologia, buscou-se nos textos dos alunos aspectos científicos da nanociência relativos à eletrônica, por afinidade ao Curso Técnico de Eletrônica. Na eletrônica a miniaturização está presente, diminuindo as dimensões dos aparelhos, ao mesmo tempo em que aumenta a capacidade de processamento. Os circuitos integrados exploram propriedades de semicondutores como Germânio e Óxido de Silício, para uso como resistores e capacitores.

Entretanto, os dispositivos eletrônicos tradicionais enfrentam dificuldades no caminho em direção à miniaturização. Com a diminuição das dimensões dos dispositivos, o número de átomos para a dopagem diminui, quando o número deles se torna algo da ordem de alguns átomos aparecem variações bruscas de voltagem e efeitos quânticos imprevisíveis. Um caminho para vencer essas limitações é começar a usar a chamada tecnologia *bottom-up*, do pequeno para o grande, usando moléculas como dispositivos eletrônicos. As moléculas usadas na eletrônica molecular têm dimensões menores que o limite da eletrônica tradicional (Fonseca, 2009).

Com essas categorias estabelecidas, construímos uma única planilha com os principais elementos conceituais do conteúdo temático presentes nos textos dos alunos. O quadro 1 apresenta uma síntese das respostas ao passo inicial (1), expondo os saberes prévios às aulas e ao passo final (3), destacando as visões posteriores ao estudo realizado.

## Participação dos Estudantes no Estudo de Caso

O quadro 1 apresenta uma síntese das respostas dos estudantes à questão: o que é nanotecnologia? No passo 1, tão logo efetuaram a leitura do texto do Estudo de Caso e encaminharam suas respostas no EVA, os estudantes expõem seus saberes prévios às aulas. No passo 3, terceira coluna, destacam-se as visões posteriores ao estudo e a concretização das etapas didáticas programadas.

Após a leitura, elementos característicos do tipo de relação foram identificados. Elementos semelhantes foram reunidos e apresentados com quantificadores. As categorias criadas são representativas dos tipos de relações encontradas e significativas quanto à aprendizagem do conteúdo ensinado.

**Quadro 1**

	OBJETO DE CATEGORIZAÇÃO	
Tipo de Relação	Passo Inicial Unidades de Significação	Passo Final Unidades de Significação
Compreensão da Situação	<p>7 respostas positivas</p> <p>Ex: O princípio básico da nanotecnologia é a construção de estruturas e de novos materiais a partir dos átomos, os tijolos básicos da natureza.</p> <p>10 Respostas Negativas</p> <p>Ex: Eu acho que é uma série de medidas.</p>	<p><b>12 Respostas Positivas</b></p> <p>Ex: A nanotecnologia representa a busca, pelo homem, do controle sobre a matéria e que suas conseqüências serão novos avanços no bem estar material das pessoas e na saúde. Acredita que haverá redução do impacto da atividade industrial sobre o planeta, tanto pela produção de bens duráveis quanto pela maior eficiência na utilização de energia.</p> <p>Ex: representa a possibilidade de novos avanços no bem-estar material das pessoas e na saúde e na redução do impacto da atividade industrial sobre o planeta, tanto pela produção de bens duráveis quanto pela maior eficiência na utilização de energia.</p> <p><b>5 Respostas Negativas</b></p> <p>Nada acrescentaram em relação ao passo inicial</p>

<b>Identificação de Exemplos</b>	<p><b>4 Respostas com Exemplos</b></p> <p>Chip, operação de medula, de cérebro, de coração, Mp3, Mp4, semicondutores, nanocompósitos, microscópico eletrônico de varredura.</p>	<p><b>8 Respostas com Exemplos</b></p> <p>Chip e cartões de memória; materiais de última geração aplicados aos setores: automobilístico, aeronáutico, informático, farmacêutico, cosmético, alimentício, medicinal, televisivo, espacial e nos esportes; materiais nanoestruturados, nanocompósitos, dispositivos nanoeletrônicos; aplicações da tecnologia ao nível molecular como condutividade, semicondutividade, portais lógicos, transdutores, cristal líquido, telas e monitores, fotocopiadoras, energia, fotocondutividade, eletrônica e componentes, memórias, piezoeletricidade; resinas magnética; invenção de dispositivos ultrapequenos para examinar sistemas biológicos</p>
<b>Entendimento da Fenomenologia</b>	<p><b>0 resposta com referência à fenomenologia</b></p> <p>Nenhuma resposta abordou aspectos científicos da nanociência relativos à Eletrônica.</p>	<p><b>5 respostas com referência à fenomenologia</b></p> <p>Alguns alunos demonstraram compreender os aspectos científicos da nanociência ligados à Eletrônica.</p> <p>Ex: Ressalta que a tecnologia em nível molecular terá aplicações em condutividade e em semicondutividade, entre outras e que, com emprego de nanotubos de carbono e de semicondutores moleculares, surgirão novos dispositivos eletrônicos, com desempenho superior em relação aos atuais.</p>

No momento pedagógico inicial (passo 1), encontramos sete respostas positivas com elementos de compreensão da situação, mesmo que a resposta estivesse confusa, como por exemplo: “Nano: pequena e leve Tecnologia: avanço tecnológico. Nanotecnologia: alguma coisa pequena e leve ligado a área da tecnologia”. Entretanto, em outras respostas as idéias foram expostas com mais clareza: “O princípio básico da nanotecnologia é a construção de estruturas e novos materiais a partir dos átomos, os tijolos básicos da natureza.” Os elementos do texto (frases ou expressões), identificados na pré-análise, que expressam conteúdos relacionados à nanotecnologia e suas aplicações, de forma coerente, foram destacados dos textos dos alunos.

Quatro alunos citaram exemplos ou aplicações da nanotecnologia: *chip*, operação de medula, de cérebro, de coração, MP3, MP4, semicondutores, nanocompósitos, biomateriais, microscópico eletrônico de varredura.

Em outras respostas, dez alunos disseram com clareza que não sabiam, ou demonstraram não conhecer o assunto e não entender a situação a que se referia o Estudo de Caso: “Eu acho que é uma série de medidas...” ou “mede o tamanho de um vírus ou da Terra a Lua...”.

Não encontramos nos textos dos alunos referência aos conceitos científicos da fenomenologia relativa à eletrônica, abordada pela nanociência. Nesta etapa do trabalho os investimentos em eletrônica molecular não foram lembrados.

Percebemos, em alguns textos, que houve consulta às páginas da Internet durante a tarefa de responder ao passo 1. Isso pode prejudicar o reconhecimento

to das idéias prévias, entretanto, demonstra que alguns alunos possuem a habilidade para buscar informações e dominam a tecnologia de consulta à rede. Outros retiraram informações do texto do Estudo de Caso e pelo menos dois alunos se confundiram, relacionando nanotecnologia com medidas de vírus e com a distância da Terra à Lua.

Esse conjunto de respostas caracteriza o estágio de conhecimento do grupo no momento inicial. As consultas individuais à internet não prejudicaram as análises que foram realizadas, tomando como referência o conjunto das concepções dos indivíduos nos dois momentos, procurando estabelecer características do discurso coletivo e sua evolução.

No momento pedagógico final seis alunos que declararam não saber a resposta no momento inicial ou, se mostraram inseguros, demonstraram incorporar informações das leituras e das interações sócio-culturais que ocorreram durante o trabalho. A densidade das respostas desses alunos foi comparada com suas respostas iniciais, destacando-se os elementos que expressam compreensão do conteúdo, da fenomenologia e dos exemplos.

No texto que melhor expressa as possibilidades futuras no desenvolvimento da eletrônica, foi possível perceber marcas das leituras e das atividades realizadas durante o estudo. Destaca o desenvolvimento tecnológico atual e os avanços na área de materiais de última geração. Traz como exemplos de aplicações os materiais nanoestruturados, nanocompósitos, dispositivos nanoeletrônicos e a nanotecnologia molecular. Ressalta que a tecnologia em nível molecular terá aplicações em condutividade e semicondutividade, entre outras, e que, com emprego de nanotubos de carbono e de semicondutores moleculares, surgirão novos dispositivos eletrônicos, com desempenho superior em relação aos atuais.

Outro texto destaca da leitura realizada a fala do físico Richard Feynman, anunciando acreditar no futuro da nanociência, ao registrar seu discurso sobre uma placa de ouro, usando a técnica da nanolitografia. O aluno acrescenta que a nanotecnologia representa a busca pelo homem do controle sobre a matéria e que suas consequências serão novos avanços no bem estar material das pessoas e na saúde. Acredita que haverá redução do impacto da atividade industrial sobre o planeta, tanto pela produção de bens duráveis quanto pela maior eficiência na utilização de energia.

Outros cinco alunos, entretanto, não demonstraram nenhum progresso na compreensão da situação, não citaram exemplos e não perceberam a fenomenologia. Com respostas iniciais negativas, quatro não demonstraram qualquer avanço conceitual. Um deles se saiu bem no passo inicial, mas apenas repetiu a resposta no passo final. Os demais apresentaram respostas negativas quanto à compreensão da situação nos dois momentos.

Um terceiro grupo de seis alunos, com respostas iniciais positivas, demonstrou pequeno avanço em relação aos conteúdos, mas foi possível perceber que compreenderam a situação e que apresentaram exemplos, opiniões, preocupações ou avaliações da estratégia didática. Destacamos de um dos

textos a referência do aluno à necessidade de uma educação de base tecnológica de alto nível, para que seja possível atender as necessidades do mercado atual e futuro. É importante observar que a necessidade de mudança do perfil do trabalhador para o mercado de trabalho altamente sofisticado permeou a discussão das contribuições positivas e negativas da ciência.

Outro aluno ressaltou a importância do estudo para o curso de eletrônica, e acrescentou sua opinião sobre o valor da nanotecnologia, afirmando “que ela já tem revolucionado o mundo de medidas e deve cada vez mais e mais ser estudada e aprofundada pelo valor que ela representa para o homem”. Também foi destacado que o estudo contribuiu para o conhecimento de novidades, como por exemplo, as aplicações dos dispositivos ultra pequenos para examinar sistemas biológicos.

Aplicações das nanotecnologias e contribuições para a sociedade aparecem em um dos textos, porém acompanhados de uma preocupação com o desemprego para uns, e as novas oportunidades para outros. Ressalta, entretanto, que houve benefícios principalmente na área relacionada à saúde. Destaca a importância do trabalho integrado das ciências física, química e biológica, que, de certa forma, reflete a articulação entre os professores das três disciplinas que conduziram à proposta didática. Mais um aluno expressou sua simpatia em relação ao trabalho realizado no EVA quando escreveu: “fica mais fácil de expressar o que pensamos”.

Por fim, é interessante observar como se expressa um aluno que se apropriou do discurso da professora e justificou assim: “essa frase foi falada pela senhora em aula!” Entendemos que ele acrescentou à sua compreensão inicial o conhecimento que julga mais adequado, que é o da professora.

O tema do estudo foi mais bem compreendido por doze alunos (quadro 1). Em oito respostas aparecem exemplos de aplicações da nanotecnologia e cinco alunos demonstraram compreender os aspectos científicos da nanociência relacionados à eletrônica. A relação do tema de estudo com a formação profissional em eletrônica é um dos aspectos que nos permite considerar a iniciativa adequada para este público do PROEJA.

Da análise efetuada fica clara a transformação da forma de expressão dos estudantes. Segundo Moreira (2006, p. 16) “[...] a aprendizagem significativa caracteriza-se pela interação entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio, denotando-se a expressão literária”. Observamos que os alunos convivem durante a construção de novos conhecimentos, com os anteriores, que vão ficando mais fracos, sendo superados pela construção mais recente, mais elaborada e complexa, mas não desaparecendo completamente. As marcas das leituras realizadas estão presentes nas analogias e exemplos dos estudantes, quando emitem suas respostas finais e defendem suas idéias.

O nosso interesse é também conhecer os porquês das mudanças ocorridas. Durante o desenvolvimento do trabalho, buscamos conhecer o que cada estudante pensava e entender suas dificuldades. Esse é o ponto crítico do ensino no PROEJA. A heterogeneidade do público faz-nos considerar individualida-

des, saberes diferenciados, os estudos prévios sempre desiguais e as vivências múltiplas e facetadas.

Acreditamos que devido à flexibilidade, a proposta centrada em Estudos de Caso, com apoio do EVA, favorece a interação com cada estudante, que é tão necessária, mas costuma estar ausente em aulas de Ciências da Natureza.

## **Análise Complementar**

A observação do processo pedagógico e as entrevistas forneceram dados qualitativos complementares aos textos dos estudantes, possibilitando a análise de habilidades e de atitudes desenvolvidas. Buscando a interação com os estudantes em situação de informalidade, pode-se perceber o interesse e a aprovação ao trabalho realizado. As falas foram anotadas pelo pesquisador depois da conversa individual e analisadas *a posteriori*, com a intenção de verificar suas percepções dos progressos realizados e a contribuição do estudo para suas visões sobre a nanotecnologia.

A partir dos dados foi possível observar *motivação* do grupo para o estudo, *cooperação* nas tarefas, interesse pelos materiais de *leitura*, superação de dificuldades para *escrever* e entusiasmo para *expressar oralmente* suas opiniões sobre as aplicações da nanociência e suas influências no dia-a-dia. Pode-se inferir das interações realizadas com os sujeitos que o trabalho contribuiu para elevar a *autoestima* e para desenvolver *consciência crítica* e *autonomia*. As *aprendizagens* de conteúdo e a vivência do processo pedagógico foram reconhecidas pelos sujeitos como importantes para a *profissionalização* e para a *vida*.

As habilidades e as atitudes apresentadas em negrito precedem os parágrafos seguintes. A intenção é destacar suas relações com os textos que exibem algumas das falas dos sujeitos durante as entrevistas. Esta seleção foi feita de forma a compor uma visão coletiva do grupo PROEJA sobre o trabalho realizado.

## **Leitura, Cooperação e Motivação**

Destacamos uma das falas que expressa a mudança no conhecer, na interatividade com materiais e sobre os companheiros: “... sem ler não se aprende e só o fato de eu ler, coisa que não consigo porque não tenho tempo nem estímulo, me ajudou a ligar as coisas que sei, muitas delas eu vejo no trabalho, outras na TV”. É possível perceber a motivação do grupo que trouxe exemplos retirados das leituras, TV, documentários e jornais. A partir dessa identificação buscou-se compreender melhor cada questão à luz das leituras feitas, principalmente o texto da resenha (Toma, 2005), sobre o qual tiveram que debruçar, lendo, efetuando marcações, discutindo pontos chaves e elaborando uma resenha.

## Cooperação, Escrita e Expressão Oral

A tarefa de construir a resenha foi penosa para todos. As dificuldades de escrever são grandes, mas buscou-se, nesse caso, um tratamento individualizado, visando ajudar cada aluno na construção das frases que imaginava, mas não conseguiam colocar no papel. Um exemplo disso: um estudante pensou na milésima fração do micron e queria colocar isso em notação científica, associar com as moléculas de um composto e relacionar com o desenvolvimento de circuitos. Somente após conversar com os professores foi capaz de escrever uma frase que contemplasse sua idéia. Esse aluno manifestou assim sua dificuldade: “se as pessoas se preocupassem em nos ajudar a escrever, ler e falar seria bom, pois pensar nós sabemos, o EVA fez isso”.

## Autoestima e Aprendizagem Para a Vida

Um dos alunos se expressou através de uma interessante metáfora: “é como se fossemos cozinhar, tudo é importante, mas a chama é fundamental, assim são as medidas, podemos fazer tudo, mas medir é tão obrigatório que passa despercebido”. Essa fala nos mostra que, em alguns casos a experiência de vida é positiva e associar temas de estudo ao cotidiano é interessante para despertar interesse e valorizar o sentido mais *strictu* da profissionalização. Os estudantes mais adultos têm a vantagem de um vocabulário mais variado e experiências de linguagem mais ricas.

Quando se mobiliza o saber do estudante, cresce a autoestima e floresce a visão de não ser apenas depósito de conhecimentos prontos, como na crítica à educação bancária de Freire (1996).

Outro ponto que se pode destacar é a aprendizagem como construção de significados e conhecimentos e, não apenas como memorização, o que vem sendo comum nas aulas de ciências, notadamente naquelas direcionadas à educação de jovens e adultos. Trata-se fundamentalmente de valorizar a curiosidade em detrimento do conhecimento livresco, que não estimula a interpretação e a aplicação prática da leitura e do perguntar, inibindo a reflexão sobre o fazer ciência, uma forma mais criativa de se olhar a vida em aproximação ao mundo do trabalho.

## Autoestima e Consciência Crítica

A adoção das Tecnologias de Informação e Comunicação como elementos de amplificação da mediação e da sustentação da interatividade mostrou-se positiva, tendo contribuído para que os estudantes pudessem se expressar

com mais facilidade sobre o que pensavam, principalmente suas concepções espontâneas sobre os temas de estudo. Um dos estudantes explicitou na entrevista: “antes não sabia o que fazer com computadores, tinha medo e vergonha de não saber mexer, mas com o tipo de aulas aprendi sem sentir e hoje já fico feliz de falar com meus filhos na Internet – aprendi muita coisa além de ciências e quero continuar aprendendo”.

Se considerarmos que a visão de estar aprendendo gera intencionalidade, e esta é uma das prerrogativas da aprendizagem significativa (Ausubel, 1978; Moreira, 2006), pode-se dizer que o experimento confirmou que para o público do PROEJA trata-se de um sentido mais amplo em aprender.

Nas palavras de Freire (1996, p. 87) encontramos suporte para o uso de tecnologias:

[...] nunca fui ingênuo apreciador da tecnologia: não a divinizo, de um lado, nem a diabolizo de outro. Por isso, sempre estive em paz ao lidar com ela. Não tenho dúvida nenhuma do enorme potencial de estímulos e desafios à curiosidade que a tecnologia põe a serviço das crianças e dos adolescentes das classes sociais chamadas favorecidas.

### **Autoestima e Autonomia**

O trabalho com tecnologias é também uma forma de reinclusão social que permite ao público do PROEJA se apropriar de outros significados que não tiveram oportunidade de conhecer. Quando fala de crianças e de adolescentes, Freire (1996) exclui os adultos, pois estes normalmente perdem o direito ao acesso. Uma forma de analfabetismo funcional que pesa contra a formação profissional e exclui os mais maduros de ações em família, como comprova esta fala:

[...] tenho tido satisfação de estudar e acho que assim até minha esposa voltaria para a escola – tenho aprendido muita coisa, pois posso relacionar com o que sei (...) Além disso, tem o trabalho com o computador e a Internet que hoje é fundamental.

### **Leitura, Escrita e Profissionalização**

A utilização do computador e das ferramentas WEB nas aulas de ciências favorece a inclusão digital. O sistema EVA pode ser considerado adequado a uma formação tecnológica direcionada à camada de estudantes de maior idade do PROEJA, pois os mais jovens, poucas dificuldades demonstraram no seu manuseio. A simplicidade da interface estimulou a utilização do sistema. A inclusão digital pode ser considerada relevante para despertar o interesse dos estudantes por lerem mais, como foi destacado por um deles:

[...] sei que não dá para fazer mais nada sem saber usar o computador, mas agora vejo que ele ajuda a gente a ler textos interessantes e escrever, pois os professores podem ler o que escrevemos e nos ajudar a corrigir erros.

Considerando-se a argumentação como relevante na aprendizagem, valoriza-se a interação sócio-cultural através do uso de tecnologias no ensino de ciências. Dessa forma foi possível galgar um patamar de diálogo com cada estudante e com o grupo, o que nos parece de acordo com uma aproximação à teoria de Vygotsky (2003). A proposta de inovação curricular favoreceu a apreensão de novos conhecimentos e o desenvolvimento das habilidades básicas de leitura, escrita e expressão oral.

## **Estudos de Caso no PROEJA**

A partir da análise pretende-se identificar os indícios de positividade da proposta “Ensino de Ciências com Tecnologias: um Caminho Metodológico no PROEJA”.

Sobre o conteúdo científico, destacamos os significados construídos pelos alunos. Apesar da complexidade do tema nanotecnologia, a avaliação mostrou que os alunos elaboraram conhecimentos com o apoio do sistema EVA. A partir da interação entre eles e com o professor passaram de um momento inicial em que se viam sem condições de explicar o significado da expressão, ou esboçando precariamente explicações, para uma compreensão maior do tema em estudo, apropriando-se operacionalmente, em graus diversificados, de conteúdos da nanociência e da nova eletrônica.

O que pode ser considerado como mais importante, do ponto de vista do ensino científico, é a forma como a interação discursiva, em torno do conteúdo foi construindo um contexto argumentativo que, na dialética do grupo, propiciou a elaboração de novas aproximações e de novos significados. O contexto argumentativo marcou a dinâmica das falas e esteve presente em diferentes atividades didáticas: aulas, laboratórios, Estudo de Caso, *fórum*, etc. É diante desse quadro geral que pode ser interpretado o significado das intervenções individuais no grupo e a aprendizagem de conteúdos.

A estratégia de ensino adotada é desenvolvida na interação entre professor e alunos. Mais do que um tipo de ensino que parte da diversidade de opiniões, os Estudos de Caso são parte de contextos que encerram processos nos quais são negociados e articulados significados compartilhados. São abertas alternativas interpretativas que não se fecham, estabelecem-se debates e argumentações que favorecem chegar à conclusão, a elaborações individuais que são compartilhadas com o grupo ou não, ou observadas as preocupações de alunos que não sejam as do professor. Mais do que uma estratégia de ensino que parte das concepções dos alunos para chegar às do currículo reformulado,

os Estudos de Caso são um processo que parte do texto escrito e falado para abrir-se às interpretações dos estudantes.

O professor, nessa estratégia disponibiliza domínios de conhecimento de modo expressivamente complexo e integrado ao mundo do trabalho, ao mesmo tempo, uma ambiência que garante a liberdade e a pluralidade das expressões individuais e coletivas. Os alunos têm aí configurado um espaço de diálogo, participação e aprendizagem também profissional. O conhecimento não é distribuído pelo professor, que disponibiliza elos que pressupõem o trabalho de finalização dos alunos ou campos de possibilidades que motivam intervenções dos estudantes. Estes podem construir o conhecimento na confrontação das falas, coletivamente livre e plural.

Os Estudos de Caso têm um potencial ainda não avaliado no PROEJA, apesar de serem usados em outras áreas de formação profissional e em diferentes níveis de ensino. No ensino de ciências, a pesquisa se orienta a discutir e a refletir sobre sua adequação a este tipo de educação. No momento, em função da abordagem qualitativa no trabalho, levantamos apenas a possibilidade numa dimensão dessa capacidade.

Quanto à aprendizagem, nossa posição é de que o discurso da sala de aula é uma construção coletiva que pode ser influenciada, mas não *controlada* e é nisto que nos baseamos quando da idealização do sistema EVA. O professor participa do processo discursivo, tentando esclarecer o conteúdo nos termos curriculares. Assim, existe um limite para tirar conclusões sobre a aprendizagem dos alunos quando se olha exclusivamente a estrutura do discurso da perspectiva do professor. A estratégia utilizada não inibiu até agora as idéias dos estudantes do PROEJA, dominou-as ou subordinou-as à opinião externa, pois foram abertos espaços para que se manifestassem, negociassem e reconstruíssem seus conhecimentos.

Quanto à incidência de aprendizagem significativa a partir de uma construção social de conhecimentos sobre a nanociência na área de formação, a eletrônica, o trabalho sugere que aprender significativamente depende do contexto das vivências e das participações no estudo. Isto foi demonstrado nas falas individuais que se misturam às construções de outros alunos e contribuição do professor, na interação com materiais e, sobretudo, na intencionalidade em aprender.

A partir da reflexão sobre esses três aspectos é possível considerar que as diferenças de respostas dos estudantes entre o momento inicial e o momento final do Estudo de Caso são fortemente influenciadas pelas interações no *fórum*. Observamos nas respostas individuais dos estudantes elementos presentes nos debates. Por isso, consideramos ser importante o funcionamento simultâneo destas duas funções de interação do EVA, *Estudos de Caso* e *Fórum*.

A participação deste grupo do PROEJA no *fórum* de discussão sobre nanotecnologia foi avaliada em uma dissertação de mestrado (Bastos, 2009).

Pode-se constatar que inicialmente as atividades no *fórum* mantiveram-se inibidas com os alunos evitando discussões profundas. Entretanto, no momento final, as dificuldades iniciais foram superadas e uma parcela dos alunos apresentou participação mais efetiva. Nesta etapa, já fazia parte do cotidiano deles o hábito da pesquisa escolar e da leitura. As discussões se deram a partir de múltiplas contribuições e os alunos colaboraram entre si para a busca de conhecimento e de compreensão dos conceitos e das idéias científicas.

Certamente, cada aluno irá ouvir falar de um tema mais de uma vez, de formas diferentes. As trocas de significados ocorrem tanto no ambiente virtual como no presencial (sala de aula). Nesse contexto, a aprendizagem significativa torna-se mais viável, pois para aprender um estudante precisará ser ensinado ou vivenciar a situação de ensino mais de uma vez (Moreira, 2006).

Nossa opção por continuar investigando a validade da proposta de ensino de Ciências da Natureza, apoiada pela tecnologia do sistema EVA e sua adequação à modalidade educacional do PROEJA, sugere investimentos em outras funções de interação e de comunicação, como *e-mail*, *chat*, portfólios, etc, pois estes mecanismos já fazem parte da cultura informática dos alunos e é uma exigência do mundo do trabalho.

*Recebido em outubro de 2009 e aprovado em dezembro de 2009.*

#### Notas

- 1 O Programa de Integração da Educação Profissional Técnica de Nível Médio ao Ensino Médio na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos (PROEJA), Decreto 5.480, de 13 de julho de 2006.
- 2 Edital PROEJA/CAPES/SETEC n. 003/2006.
- 3 O ambiente virtual de aprendizagem pode ser acessado em <http://www.uenf.t5.com.br>. Ele foi desenvolvido em módulos XOOOPS (acrônimo de eXtended Object Oriented Portal System) e não utiliza elementos de nenhum tipo de plataforma já existente.

#### Referências

- ANDRÉ, Marli Elisa Dalmazo Afonso de. **Etnografia da Prática Escolar**. 14 ed. Campinas: Ed. Papyrus, 2008.
- AUSUBEL, David Phillip. **Educational Psychology: a cognitive view**. 2. Ed. New York: Holt, Rinehart & Winston, 1978.
- BARDIN, Lawrence. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2000.
- BASTOS FILHO, Ronaldo de Paula. **Contribuição de um Fórum Virtual no Ensino de Física no PROEJA**. Campos dos Goytacazes, 2009. Dissertação (Mestrado em

Ciências Naturais) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**, Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.

FONSECA, Fernando Josepetti (Org.). **Da Nanotecnologia à Eletrônica Molecular**. Disponível em: <<http://www.lps.usp.br/lps/arquivos/conteudo/grad/dwnld/nanotec.pdf>>. Acesso em: 5 ago. 2009.

FRANCO, Maria Laura Puglisi Barbosa. **Análise de Conteúdo**. Brasília, 3. Ed. Brasília: Liber Livro Editora, 2008.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia**. 34. Ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra., 1996.

HERREID, Fredrick; COLL, Jonh. Case Studies in Science: a novel method of science education. Journal Articles as Case Studies. **Journal of College Science Teaching**, New York, n. 23, p. 221, 1998.

HERREID, Fredrick; COLL, Jonh. Journal Articles as Case Studies. **Journal of College Science Teaching**, New York, n. 27, p. 236, 1998.

LINHARES, Marília Paixão; REIS, Ernesto Macedo. Estudos de Caso como Estratégias de Ensino na Formação de Professores de Física. **Ciência e Educação**, Bauru, UNESP, v. 14, n. 3, p. 555-74, 2008.

MOREIRA, Marco Antonio. **A Teoria da Aprendizagem Significativa e sua Implementação em Sala de Aula**. Brasília; Editora Universidade de Brasília, 2006.

REIS, Ernesto Macedo. **Limites e Possibilidades da Utilização de um Espaço Virtual de Aprendizagem no Ensino e na Formação de Professores de Física**. Campos dos Goytacazes, 2008. Tese (Doutorado em Ciências Naturais). – Programa de Pós-Graduação e Ciências Naturais, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.

REIS, Ernesto Macedo; LINHARES, Marília Paixão. Convergências Tecnológicas: redesenhando as fronteiras da formação de professores de ciências. In: V ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5. 2005, Bauru; **Anais... Bauru, 2005**. CD-ROM, 2005.

SAVERY, John; DUFFY, Thomas. Problem Based Learning: an instructional model and its constructivist framework educational technology. **Educational Technology**, Englewood Cliffs, New Jersey, p. 31-38, sept./oct., 1995.

TOMA, Henrique E. **O Mundo Nanométrico: a dimensão do novo século**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

VYGOTSKY, Lev Semenovich. **A Formação Social da Mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. São Paulo. 6. ed. Martins Fontes Editora. 2003.

Ernesto Macedo Reis é professor de Física do CEFET-Campos, mestre em Informática Educativa pelo NCE/UFRJ e doutor em Ciências Naturais pela UENF. É coordenador no CEFET-Campos do projeto “Educando Jovens e Adultos para a Ciência com Tecnologias de Informação e Comunicação”.

E-mail: [ernestolbr@yahoo.com.br](mailto:ernestolbr@yahoo.com.br)



Marília Paixão Linhares é professora do LCFIS/UENF, mestre em Física do Estado Sólido pelo IF/USP e doutora em Ciências Físicas pelo CBPF. É pesquisadora do Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais do CCT/ UENF e coordenadora na UENF do projeto “Educando Jovens e Adultos para a Ciência com Tecnologias de Informação e Comunicação”.  
E-mail: [paixãoli@uenf.br](mailto:paixãoli@uenf.br)