
TRANSIÇÃO DO OBJETIVISMO PARA O CONSTRUTIVISMO NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA*

Nancy T. Davis
B. Jo McCarty
Kenneth L. Shaw
Amal Sidami-Tabbaa
The Florida State University
Florida-USA

I. Introdução

Os educadores das ciências em sua maioria esmagadora concordam que existe uma crise na educação científica. Contudo, esta crise não precisa ser vista com pessimismo. Se nós usarmos a perspectiva da revolução científica como proposta por Kuhn (1970), a atual crise pode ser vista com otimismo, pois ela é um elemento essencial de processo de mudança. Uma crise num campo de atividade é uma indicação de que um paradigma existente 'cessou de funcionar adequadamente' (p.92). Devido à mudança do paradigma, os educadores das ciências estão começando a reexaminar e reconceituar seus pontos de vista de ensino e aprendizagem.

O paradigma educacional que prevalece tem falhado em resolver muitos dos problemas predominantes na educação científica. Quatro sinais de crise ilustram uma quebra deste paradigma: (1) expressões explícitas de descontentamento; (2) proliferação de teorias alternativas; (3) discussão e debates sobre métodos legítimos; (4) emergência de um novo paradigma (Kuhn 1970).

Esses quatro sinais são hoje claramente evidentes na educação científica. O descontentamento com as teorias e práticas educacionais é óbvia em miríades de artigos, nas tarefas recomendadas e nos meios de cobertura. A proliferação de alternativas teóricas é evidente em muitas soluções sugeridas para a crise educacional, em particular, na emergência de teorias alternativas de aprendizagem tais como processamento de informação, conexãoismo e cognição situada. O debate corrente sobre métodos de pesquisa científica e questões de validade e generalidade é uma indicação do terceiro sinal de crise. A emergência de novos paradigmas é demonstrado pela proeminência do debate sobre as vantagens de paradigmas opostos nas conferências profissionais e na abundante literatura que trata do assunto. Este artigo dará atenção ao quarto sinal da crise, na formulação de um novo paradigma e no processo de transformação do paradigma na forma como é experienciado pelos professores. O paradigma educacional comumente mantido do objetivismo será comparado ao paradigma emergente do construtivismo.

* Tradução realizada por C.E. Laburu com autorização dos autores e editores. Artigo publicado na revista Int. J.Sci Educ., 1993. vol 15, no 6, 627-636.

II. Objetivismo versus construtivismo

Visões de mundo completamente diferentes (ontológicas, epistemológicas e axiológicas) existem entre o objetivismo e o construtivismo. O Objetivismo é baseado na assertiva de que existe uma realidade externa à percepção humana, passiva de ser conhecida. Desse ponto de vista, o propósito da ciência é determinar a realidade, que pode ser conhecida pelas mais variadas maneiras possíveis.

A visão objetivista clássica do conhecimento assume que a 'ciência' produz sucessivas teorias e que estas progridem aproximando-se cada vez mais da correta descrição da realidade. E, mesmo embora nós nunca cheguemos a concluí-la, considerando-a completa, acredita-se que o conhecimento empírico genuíno envolve estruturas lógicas universais de inferência, cujos resultados podem ser testados contra dados 'objetivos' neutros de teoria. (Johnson 1987, p.xiii)

Os objetivistas procuram divorciar o subjetivismo humano da dura realidade dos fatos, e eliminar valores e considerações de fatores contextuais do discurso educacional. Assim, o objetivo da educação neste paradigma é transmitir o conhecimento adquirido dos 'experts' para os estudantes, porque o conhecimento dos 'experts' é muito mais próximo da realidade do que o dos iniciantes.

O paradigma objetivista está alcançando o limite da sua utilidade. Como resultado de um impressionante e explosivo corpo de pesquisa sobre o crescimento do conhecimento científico, esta visão Objetivista tem alcançado o seu cume, pelo menos na sua versão mais forte. Nós temos aprendido que o que conta como conhecimento é sempre uma questão dependente do contexto -ai não há dados neutros-de-teoria, como os requerido pelo senso Objetivista, e os critérios de racionalidade permanecem avaliativos e dependentes dos nossos propósitos e interesses. (Johnson 1987, p.xiii)

Em contraste com a visão objetivista de aprendizagem temos o paradigma epistemológico baseado no construtivismo (von Glasersfeld 1987, 1989) e a crença de que os indivíduos constroem realidades pessoais que fazem sentido para eles. Os construtivistas acreditam que o conhecimento é construído baseado naquilo que 'funciona' e é 'bom' no contexto particular em que o indivíduo organizador está operando (von Glasersfeld 1989). Isso não significa de fato que os indivíduos existam isolados mas que eles precisam negociar com outros, de maneira a eles desenvolverem um entendimento compartilhado (Bauersfeld 1988, Ernest 1990). Esta negociação envolve comunicação, que é o processo através do qual os indivíduos vêm desenvolver algum entendimento da realidade dos outros (Sless 1986).

A ciência, a partir de uma perspectiva construtivista, é a melhor concordância explicativa acessível, que faz sentido e explica os fenômenos observáveis. Belenky et al. (1986) resumem os efeitos de uma mudança de visão baseada na verdade absoluta para aquela contextualizada:

Todo conhecimento é uma construção e a verdade é uma questão do contexto em que se está envolvido, expandindo grande mente as possibilidades de como pensar sobre quaisquer coisas, mesmo sobre aquelas que nós consideramos ser as mais elementares e óbvias. As teorias não se tornam verdades, mas modelos para nos aproximarmos da realidade. (p. 138)

O construtivismo oferece uma visão alternativa viável do conhecimento, da realidade, da ciência e da educação.

III. Examinando os problemas educacionais

Hoje em dia muitos problemas que prevalecem para os educadores das ciências derivam do paradigma objetivista. Na discussão abaixo três desses problemas serão examinados: (1) as decisões sobre qual conteúdo deveria ser ensinado para uma educação básica, (2) métodos e instrumentos adequados de instrução e avaliação, e (3) questões disciplinares. Cada um desses problemas será reconceitualizado através da perspectiva de ensino e aprendizagem construtivista.

Decisões Curriculares

A questão de qual conteúdo científico será ensinado não pode estar divorciada da questão de quem determina o conteúdo. Dentro do paradigma objetivista a resposta para a questão de quem decide o que deve ser ensinado vem obviamente de um 'expert' que se acredita ser aquele que sabe mais. Vários problemas derivam desse modelo autoritário. Primeiro, quem determina quem é o 'expert'? Ele é um cientista profissional, um educador de ciências, um autor de textos, um pesquisador, ou um coordenador de currículos? Desde que o conhecimento básico da maioria das disciplinas científicas está crescendo numa razão exponencial, a quantidade de conhecimento necessário para se desenvolver competência e que seja de uso corrente, mesmo dentro de um estreito campo de estudo, torna-se problemático (Hurd 1985).

O modelo autoritário possui um problema adicional porque os conteúdos curriculares apropriadamente determinados são preparados e iguados através de muitos diferentes contextos. Assume-se que um Hispânico no centro de Miami requeira o mesmo conteúdo científico e aprenda da mesma maneira que um nortista Caucásiano rural da Florida ou um Americano Africano dos subúrbios. Em alguns estados, os mesmos livros textos de ciência básica são adotados por toda a parte, sem levar em consideração as diferentes culturas e contextos em que operam os estudantes.

Muitos estudantes hoje em dia não vêm a necessidade de aprender fatos que alguma remota autoridade considera necessária. Eles nem percebem a relevância do que está sendo ensinado. Conseqüentemente, as escolas têm alienado os aprendizes ao isolarem os fatos do contexto dos quais eles nascem e dos quais são úteis.

O modelo autoritário também põe um problema para o professor que precisa, a partir de determinações já estabelecidas, interpretar como apresentar os conceitos e decidir quando o estudante adquiriu suficiente conhecimento a fim de avançar para o próximo tópico do

curso. Este modelo, professor-como-fonte-conhecedor-do conhecimento, prevalece hoje nas escolas e lugares em que o professor tenha um papel de onipotência dentro da sala de aula. Os estudantes e o público em geral assumem que os professores têm todas as respostas e os responsabilizam por estas respostas. Mas, quando o sistema objetivista da escola falha em produzir produtivamente cidadãos conhecedores, a culpa sempre cai sobre os professores. Este modelo está destinado ao fracasso.

Na perspectiva construtivista, a aprendizagem individual tem um papel primário na determinação do que vai ser aprendido. É colocada maior ênfase em prover os estudantes com oportunidades para desenvolver habilidades e conhecimentos que eles podem conectar com conhecimentos prévios e de futura utilidade. Em vez de se ensinar uma quantidade enorme de fatos, os processos de pensamento e construções compartilhadas são enfatizados (Kieren 1988, Steffe 1988). O aprendiz decide com os outros que aprender é importante para ele e para ela decidindo ainda sobre os meios através dos quais que a aprendizagem deveria ser explorada. Enquanto trabalha com os outros, o estudante resolve problemas e examina soluções. Essa visão do currículo é mais próxima do verdadeiro trabalho dos cientistas.

Como o aprendiz determina o que faz sentido dentro de qualquer contexto que ele ou ela está operando e quais problemas são importantes, o assunto ou a sua relevância diminuem. Os estudantes são capazes de ver a necessidade de aprender habilidades e conteúdos particulares e podem dar aplicações aos problemas dentro das suas particulares culturais.

O papel do professor na sala de aula de ciências muda dentro de um paradigma construtivista. O professor torna-se mais um investigador, tentando entender como o seu ou a sua estudante está construindo o conhecimento, conseqüentemente, as oportunidades para desenvolver e modificar o entendimento, fazer conexões e negociações com outros estão disponíveis. O professor construtivista se dá conta de que os conceitos aprendidos hoje podem necessitar ser modificados amanhã, e que é preciso assistir o aprendiz no desenvolver confidências e adaptabilidades. Os professores neste paradigma são aprendizes. Os seus estudantes não os vêem como conhecedores de tudo; eles os vêem tão somente como uma fonte de informação. Eles não vêem o conhecimento como absoluto e imutável, mas como passível de adaptação e sempre alterável. Eles sabem de que há maneiras alternativas de ver a realidade e de resolver problemas e tomam consciência de que aprender é uma responsabilidade que diz respeito a eles mesmos.

Avaliação

Como a demanda por responsabilidade torna-se mais premente é necessário o reexame da prática avaliativa. Abundantes relatos criticam o impacto das provas sobre a educação (Haladuna et al. 1991, Smith 1991). Em anos recentes a prática das provas tem estado sob fogo, devido a múltiplos problemas que incluem discriminações de minorias e de gênero sexual, relatos de procedimentos impróprios, a prática comum de se ensinar para as provas, e a falta de correlação entre as habilidades dos estudantes e a performance nas provas. Muitas das técnicas e metodologias de avaliação correntes estão baseadas no paradigma objetivista. Lorsbach et al. (1990) resumem o efeito desse paradigma sobre as avaliações:

Questões de validade têm sido conduzidas dentro da crença de que o propósito da educação nas ciências fôra o de facilitar a aprendizagem do estudante de verdades e procedimentos na determinação de respostas corretas. Estando de acordo com isso, a terminologia das avaliações evoluiu a fim de determinar se os estudantes poderiam reproduzir essas verdades e determinar as respostas corretas dos problemas. (p.1)

Aqueles que elaboram as provas são vistos como tendo a resposta 'correta' e o conhecimento do estudante é julgado em contraposição ao conhecimento dos que elaboram a prova. As práticas que prevalecem na elaboração das provas consistem em estruturar provas 'objetivas' que procurem remover o julgamento dos professores e uma pretensa subjetividade da pontuação. Ainda, o professor ou o elaborador da prova determina a redação e o conteúdo das perguntas, e assume que os estudantes irão interpretá-las como ele a elaborou. Lorsbach et al. (1990) explica:

Sempre há a chance de um estudante imaginar um problema diferentemente do problema pretendido pelo professor. Nas provas onde há possibilidade de várias escolhas, cada questão é respondida, mas se o estudante situa um problema de tal maneira diferente da pretendida pelo professor ou pelo elaborador da prova, então o que deve o estudante fazer? Fracassando em achar a resposta que se ajusta a uma solução, o único recurso é simplesmente deixar a resposta em branco ou adivinhar. (p. 7)

Nas respostas não são consideradas importantes as soluções alternativas ou outros entendimentos das palavras, embora essas soluções possam ser viáveis. Provas objetivas podem nunca revelar o que sabe um estudante; elas podem somente revelar o quanto bem o seu conhecimento se ajusta ao do elaborador da prova.

Como ajustar-se a objetivos predeterminados faz parte da visão objetivista, a avaliação é particularmente um problema complicado para os construtivistas. A avaliação ou a cobrança para se obter o entendimento dos estudantes é uma questão que está recebendo muita atenção. Ao resumir os resultados de estudos de métodos de cobrança alternativos Lorsbach et al. comentam:

Os professores que...compartilham da perspectiva construtivista sobre o currículo têm igualmente dificuldades em quantificar as avaliações dos seus estudantes. Há a necessidade de maiores pesquisas e desenvolvimento para se identificar maneiras válidas e viáveis de se cobrar o conhecimento do estudante e designar graus significativos. (p.18)

Técnicas que tentam revelar a construção do conhecimento do indivíduo estão sendo pesquisadas: por exemplo, mapas conceituais, diagramas Vee (Novak e Gowin 1984), pastas de documentos, provas com base na performance e a abordagem de provas em equipe estão sendo examinadas. De uma perspectiva construtivista a avaliação da aprendizagem dos estudantes não deveria ser julgada somente a partir de um conhecimento específico, mas se o estudante pode resolver o problema colocado com uma solução viável.

Disciplina

É pública a lamentação da aparente falta de controle que têm os professores sobre os estudantes. Por exemplo, no 220 Annual Gallup Poll de atitudes públicas nas escolas públicas (Elan 1990) o segundo maior problema mencionado foi a falta de disciplina. Os estudantes estão se rebelando contra a autoridade e transtornando as aulas. Na procura por um controle dos estudantes, os educadores adotaram a psicologia comportamentista que tem raízes objetivistas. Modelos de disciplina derivados a partir dessa base psicológica continuam a dominar as escolas norte americanas. Na perspectiva comportamentista é dada ênfase a importância do controle. Por definição, uma criança alcança um controle pessoal somente através da sua submissão voluntária a uma autoridade externa que impõe e recompensa a disciplina. Os comportamentalistas acreditam em reforçar a crença autoritária do 'bom' comportamento e punir o 'mau' comportamento. Essas crenças são férteis em modelos tais como o Modelo de Assertiva Disciplinar de Lee Cantor, Modificação Comportamentalista, Modelo de Punição de Englemann e Dobson (Joyce e Weil 1972). A falta de poder de escolha dos estudantes nesses modelos disciplinares os enfraquecem. Isso é especialmente verdadeiro para aqueles que não optam por 'jogar o jogo' montado pela autoridade. Como os estudantes vêm pouca relevância em aprender ciência, eles se rebelam, escolhem não perseguir a aprendizagem científica ou, pior mesmo, decidem abandonar totalmente o sistema educacional.

Os construtivistas apresentam uma visão diferente de disciplina. Eles acreditam em valorizar diferenças individuais e os interesses dos estudantes. Quando se provêem alternativas os estudantes têm a oportunidade de experienciar escolhas e, concomitantemente, responsabilizam-se por elas. O papel do professor é visto como um gerenciador preferivelmente a um controlador. O envolvimento do estudante no estabelecimento de um clima que conduza a aprendizagem é o componente crucial na gerência da sala de aula. Na procura em estabelecer esse clima, os construtivistas adotaram as psicologias cognitiva e humanista. Modelos disciplinares derivados dessas bases psicológicas estão tomando curso com sucesso nas escolas norte americanas. De uma perspectiva construtivista, é dado ênfase aos modelos de gerenciamento do comportamento em sala de aula tais como Disciplina Social, Terapia da Realidade e Encontros em Sala de Aula (Joyce e Weil 1972). Como os estudantes se dão conta de que eles têm escolhas a fazer na aprendizagem, eles se tornam mais fortalecidos e envolvidos em sua educação.

IV. Transição

A mudança com os professores pode ocorrer em vários níveis: superficial, técnica, comportamental e filosófica. Exemplos do alcance das mudanças podem ser desde chamar o estudante pelo nome, quando a ele é perguntado uma questão até uma profunda mudança epistemológica tal como uma mudança do comportamentalismo para o construtivismo. Quais mudanças seriam essas? Como fazê-las? Através de um projeto Enhancement of Mathematics and Science Teaching Project (EMST), nós temos desenvolvido um referencial básico sobre como os professores podem fazer mudanças significativas e que valem a pena nas suas diversas epistemologias. (Shaw et al. 1990, Shaw et al. 1991). Os dados obtidos do projeto EMST são usados para explicar esse referencial e ilustram as transformações que os professores podem fazer

nos seus paradigmas educacionais. É importante notar, contudo, que enquanto o referencial aparece linear, por causa da limitação da escrita, as componentes são altamente interativas. Por exemplo, a componente reflexiva é requerida através de todo o processo.

Perturbação

Uma perturbação é um requisito necessário para a mudança, pois ela causa uma dissonância ou desequilíbrio mental entre o que realmente ocorre e o que idealmente deveria ocorrer em sala de aula. As perturbações podem vir de várias fontes, tais como dos estudantes, dos administradores, dos pais, dos colegas, das leituras, dos cursos intensivos ou da graduação. Por exemplo, a perturbação de Steve surge a partir da crença de que a aparente falta de motivação dos estudantes em aprender suas aulas de biologia era uma clara indicação de que seus métodos de ensino eram inadequados. Sally aponta que os encontros com os pesquisadores e outros professores atuaram como perturbações para ela, 'Quando nos encontramos é como se fossemos 'Observadores de Peso' porque você tem que sempre encarar a música quando se está lá'. Como resultado, ela tomou-se mais reflexiva com respeito à pedagogia e subsequentemente fez um esforço para melhorar a sua instrução.

Inicialmente, os professores olham para o grupo de pesquisadores procurando soluções para as suas perturbações. Por causa das prévias experiências com os assistentes dos programas de desenvolvimento e da imagem que fazem dos pesquisadores da universidade, os professores esperam respostas para os seus problemas. Barbara descreve a sua expectativa:

Eu pensava que ele (o projeto) já estivesse prescrito, e alguém viria com todas as respostas que estariam em algum livro, que eu não conhecia. Então eu descobri, não havia livro algum!

A suspeita que a equipe de pesquisa estivesse se recusando a dar orientações revelou uma frustração e um desconforto nos professores quando eles começaram a refletir criticamente sobre os seus ensinamentos. Contudo, quando os professores descobriram que 'não havia livros' eles começaram a desenvolver confiança em seus próprios julgamentos e reconhecer o propósito do projeto.

Tão somente quando os professores estiverem cognitivamente perturbados, eles começam a refletir sobre a sua prática educativa e podem decidir (1) bloquear a perturbação, sufocando assim a oportunidade de mudança; (2) desenvolver uma atitude racional para não tratar com a perturbação; ou (3) tomar alguma ação em relação à perturbação. (Shaw e Jakubowski 1991)

Consciência da necessidade de mudança

Se o professor escolher a terceira opção ela ou ele desenvolveu uma consciência da necessidade de mudar. A colaboração com outros indivíduos, sendo eles os pesquisadores, seus pares ou estudantes, pode ajudar o professor na tomada de consciência das possíveis mudanças que podem ser feitas. Barbara notou a seguinte perturbação no seu pensamento e prática:

Vocês (a equipe de pesquisadores) notaram um pouco o meu senso de frustração. O que eu quero ver ocorrer em minha sala de aula e o que eu interpreto e o que eu faço estão sempre em conflito...Eu não estou satisfeita da maneira que as coisas estão

A insatisfação de Barbara com o *status* quo resultou na consciência do seu desenvolvimento pessoal, a fim de mudar. Steve revela o seu descontentamento nas suas aulas de biologia:

Eu somente sei que eu estou muito insatisfeito com o andamento das minhas aulas e por mais que eu tente corrigi-las menos satisfeito eu fico com elas...Como eu posso fazer essas coisas... significantes para eles? Eu sinto que o maior problema é que eles estão a tanto tempo aborrecidos (não se envolvem e impotentes) que eles não têm a capacidade de se envolverem na sua própria educação. Eles fazem o que é requerido, mas se encontram tão envolvidos em pequenos recortes e em completar tarefas que eles perdem de vista o objetivo -aprender a entender a vida. O alcance do sucesso em aprender o jogo educacional equivale ao aborrecimento dos estudantes, mesmo considerando a existência da competição gerada pelos maiores fatores motivadores do nosso sistema orientado por graus.

A insatisfação de Steve com o seu ensino proveu-o com um ímpetus para considerar uma filosofia de ensino alternativa, o construtivismo. Assim, quanto mais ele refletiu sobre os dilemas do paradigma dominante, mais ele tomou-se compromissado a promover mudanças.

Atuando com o compromisso de mudança

Enquanto alguns professores conseguem sentir a necessidade de mudança, por outro lado, não conseguem ter compromissos pessoais com essa mudança. Eles podem acreditar que a mudança não esteja ao alcance do seu controle pessoal ou que os benefícios causados por ela não compensem o esforço ou risco pessoal. Por exemplo, antes do seu envolvimento no projeto, Sally afirmava que enquanto ela via que a mudança seria desejável, também havia muitas outras importantes restrições que deveriam ser modificadas na escola. Restrições tais como tempo, componentes estruturais e a relutância dos outros professores em mudar limitavam a sua idéia de quanta mudança poderia ser feita. Assim que ela começou a se envolver mais com os outros professores no projeto, tomou-se mais aberta a outras possibilidades e tomou-se mais vocal sobre as mudanças necessárias em sua própria sala de aula. Num encontro, os professores discutiam a idéia das restrições como construções pessoais. Ao conceitualizarem as restrições como sendo crenças pessoais mantidas por eles, os professores se tomaram mais conscientes do seu poder em afetar as mudanças e, assim, no desenvolver compromissos para realizá-las.

Criando uma visão

Os professores podem aceitar que a mudança é necessária mas não dão qualquer passo para mudar porque a eles faltam imagens alternativas. Como explica Steve, 'Eu sempre acreditei que os estudantes têm que construir os seus conhecimentos a partir de experiências prévias mas eu não sabia como ajudá-los a fazer isso'. Ao criarem imagens alternativas os professores negociaram e desenvolveram uma visão ideal do seu ambiente de ensino e aprendizagem. Ao desenvolverem essa visão em comum, os professores não focalizaram as restrições que, segundo as suas visões, não poderiam ser executadas, porém concentraram esforços nas características da escola, onde aprender com entendimento era o enfoque. Os professores negociaram uma visão consensual que continha 15 componentes (como exemplo: a aprendizagem deveria ser centrada no estudante preferivelmente a ser centrada no professor, maior necessidade na resolução de problemas das crianças, que deveriam construir os significados das atividades e os problemas; matemática e ciência deveriam ser um esforço K-12 e não deveriam ser isoladas nos diferentes níveis escolares).

Os professores usaram as componentes anteriores por eles mesmos propostos como guias para que eles refletissem em cima das suas ações, determinando a revisão dessas ações, preocupando-se periodicamente em revisá-las.

Projetando a si próprio na visão

Embora a criação de uma visão seja a chave fundamental para o processo de mudança, ela automaticamente não implica uma mudança. Os professores precisam projetar a si próprios nas suas visões. Eles precisam usar a imaginação para construir as ações que irão tomar e necessitam determinar quais serão os seus papéis nas suas próprias visões. Por exemplo, os professores que querem ensinar a partir de uma epistemologia construtivista necessitam identificar que papéis eles devem ter ao conduzirem um ensino centrado no estudante, ao incorporar mais resolução de problemas, de modo que os estudantes possam construir mais significados ao integrar a ciência e a matemática na sua instrução de sala de aula. Através de colaboração e reflexão Steve começou a fazer idéia do que queria que ocorresse em sua aula de biologia. Ele falou sobre as suas mudanças no seu ensino de filosofia e como aquilo contribuiu para criar a sua visão pessoal:

A mera idéia de que há um caminho que pode ser achado ou procurado está muito mais próxima da visão realista de que o conhecimento é uma coisa tangível a ser dado ou recebido ou que ele é alguma coisa externa que precisa ser buscado. Eu vejo agora que não há nenhum caminho específico para se ensinar, mas ao contrário, que cada um de nós tem o próprio caminho que deveria ser nutrido e cultivado até nós podermos conseguir ajustá-lo a nossa própria visão do que queremos que se torne a nossa sala de aula.

O processo de se projetar numa visão pode ser problemático para os professores se a eles não for possível ter acesso às imagens alternativas. Por exemplo, eles podem nunca ter visto ou ouvido falar sobre aprendizagem cooperativa e assim não podem estar aptos a imaginar qualquer outra maneira de ensinar e aprender do que aquela que não seja a do discurso. Projetar-

se numa visão, requer que os professores tenham alternativas, assim eles podem escolher as mais apropriadas para que haja aprendizagem no momento em que se encontram em contextos particulares. O projeto EMST provê alternativas através da colaboração com a equipe de professores e pesquisadores e juntamente com a leitura de artigos.

Refletindo sobre as mudanças

O processo de reflexão é uma parte integral do processo de mudança. Steve ilustra o poder da reflexão ao pensar sobre o ensino e aprendizagem de biologia:

Eu tenho chegado a inevitável conclusão que eu não ensino. Eu guio os estudantes no seus esforços para entender vários conceitos de biologia. Isso pode parecer estranho para você porque a maioria dos meus pares diriam simplesmente que eles ensinam biologia, alguns admitem que eles ensinam os estudantes acerca de biologia, mas poucos de nós param e se dão conta de que nós realmente nada ensinamos para um estudante. Nós podemos, através de métodos divergentes, coagir os estudantes a memorizarem fatos do assunto da nossa matéria. Esses fatos podem ser regurgitados a vontade pelo estudante, usualmente, sem um grão de entendimento dos conceitos envolvidos. Nós sempre usamos um sistema de subornos, recompensas e punição a fim de alcançar essa memorização dos fatos. Nós dizemos que 'se você não aprender isto você terá um F ou se você aprender isso você terá um A'. Mas qualquer coisa que se aproxime do verdadeiro entendimento precisa ser acompanhado pelo estudante porque ele/ela quer aprender e quer entender. Tudo o que nós podemos desejar é guiar com sucesso o estudante e promover o seu interesse pela aprendizagem.

Através da reflexão, Steve foi capaz de ganhar um entendimento aprofundado do processo de ensino e aprendizagem ocorrido na sua sala de aula de biologia.

Cada componente previamente discutida desenvolve, assim que os professores começam a usar o construtivismo como um referente, uma reflexão sobre as suas práticas de ensino e de aprendizagem dos estudantes.

Porque o processo de mudança é gradual, requer tempo, paciência e compreensão, requer, ainda, que os professores reflitam sobre suas decisões diárias. Antes de um professor tornar-se perturbado ou tomar consciência da necessidade de mudar, ele ou ela precisam refletir sobre o ensino e a aprendizagem. Em adição, é solicitado ao indivíduo uma avaliação dos possíveis custos e benefícios da mudança, fazendo com que haja o seu compromisso pessoal com a aprendizagem. Criar uma visão requer considerável reflexão e deliberação das alternativas possíveis. A negociação social da visão entre os professores acentua as suas reflexões. O processo de reflexão é importante para que os professores construam visões e projetem a si próprios nessas visões. Problemas podem surgir quando os professores tentam implementar práticas a fim de realizar as suas visões, motivados pela modificação das suas idéias originais. Na medida em que os professores fazem uma mudança aberta em suas práticas a reflexão é novamente necessária, assim, eles podem analisar e avaliar os efeitos da mudança.

O risco associado com a mudança é considerável especialmente se não houver por parte do professor uma firme crença de que ela é necessária, ou se não houver confiança na sua habilidade para mudar. Os professores no projeto se encontravam para discutir as mudanças e os problemas que eles iam encontrando. Essa colaboração deu ímpeto e suporte para o processo de suas próprias mudanças.

Cada professor envolvido no projeto fez mudanças cognitivas e claras modificações em suas salas de aula. Como resultado, cada professor refletiu mais sobre como ensinar e trabalhou para permitir um maior envolvimento dos estudantes no processo de aprendizagem. Alguns professores podem fazer mais mudanças do que outros. Isso era esperado, pois cada um constrói uma visão pessoal baseada em crenças individuais e necessidades de mudança.

V. Conclusões

Este artigo na sua introdução colocou que a educação nas ciências está em estado de crise. Esta crise precede uma substituição revolucionária nos paradigmas que guiam a forma de conceituar o ensinar e o aprender. Ao examinarmos os aspectos problemáticos selecionados do atual dominante paradigma educacional, baseado no objetivismo, propusemos reconceituar o ensino e a aprendizagem vendo-os a partir de uma perspectiva construtivista. A idéia construtivista fornece ao professor uma maneira alternativa de observar o seu ensino; um vocabulário relaciona os problemas experienciados por eles de tal forma que oportuniza uma discussão entre os professores; e são válidas as suas opiniões pessoais.

Kuhn (1970) explicou o quão penetrante é um paradigma guia. Ele também previu o provável trauma experimentado por um paradigma dominante quando ele perde a sua força. Nós nunca podemos esquecer que os professores são indivíduos que estão experienciando o trauma, e nós precisamos ser sensíveis com as suas confusões e frustrações. O modelo substituto fornece um mecanismo para examinar as mudanças individuais e culturais a partir de uma perspectiva construtivista. Este modelo pode assistir os educadores quando eles tentam estabelecer culturas onde o processo de mudança pode ser suportado e realçado.

A visão construtivista da educação nos dá esperança de que no futuro os indivíduos valorizem suas compreensões assim como as dos outros, tenham responsabilidade dos seus próprios destinos e nos conduzam adiante num mundo transformado, contudo, promissor.

VI. Referências Bibliográficas

BAUERSFELD, H. (1988). Interaction construction, and knowledge: alternative perspective for mathematics education. In D.A. Grouws, T.J. Cooney, and D. Jones (eds), Effective Mathematics Teaching (Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum).

BELENKY, M.F., CLINCHY, B.M., GOLDERBERGER, N.R. and TABULE, L.M. (1986). Women's Ways of Knowing: The Development of Self, Voice and Mind (New York: Basic Books)

ELAN, S.M. (1990). The 22nd Annual Gallup Poll of the public's attitudes towards the public schools. Phi Delta Kappan, 41-51.

- ERNEST, P. (1990). The Philosophy of Mathematic Education. Philadelphia, PA, Falmer Press.
- HALADYNA, T.M., NOLEN, S.B. and HAAS, N.S. (1991). Raising standardized test scores and the origins of test score pollution. Education Research, 20(5), 2-7.
- HURD, P.D. (1985). A Changing Society: New Perspectives for Science Education (Policy forum No. PF85-7-3) Berkeley, CA, Policy Analysis for California Education.
- JOHNSON, M. (1987). The Body in the Mind: The Bodily Basis of Meaning. Chicago, IL, University Press.
- JOYCE, B. and WEIL, M. (1972). Models of Teaching. Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall.
- KLIEREN, T. (1988). Children's mathematics/mathematics for children: notes on mathematical environments for young children. Paper presented at the Sixth International Congress on Mathematics Education, Budapest, Hungary.
- KUHN, T.S. (1970). The Structure of Scientific Revolutions. Chicago, IL, University of Chicago Press.
- LORBACH, A., BRISCOE, C., TOBIN, K. and LaMASTER S.U. (1990). An interpretation of assessment methods in middle and high school science. A paper presented at the 11 th Biennial Conference on Chemical Education, Atlanta, Georgia.
- NOV AK, D.D. and GOWIN, D.B. (1984). Learning How to Learn. Boston, MA, Cambridge University Press.
- SHAW, K.L., DAVIS, N.T. and McCARTY, B.J. (1991). Constructs found in teacher change. Paper presented at the research pre-session of the 69th Annual Meeting of the National Council of Teachers of Mathematics, New Orleans, Louisiana.
- SHAW, K.L., DAVIS, N.T., SIDANI-TABBAA, A. and McCARTY, B.J. (1990). Structural and cognitive constraints teachers face in teaching for understanding. Paper presented at the National Council of Teachers of Mathematics, Salt Lake City, Utah.
- SHAW, K.L. and JAKUBOWSKI, E. (1991). Teachers changing for changing times. Focus on Learning Problem in Mathematics, 13, (4), 13-20.
- SLESS, D. (1986). In Search of Semiotics. London, Croom Helm.
- SMITH, M.L., (1991). Put to the test: the effects of external testing on teachers. Education Researcher, 20(5), 8-11.
- STEFFE, L. (1988). Overview of the Action Group A1: early childhood years. Paper presented at the Sixth International Congress on Mathematics Education, Budapest, Hungary.
- VON GLASERFELD, E. (1987). The Construction of Knowledge: Contributions to Conceptual Semantics. Seaside, CA, Intersystems publications.
- VON GLASERFELD, E. (1987). Cognition, construction on knowledge, and teaching. Synthese, 80, 121-140.