

CONHECIMENTO, REFLEXÃO E COGNIÇÃO EM MATURANA E SUAS IMPLICAÇÕES A FORMAÇÃO DE PROFESSORES PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

Evandro Ghedin²⁷

Maria Roseane Rodrigues²⁸

RESUMO: Esse estudo teve como objetivo descrever o processo de conhecimento, reflexão e cognição em Maturana, evidenciando suas implicações a formação de professores para o Ensino de Ciências na Amazônia. As obras desse autor abrangem inúmeros temas, que percorrem as diversas áreas do conhecimento, possibilitando uma infinidade de aplicações. A proposta desenvolvida consiste na tentativa de aprofundamento dos tópicos: noções sobre o conhecer, o conhecimento e a reflexão; a reflexão como eixo metodológico na formação de professores para o Ensino de Ciências. A metodologia utilizada na construção desse artigo foi leitura e fichamento das principais obras de Humberto Maturana. O resultado desse estudo apresenta um olhar sobre a inovação científica, permitindo a transposição da premissa básica do pensamento ocidental, que sempre opôs o biológico ao não-biológico ou social, ou cultural, pensando-os de forma integrada e integradora da compreensão das coisas.

Palavras-chave: Conhecimento. Reflexão. Cognição. Ensino de Ciências. Maturana.

RESUMEN : Este estudio tuvo como objetivo describir el proceso de conocimiento, el pensamiento y la cognición en la teoría de Maturana, destacando sus implicaciones para la formación de profesores de la Enseñanza de las Ciencias en la Amazonía. Las obras de este autor abarcan numerosos temas, que cubren los distintos ámbitos del conocimiento, lo que permite múltiples aplicaciones. La propuesta se desarrolla como intento de profundizar en los temas: aprender sobre los conceptos, el conocimiento y la reflexión como eje metodológico en la

²⁷ Professor e Coordenador do Programa de Pós-graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia. Doutor em Filosofia e Educação pela Faculdade de Educação da USP. Líder do Grupo de Pesquisa em Formação de professores para o Ensino de Ciências (UEA) e Membro do Grupo de Estudos e Pesquisa em Formação de Educadores (GEPEFE-FEUSP).

²⁸ Estudante do grupo de Pesquisa de Formação de Professores para o Ensino de Ciências da Universidade do Estado do Amazonas – UEA. Mestranda do Programa de Pós-graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia, na Universidade do Estado do Amazonas – UEA.

formación de profesores de Ciencias. Una metodología utilizada en la construcción de este artículo fue la lectura y resumen de las principales obras de Humberto Maturana. El estudio presenta un panorama de la innovación científica, permitiendo la mudanza de la premisa básica del pensamiento occidental, que siempre ha opuesto lo biológico a lo no biológico y a lo social, y cultural, pensandolos como un enfoque integrado e inclusivo de comprensión de las cosas.

Palabras clave: Conocimiento. Reflexión. Cognición. Enseñanza de las Ciencias. Maturana.

INTRODUÇÃO

Um momento de silêncio paira no ar. Depois de milésimos de segundo um suspiro quebra esse silêncio. As emoções se confundem na tentativa de falar sobre algo tão precioso para o ser humano: o conhecimento. Esse momento nos envolve de certa forma que somos tomados por um sentimento saudosista. Nesse processo, somos remetidos ao passado como se estivéssemos estado lá. Ao sermos submetidos a esse retrocesso, encontramos materializados em nossa mente, aqueles homens e mulheres que dedicaram suas vidas refletindo, de maneira incessante, em prol da pesquisa para a construção do conhecimento humano.

A atitude desses homens e mulheres foi de suma importância para nós no presente. Isso porque estes serviram de base para que homens e mulheres continuassem o que permitiu o avanço científico. Avanço esse, que por sinal, é uma faca de dois gumes, pois assim como serve para melhorar a qualidade de vida dos seres vivos, serve também, para aniquilar essas mesmas vidas, de maneira cruel e sem sentido de ser.

Tornando mais clara essa exposição, recorremos a exemplos disso na história da humanidade, que por sinal são inúmeros. Especialmente o uso do conhecimento como sinônimo de poder. Nisso entram as guerras e a tentativa de produzir uma raça pura.

Por conta disso, a reflexão sobre a ciência, seus processos, produtos e conseqüências é sempre uma necessidade presente. O modelo teórico do conceito de professor reflexivo tem sido utilizado com veemência nos programas de formação de professores especialmente porque nos permite mobilizar uma quantidade significativa de informações no contexto de uma sociedade do conhecimento. Isso nos submete a necessidade de traçarmos uma trajetória que deve ser iniciada desde a conceituação da reflexão para adentrar no que consiste a cognição em Maturana.

Levando em consideração que o conjunto das idéias deste autor, chamado de biologia do amor, configura-se em um conhecimento científico, atual e inovador. Consideramos o uso e permanência de suas idéias neste estudo, especialmente a compreensão da fenomenologia humana, que é de fundamental importância para compreendermos nosso objeto de pesquisa em questão.

Além disso, abordamos a questão do outro na obra de Maturana que, segundo este, deve ser aceito como um legítimo outro na convivência. Isso é indispensável, pois defendemos a perspectiva de que a reflexão sobre a prática, pensada nos ambientes de formação de professores, necessita ser desenvolvida no coletivo que existe como espaço relacional. Acreditamos que as idéias deste autor nos ajudarão no percurso que pretendemos seguir, constituindo-se como uma contribuição singular para alcançarmos nosso objetivo.

Consideramos que a teoria de Maturana por tratar o processo do conhecimento como construção, a partir da disposição do ser humano para refletir sobre sua história, nos possibilita utilizá-lo como fundamento para formação de professores no Ensino de Ciências. Isso por implicações da reflexão sobre a prática ser imprescindível para que o professor contribua para a formação de estudantes pensantes.

No processo de formação de professores para o Ensino de Ciências, Maturana nos mostra outras possibilidades de compreender o que é a vida, sugerindo que o ser vivo é autogerativo e auto-regenerativo com uma dinâmica autônoma, que o faz construir e reconstruir sua trajetória de vida. Isso acontece através dos processos de reflexão projetados sobre o almejado, tendo em vista a experiência vivida no passado, como base para repensar o que se pretende no futuro.

Esse texto não toma outra direção que não seja a conceituação da linguagem e da cognição como atividades que observamos sobre as interações que vivemos, de maneira que possamos fazer a diferença nos espaços de formação de professores. Reconhecendo que a linguagem e a cognição tratam-se de conceitos centrais na obra de Maturana e por incidirem nos processos reflexivos são imprescindíveis em nosso estudo.

1. Noções sobre o conhecer, o conhecimento e a reflexão

Maturana e Varela (2001) dizem que explicar o conhecer é compreender o que acontece quando o observador está observando o observar para descrever e explicar o que faz. Nesse contexto, somos sistemas vivos e vivemos na linguagem, quando explicamos o que fazemos, e já estamos na experiência de observar, quando observamos nosso observar. O observar, portanto, é distinguir, na linguagem, as diferentes entidades como objetos de nossas descrições, explicações e reflexões nas conversações que envolvem nossas vidas.

No sentido de compreendermos melhor essa idéia podemos recorrer à visualização do seguinte exemplo: digamos que uma jovem em um dado momento de sua vida adulta relembra momentos em que viveu em sua casa aos dez anos de idade. Ao se deparar com essa lembrança tem a possibilidade de percorrer pelos cômodos da casa, pois na sua mente tudo se torna materializado, concreto, real de maneira que ao relatar esse fato para alguém essa casa também se tornará concreta para essa pessoa. O interessante disso é que se ambas forem ao local no qual a casa estava construída e, por algum motivo, não esteja mais lá, mesmo assim, ela não deixará de ser concreta na mente das duas.

Na compreensão de Maturana e Varela (2001) existe uma possibilidade de perceber o mundo de uma maneira diferente da qual estamos acostumados a ver, concebendo a vida como uma arte de conhecimento, ou seja, fazendo de todos os atos momentos de expressar sentimentos.

Para entender o que é a vida é fundamental compreendermos como os seres vivos conhecem o mundo. Eles propõem que vivemos num mundo com os outros seres vivos compartilhando com eles o processo vital, no qual os acontecimentos não são anteriores à nossa experiência, pois nossa trajetória de vida nos faz construir nosso conhecimento do mundo e esse também constrói seu conhecimento a nosso respeito. Neste processo ambos sofrem modificações.

Os autores definem o conhecer como uma conduta adequada aos estímulos do meio e o início para gerar uma explicação científica válida como ação efetiva. Segundo Maturana (2001a), na vida cotidiana compreendemos que a cognição tem a ver com nossas relações interpessoais e coordenações de ações. Alegamos cognição em outros e em nós mesmos, quando aceitamos as ações como conduta adequada. Assim, se for proferida uma indagação e a resposta não corresponder aos critérios pré-estabelecidos para a resposta esperada, dizemos que não houve uma ação adequada. Logo, não será alegada cognição, pois não houve conduta adequada.

Sendo uma conduta adequada, aquela que está de acordo com a ação idealizada, o conhecimento será uma constituição feita por um observador com uma capacidade operacional capaz de atribuir cognição a um sistema vivo ao aceitar suas ações como adequadas num domínio cognitivo. Sobre o conhecimento, Maturana (2001a) diz que é uma apreciação de um observador sobre a conduta do outro, que pode ser ele mesmo no momento em que se vê dessa forma, por um lado, descobre-se que o conhecimento é adquirido na convivência, sendo resultado de um processo de colaboração.

Maturana (2001b) reflete sobre o problema da cognição, dizendo que quando desejamos saber se alguém sabe algo lhe fazemos uma pergunta, exigindo que se faça alguma coisa. O problema, então, é identificar a conduta adequada, que satisfaça a quem fez a pergunta. A conduta adequada é congruente com as circunstâncias nas quais elas se realizam. E o que se vê são as mudanças de estado de um organismo em seu meio por um observador, que descreve essas mudanças.

Duas observações do mesmo sujeito, sob as mesmas condições feitas, com perguntas diferentes podem atribuir diferentes valores cognitivos, porque a avaliação, se há ou não conhecimento²⁹, ocorre sempre num contexto relacional, onde as mudanças estruturais que as perturbações desencadeiam aparecem para um observador, como um efeito sobre o ambiente. É em relação ao efeito esperado que o observador avalia as mudanças estruturais, que são desencadeadas no organismo como um ato cognitivo (MATURANA e VARELA, 2001).

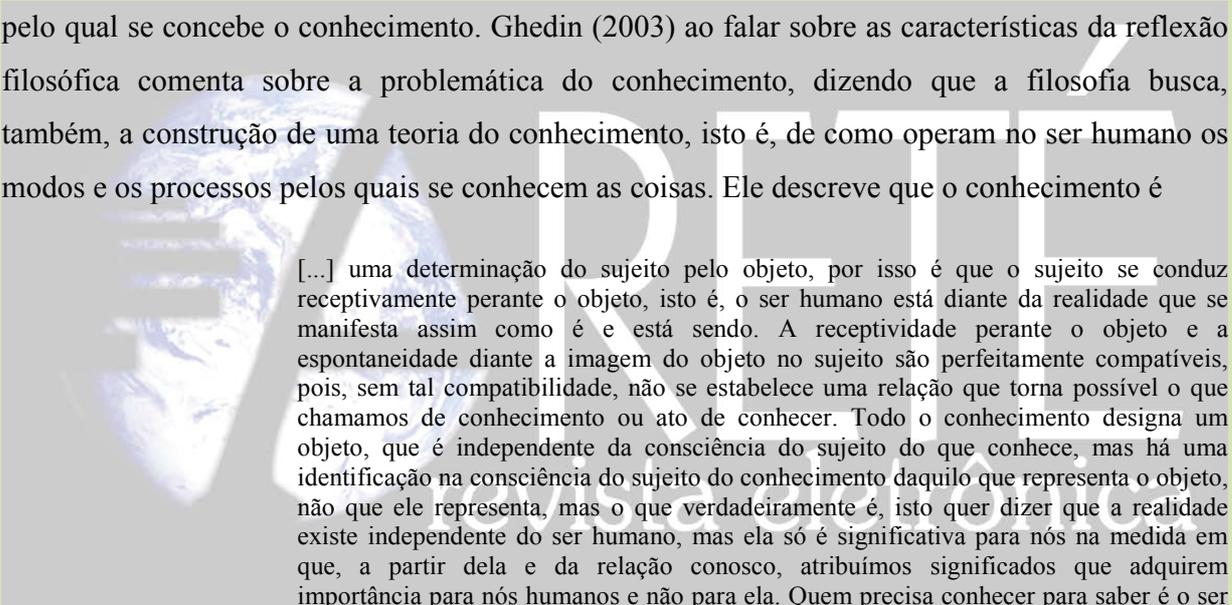
Exemplificando a idéia desses autores, podemos dizer que quando o professor trabalha as operações fundamentais, com os estudantes do ensino fundamental, precisa ter uma metodologia que permita a exploração de materiais concretos, para facilitar a compreensão lógico-matemática. Assim, ao perguntar ao estudante quanto é seis vezes oito? E ao ele responder que é quarenta e oito estará atribuindo um valor cognitivo. Sem que deixe o estudante respirar, o professor pergunta imediatamente, e quanto é oito vezes seis? O estudante passa por um momento perturbador tentando responder, de forma satisfatória, pensa um pouco, e diz quarenta e oito. Ao

²⁹ Maturana (2001b) diz que o conhecimento é um comportamento aceito como adequado por um observador num domínio particular que ele ou ela especifica. Da mesma maneira, há tantos domínios cognitivos diferentes quantos critérios diferentes que o observador possa usar para aceitar um comportamento adequado.

perceber a expressão positiva da professora, respira aliviado, convicto que alcançou a resposta esperada, pois percebe que o que houve foi simplesmente a inversão na ordem dos fatores.

Aceitando que todos os organismos vivos possuem uma conduta adequada, o conhecer pode ser ampliado para fora do ambiente humano (ANDRADE e SILVA, 2005), pois conhecer é um fenômeno cognitivo mais amplo do que pensar, raciocinar e medir entrelaçados entre a percepção, a emoção e a ação, por isso, não é limitado ao humano. Assim, o processo de conhecer inclui todos os seres vivos, pois durante sua existência estão em contato com o mundo conhecendo, pois viver é conhecer (MATURANA e VARELA, 2001).

Nesse contexto, podemos afirmar que muitos estudiosos se debruçaram em teorizar o processo pelo qual se concebe o conhecimento. Ghedin (2003) ao falar sobre as características da reflexão filosófica comenta sobre a problemática do conhecimento, dizendo que a filosofia busca, também, a construção de uma teoria do conhecimento, isto é, de como operam no ser humano os modos e os processos pelos quais se conhecem as coisas. Ele descreve que o conhecimento é



[...] uma determinação do sujeito pelo objeto, por isso é que o sujeito se conduz receptivamente perante o objeto, isto é, o ser humano está diante da realidade que se manifesta assim como é e está sendo. A receptividade perante o objeto e a espontaneidade diante a imagem do objeto no sujeito são perfeitamente compatíveis, pois, sem tal compatibilidade, não se estabelece uma relação que torna possível o que chamamos de conhecimento ou ato de conhecer. Todo o conhecimento designa um objeto, que é independente da consciência do sujeito do que conhece, mas há uma identificação na consciência do sujeito do conhecimento daquilo que representa o objeto, não que ele representa, mas o que verdadeiramente é, isto quer dizer que a realidade existe independente do ser humano, mas ela só é significativa para nós na medida em que, a partir dela e da relação conosco, atribuímos significados que adquirem importância para nós humanos e não para ela. Quem precisa conhecer para saber é o ser humano e somente ele, pois disso depende a sua humanidade. (GHEDIN, 2003, p. 237).

Sobre a distinção entre o conhecer e o conhecimento, Andrade e Silva (2005) dizem que, embora possamos afirmar que todos os organismos vivos são sistemas cognitivos capazes de conhecer, não podemos afirmar que todos eles constroem conhecimento, pois somente o ser humano que é capaz de refletir sobre sua história, utilizando a linguagem como instrumental dessa construção. Nesse sentido, o fato de existirmos na linguagem e de não podermos existir fora dela não é uma limitação em nós, mas é a condição que torna possível a ciência como um domínio explicativo, e tudo que nela produzimos parte da reflexão do nosso existir como seres humanos. (MATURANA e VARELA, 2001).

Os autores dizem que defendemos nossas certezas e convicções de forma que não existe alternativa para o que nos parece certo, pois “*O conhecimento do conhecimento obriga*” (MATURANA e VARELA 2001, p. 267, grifos dos autores) a adotar uma atitude contra a afirmação da certeza do conhecimento, visto que devemos reconhecer que essa certeza não é prova das verdades, pois quando conhecemos não podemos negar que conhecemos, porque o conhecimento nos compromete a termos a consciência da existência do que sabemos.

Sobre a verdade do conhecimento Sócrates (apud GHEDIN, 2003) diz que pela razão se chega às virtudes, pratica-se a reflexão, age-se de forma moderada e coerente. Assim, a razão é a possibilidade primeira para conhecer a verdade, passando pela reflexão individual, isto é, ao fazer com que cada indivíduo reflita sobre si próprio, ele partia das impressões subjetivas para chegar à objetividade da verdade.

Machado (2004 apud PICONEZ, 2004, p. 6) diz que

[...] construir o conhecimento seria, pois, como construir uma grande rede de significados, em que os nós seriam os conceitos, as noções, as idéias, em outras palavras, os significados; e os fios que compõem os nós seriam as relações que estabelecemos entre algo em que concentramos nossa atenção e as demais idéias, noções ou conceitos; tais relações condensam-se em feixes, que, por sua vez, se articulam em uma grande rede.

Assim, o caminho mais importante que alguém pode seguir para construir o conhecimento é a consciência que tem de si, enquanto indivíduo que reconhece seu próprio processo como aprendiz, no qual vai tomando a consciência que se estabelece com o real em relação a sua vida pessoal. Tendo em vista, que a reflexão é um processo individual³⁰, a percepção do ser humano se dará a partir de sua realidade e as experiências vividas por cada indivíduo solitárias e arraigadas em sua estrutura biológica, pois toda experiência de certeza é um fenômeno individual em relação ao ato cognitivo do outro (MATURANA e VARELA, 2001). Assim, o professor que tem a compreensão de que cada ser humano tem uma maneira particular de perceber o mundo, terá também condições de lidar com as diferenças, de maneira que estas sejam um potencial no processo ensino-aprendizagem.

³⁰ Com isso não estamos querendo negar os processos de reflexão que surgem no contexto social; também não ignoramos os processos reflexivos provocados no espaço coletivo. Aqui se quer mais compreender como isso opera nos indivíduos, sem esquecer-se que estas são partes de um mundo socialmente constituído.

Sobre a reflexão, Maturana e Varela (2001, p. 29), afirmam que é um “[...] processo de conhecer como conhecemos, [...] e reconhecer que as certezas e os conhecimentos dos outros são, respectivamente, tão aflitivos e tão tênues quanto os nossos”. Assim, podemos afirmar que a reflexão, enquanto processo cognitivo individual, está presente em duas formas essenciais que um observador, ao viver uma experiência, pode adotar para escutar ou dar explicações que são “o caminho da objetividade sem parênteses e o caminho da objetividade entre parênteses” (MATURANA, 2001b, p. 248).

No caminho da objetividade sem parênteses conhecer é uma afirmação cognitiva válida, porque faz referência a uma realidade independente do observador. Assim, o professor que atua nesse caminho não aceita a existência de várias realidades não sendo capaz de desenvolver um trabalho coletivo pensando sobre sua prática e, conseqüentemente por agir individualmente descarta a possibilidade de ser co-responsável por aquilo que acontece com seus alunos e os outros atores da escola.

Dessa forma, as coisas existem, quando o professor, enquanto observador, as conhece ou não; ou se possa vir a conhecê-las, ou sabe da existência dessas situações através da percepção ou da razão. Tais saberes independem da realidade dele e da concretização da existência das coisas, pois não se sente responsável. Como nos revela Maturana (2005) o observador não se pergunta pela origem de suas habilidades cognitivas como propriedades constitutivas de seu modo de ser.

Nesse caso, o observador aceita a existência de uma realidade que valida o conhecer dele e a explicação e compreensão desse conhecimento, porque a universalidade do conhecimento fundamenta-se nessa objetividade. Assim, depende do indivíduo, sujeito do saber, aceitar ou não certa formulação da experiência segundo um critério de aceitação do escutar, pois a validade das explicações aceitas se configuram no assentimento e não independente dele. Dessa forma, somos objetivos porque o que falamos é válido, independente de nossas crenças, pois toda verdade objetiva é universal e válida para qualquer observador de maneira que a cognição dele não permita a aceitação de outras realidades. Nesse contexto Zeichner (1993, p. 18) diz que

Os professores que não refletem sobre o seu ensino aceitam naturalmente esta realidade cotidiana das suas escolas, e concentram os seus esforços na procura dos meios mais eficazes e eficientes para atingirem os seus objetivos e para encontrarem soluções para problemas que outros definiram no seu lugar. É freqüente estes professores esquecerem-se de que a sua realidade quotidiana é apenas uma entre muitas possíveis, e que existe

uma série de opções dentro de um universo de possibilidades mais vasto. Assim, perdem muitas vezes de vista as metas e os objetivos para os quais trabalham, tornando-se meros agentes de terceiros. Existe mais do que uma maneira de abordar um problema. Os professores não reflexivos aceitam automaticamente o ponto de vista normalmente dominante numa dada situação.

Conforme Maturana (2001b), na objetividade entre parênteses o observador aceita como seus todos os traços constitutivos dos sistemas vivos. Maturana (2001a) afirma que ao aceitar a pergunta pelo observador e ao assumir a biologia, constata-se que cada ser humano é um indivíduo único com percepções diferentes. Quanto a isso, Zeichner (1993, p. 18) relata que

Dewey define três atitudes necessárias para a ação reflexiva. A primeira, a abertura de espírito, refere-se ao desejo ativo de se ouvir mais do que uma única opinião de se atender a possíveis alternativas e de se admitir a possibilidade de erro, mesmo naquilo em que se acredita com mais força. Os professores que têm um espírito aberto examinam constantemente as fundamentações lógicas que estão na base do que é considerado natural e correto, e não descansam enquanto não descobrem as causas dos conflitos. Os professores reflexivos perguntam-se constantemente porque estão a fazer o que fazem na sala de aula [...].

Nesse sentido, os professores que se fazem essa pergunta devem explicar o que se faz como observador e como é que faz o que se faz. Para tanto, ele usa uma linguagem de objeto, de substantivos e da experiência. Neste contexto, todos são seres concretos, fáticos independentemente de, em qualquer nível, tornar-se objeto de reflexão, pois fala deles e lida com seres, pois seu escutar no explicar é um escutar referente a entes independentes dele. Assim, explicar é propor uma reformulação da experiência de forma aceitável pelo observador e, escutar uma resposta explicativa, quando não assumimos uma pergunta pela origem das habilidades cognitivas do observador, equivale a escutar esperando ouvir uma referência a uma realidade independente de nós mesmos. Nada é uma explicação em si mesmo e, é a pessoa quem especifica a resposta como uma explicação. É o escutar do observador voltado para o critério de aceitabilidade que determina a que pergunta ele ou ela responde (MATURANA, 2005).

Para Maturana (2001a), a realidade, quando não é apenas um modo de explicar a experiência humana, é aquilo que vivemos como o fundamento do nosso viver. Sob essas circunstâncias, a realidade não é energia, não é informação. Nós explicamos nossas experiências com as coerências de nossas experiências. Nesse contexto, a explicação da experiência é sempre uma proposição que reformula as observações de um fenômeno, num sistema de conceitos aceitáveis para as pessoas que compartilham um critério de validação que define a ciência como um

domínio particular distinguidos em quatro condições: descrição ou explicação do fenômeno; proposição de um sistema conceitual gerador do fenômeno a explicar; dedução e observação a partir de proposição de outros fenômenos não explicitamente considerado. Os cientistas tentam ser explícitos em relação a essas condições e registram documentos, criando tradições que vão além de uma pessoa ou geração (MATURANA, 2001a).

Quanto à explicação dos fenômenos cognitivos, Maturana e Varela (2001) dizem que ela se localiza na tradição da ciência e se valida por meio de seus critérios. Os fenômenos cognitivos são entendidos como processos pelos quais os significados são originados a partir da estrutura cognitiva do observador. Assim, esses fenômenos, enquanto processos de reflexão são seguimentos nos quais cada significado impulsiona outro significado.

Maturana (2001a) diz que a palavra ciência, na história do pensamento ocidental, faz referência a qualquer conhecimento defendido em bases metodológicas, independentemente de seu domínio fenomênico. Hoje, ela frequentemente faz referência ao conhecimento validado através de um método particular, que é o conhecimento científico. A ciência e a validade das explicações científicas é a construção de ação comensurável com nosso viver³¹ e têm a ver com as coerências operacionais da experiência do observador. Elas são proposições gerativas apresentadas no contexto do critério de validação, nas quais certas operações do observador devem ser satisfeitas, pois

[...] tudo o que se requer é uma comunidade de observadores-padrão, que gerem afirmações validadas pelo critério de validação descrito anteriormente. As explicações científicas são validadas no domínio de experiências de uma comunidade de observadores, e se relacionam com as coordenações operacionais dos membros dessa comunidade, em circunstâncias nas quais são membros dessa comunidade as pessoas que aceitam e usam esse critério para validar seu explicar (MATURANA, 2001b, p. 82).

³¹ Não há dúvida de que frequentemente falamos como se o que vemos como um agente externo incidindo sobre um sistema determinasse o que acontece no sistema sobre o qual ele incide, mas, ao mesmo tempo, sabemos também que isso não é assim. Além disso, a partir de nosso viver cotidiano sabemos também que, ao escutarmos alguém, o que ouvimos é um acontecer interno a nós, e não o que o outro diz, embora o que ouvimos seja desencadeado por ele ou ela. (MATURANA, 2001a, p. 174).

A ciência, como um domínio cognitivo³², é um domínio de ações, e como tal, é uma rede de conversações que envolvem afirmações e explicações legitimadas pelo critério de validação das explicações científicas. Neste contexto, Maturana (2001b, p. 45) afirma:

A responsabilidade do cientista está na sua responsabilidade como pessoa. O que acontece é que o cientista gera um domínio especial de conhecimento, um domínio de afirmações que tem características especiais, tem um fundamento no viver. Porque é um modo de explicar a experiência com a experiência, e isso faz com que os cientistas sejam pessoas que estão em pontos nodais de muitos momentos do viver humano moderno.

Não há um único aspecto ou operação do critério de validação das explicações científicas que seja científico por si mesmo. A diferença entre o que acontece na vida cotidiana como cientistas e como não-cientistas depende de emoções, de desejos e de reflexão sobre o que o cientista faz. Nesse sentido, o que torna científico uma explicação ou teoria é a sua legitimação por um observador-padrão, ou seja, um cientista, que através da aplicação do critério de validação das explicações científicas. Assim, a ciência se define e se constitui como um domínio cognitivo. Nessa constituição, o conhecimento científico tem que ser aceito como universalmente válido, pois as explicações e afirmações que pertencem a esse conhecimento são validadas através de contínua confrontação com uma realidade objetiva independente. Nestes termos, as peculiaridades da ciência como domínio cognitivo surgem de sua forma de constituição pela aplicação do critério de validação das explicações científicas, tendo em vista que

O fato de a ciência, como um domínio cognitivo, ser constituída e validada nas coerências operacionais da práxis de viver dos observadores-padrão ao funcionarem em seus domínios experienciais sem referência a uma realidade independente, não torna as afirmações científicas subjetivas. (MATURANA, 2001a, p.147).

As noções de objetividade e universalidade na ciência podem ser utilizadas de maneiras diferentes, e ao mesmo tempo mais relevantes para a prática da ciência. Sendo assim, o critério de validação das explicações científicas pode ser explicitado de maneira operacional e não implica

³² Conforme a Teoria Autopoietica de Maturana e Varela (2001) a mente é um processo de conhecer que se confunde com a própria vida. A cognição é compreendida como um fenômeno biológico, pois depende de uma forma ou de outra, das interações de uma ou mais unidades autopoieticas. Tudo o que acontece na vida de um sistema vivo, surge a partir de mudanças estruturais.

qualquer referência direta ou indireta, de uma realidade, pois independe do mundo objetivo. Esse critério pode ser apreendido, usado e aplicado independente do que o observador-padrão acredita.

Assim, a ciência como domínio cognitivo transforma-se ao mudarem as perguntas que o observador-padrão faz, conforme as explicações que ele ou ela aceita. Estas perguntas e explicações modificam-se ao mudar seu domínio de experiências no fluir de sua práxis existencial.

Um organismo, durante a sua existência em interação com o meio, sofre modificações estruturais. Maturana (2001a) afirma que a história dessas modificações é a ontogenia³³, na qual as transformações interativas de uma unidade, a partir da estrutura inicial de um ser vivo, é uma deriva estrutural e as mudanças que ocorrem são contingentes com o meio. Nesse sentido, Maturana (2005) defendeu a idéia que a história de mudança do cérebro humano está relacionada, principalmente, com a linguagem e seu entrelaçamento com as emoções. Ele sustenta que não há ação humana sem uma emoção que a estabeleça como tal e a torne possível como ato. Observando as ações do outro conheceremos suas emoções como fundamentos que constituem suas ações. Não conheceremos o que poderíamos chamar de sentimentos, senão no espaço da existência.

Para Maturana (2005) a linguagem se estabelece quando se alia ao viver no fluir em coordenações de conduta, que significa o que chamamos de congruência, ou melhor, o acordo do que é dito com as ações de quem diz na convivência como resultado dela. Ao refletirmos sobre a linguagem, já estamos nela. Nesse sentido, aceitamos nossa capacidade de conhecer como uma condição dada. Assim, existimos na linguagem como seres conscientes na reflexão, pois “[...] Toda reflexão, inclusive a que se faz sobre os fundamentos do conhecer humano, ocorre necessariamente na linguagem, que é nossa maneira particular de ser humanos e estar no fazer humano” (MATURANA e VARELA 2001, p. 32).

³³ Sobre o determinismo estrutural e linguagem Maturana diz que: [...] os comportamentos consensuais são condutas que se estabelecem na ontogenia, na história individual dos organismos como resultado do curso particular da ontogenia, e que não se haveriam estabelecidos se essa ontogenia, se esse curso particular não houvesse ocorrido. As coordenações consensuais de comportamentos resultam da convivência das transformações dos participantes na convivência, e não haveriam se produzido se não se houvesse produzido essa história de convivência (2001a, p. 71).

Considerando que a reflexão ocorre na linguagem, recorreremos a ela para fundamentar a formação de professores no Ensino de Ciências como possibilidade de melhoria dos processos de aprendizagem centrados nas metodologias de ensino. A fim de abordarmos mais sobre a reflexão na formação de professores veremos que, atualmente, a reflexão é considerada como eixo metodológico para essa formação. Assim nos debruçaremos um pouco mais sobre essa questão mais adiante.

2. A reflexão como eixo metodológico na formação de professores para o ensino de ciências

Segundo Castro (2005), nas últimas décadas, a política de formação de professores deve ser entendida como estratégia do ajuste estrutural, que direcionou as reformas do Estado no plano político institucional e no plano econômico-administrativo. Portanto, está inserida em uma perspectiva de adaptação dos profissionais às exigências do sistema capitalista. No Brasil, a reforma da formação de professores teve seus eixos discutidos nas conferências mundiais de educação como as de Jomtien em 1990 e Dakar em 2000 sistematizadas em documentos expedidos pelo Banco Mundial, pela Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura da UNESCO pela Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e a Comissão Econômica para América Latina (CEPAL).

Essas diretrizes foram configuradas no Plano Decenal de Educação (1993-2003) no Planejamento Político Estratégico (1995-1998), na Lei de Diretrizes e Bases da Educação (nº. 9.394/96) e no Plano Nacional de Educação (CASTRO, 2005). A preocupação da reforma limitase ao desempenho dos professores no mundo de hoje, pois o movimento internacional indica a reflexão como eixo metodológico e a reforma define a "prática reflexiva" como modelo adequado às exigências do mercado, trazendo para o professor um novo perfil: ser mais participativo e autônomo; isso é incorporado pelo Ministério da Educação (MEC-BRASIL) e divulgado pelos Referenciais para Formação de Professores no Brasil. Os documentos citados colocam a necessidade de redimensionar o papel da formação profissional, tomando, como referência o Relatório Jaques Delors (1998) que indica os quatro pilares da educação nas próximas décadas: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver juntos e aprender a ser.

Segundo Castro (2005) a menção ao Relatório Delors (1998) é uma evidência do alinhamento da educação brasileira às exigências internacionais. O importante desse discurso está no aprender. Os Referenciais para Formação de Professores reconhece a necessidade de uma formação de qualidade para o professor, com o perfil de formação para um professor reflexivo, pois essa formação possibilita o desenvolvimento dele como pessoa, como profissional e como cidadão. Para isso, é necessário sair de um referencial técnico-instrumental para um referencial que priorize a complexidade e as singularidades da prática docente. Esse é o posicionamento encontrado nos Referenciais para Formação de Professores no Brasil: que a realidade educativa na qual o professor atua é complexa, mutável, freqüentemente conflituosa, e apresenta problemas que não são fáceis e nem sempre possibilitam soluções a priori.

Assim, Perez-Gómez (1998 apud Castro, 2005) chama atenção para o conceito de reflexão que deve fundamentar uma proposta para a formação reflexiva do professor. Assim, a reflexão implica imersão consciente no mundo de sua experiência, valores, intercâmbios simbólicos, correspondências afetivas, interesses sociais e cenários políticos. A reflexão supõe um sistemático esforço de análise, como a necessidade de elaborar uma proposta totalizadora, que captura e orienta a ação. O conhecimento acadêmico, teórico, científico ou técnico só pode ser considerado instrumento dos processos de reflexão quando integrado aos esquemas de pensamento mais genéricos que o indivíduo ativa ao interpretar a realidade concreta quando organiza sua própria experiência. Portanto, não é qualquer conceito de reflexão que deve oferecer sustentação a uma proposta de formação de professor reflexivo, sob pena de limitar essa formação a uma reflexão técnica.

Castro (2005) comenta que na atualidade, Schön (1995) foi um dos autores com maior influência na difusão do conceito de professor como prático reflexivo. Essa concepção tem em comum o desejo de superar a relação linear e mecânica entre o conhecimento científico-técnico e a prática de sala de aula. Perez-Gómez (1998 apud CASTRO, 2005) entende que os estudos de Schön (1995) contribuíram para a construção do perfil da formação do professor reflexivo.

Os estudos de Grimmett (1989 apud Castro 2005) possibilitam o avanço na construção dessa formação, quando coloca a reflexão como processo de reconstrução da experiência. Perez-Gómez (1998 apud CASTRO, 2005) a nomeia como reflexão na prática para a reconstrução social. Nessa categoria agrupam-se os que concebem o ensino como uma atividade crítica, uma prática social

saturada de opções de caráter ético, na qual os valores que presidem sua intencionalidade devem ser traduzidos em procedimentos que dirijam e se realizam ao longo do processo ensino-aprendizagem. O professor/a é considerado um/a profissional autônomo/a que reflete criticamente sobre a sua prática para compreender as características dos processos de ensino-aprendizagem e o contexto em que o ensino ocorre, de modo que a sua atuação facilite a autonomia e emancipação dos que participam do processo educativo (GRIMMET, 1989 apud CASTRO, 2005).

Perez-Gómez (1998 apud CASTRO, 2005) e Zeichner (1993) defendem a formação do professor como a aquisição de uma bagagem cultural de clara orientação política e social, na qual as disciplinas humanas devem ser o eixo central da formação; o desenvolvimento de capacidades de reflexão crítica sobre a prática e o desenvolvimento de atitudes que requerem o compromisso político do professor com a possibilidade de atuar como um intelectual transformador.

Nesse sentido, Zeichner (1993) alerta para o uso que as reformas fazem da proposta de formação do professor como reflexivo, pois, em vez de conceder autonomia, produzem novos dispositivos de controle sobre os docentes. Toschi (1999), fazendo uma crítica ao professor reflexivo, adotado pelo MEC, considera quatro características que difundem a emancipação proposta pela idéia do professor como prático reflexivo: a avaliação dos professores; o processo reflexivo; o desprezo das condições sociais do ensino; e a insistência no processo de reflexão individual.

Parece que há um desvirtuamento dos pressupostos da formação do professor reflexivo tomado como modelo pela reforma educacional da década de noventa. Isso representa um paradoxo, pois, diante da centralidade do conhecimento, o professor deveria ter uma forte formação teórica, filosófica, histórica, social e política, para respaldar a sua prática, e, propor mudanças na educação. A ênfase na valorização do conhecimento produzido no cotidiano do professor e o conhecimento advindo de sua prática dão a sua formação um caráter pragmático, respaldado no aprender fazendo (ZEICHNER, 1993).

É essa formação que tem como eixo metodológico a reflexão que se acredita ser a formação ideal, pois conforme comenta Alarcão (2007, p. 13),

Vivemos hoje numa sociedade complexa, repleta de sinais contraditórios, inundada por canais e torrentes de informação numa oferta de “sirva-se quem precisar e do que precisar” e “faça de mim o uso que entender”. O cidadão comum dificilmente consegue

lidar com a avalanche de novas informações que o inundam e que se entrecruzam com novas idéias e problemas, novas oportunidades, desafios e ameaças.

As quais poderão ser pensadas pelo professor formado a partir desse eixo, pois nessa perspectiva de formação, torna-se possível a busca por respostas cruciais que nos são postas, por exemplo, por Moraes (2002 apud Tepedino, 2004, p. 29.):

Como educar para uma sociedade do conhecimento que requer sujeitos autônomos, críticos, criativos, eternamente aprendentes, usando técnicas e metodologias epistemologicamente equivocadas e cientificamente defasadas? Como levar o indivíduo a aprender a aprender, a aprender a pensar e a viver/conviver como cidadãos planetários, se trabalhamos com modelos pedagógicos inadequados nos ambientes educacionais?

O modelo científico proposto por Maturana nos permite pensar, por intermédio de sua epistemologia, um novo caminho a percorrer, no que diz respeito, a um novo modelo pedagógico. Conforme a teoria dele, um sistema estruturalmente acoplado é um sistema de aprendizagem, onde ocorrem constantes adaptações e desenvolvimento, indicando, assim, que o conhecimento tem fundamento biológico e se constrói, tendo como base ontológica o mundo físico. Nesse sentido, é necessário formar professores para o Ensino de Ciências de maneira que sejam responsáveis com consciência social e que reflitam sobre sua prática, corrigindo erros, e tendo um comportamento ético, pois como diz Freire (2007, p. 33).

[...] a prática educativa tem de ser, em si, um testemunho rigoroso de decência e de pureza. Uma crítica permanente aos desvios fáceis com que somos tentados, às vezes ou quase sempre, a deixar as dificuldades que os caminhos verdadeiros podem nos colocar. Mulheres e homens, seres histórico-sociais, nos tornamos capazes de comparar, de valorar, de intervir, de escolher, de decidir, de romper, por tudo isso nos fizemos seres éticos. Só somos porque estamos sendo. Estar sendo é a condição, entre nós, para ser. Não é possível pensar os seres humanos longe, sequer, da ética, quanto mais fora dela. Estar longe, ou pior, fora da ética, entre nós, mulheres e homens, é uma transgressão. É por isso que transformar a experiência educativa em puro treinamento técnico é amesquinhar o que há de fundamentalmente humano no exercício educativo: o seu caráter formador.

Sendo assim, é importante que os professores no momento de sua formação saibam que educar e aprender são fenômenos biológicos que envolvem todas as dimensões do viver humano integrando corpo e espírito e que aprender é transformar-se em coerência com o emocional como resultado de uma história de interações recorrentes entre dois ou mais sistemas vivos. A maior dificuldade no processo educacional segundo Maturana e Nisis (2000) está entre a formação humana e a capacitação.

Segundo esses autores a formação humana tem a ver com o desenvolvimento da pessoa como co-criadora de um espaço de convivência social para o crescimento no auto-respeito e no respeito pelo outro. A capacitação tem a ver com a aquisição de habilidade e capacidade de ação para realizar o que quiser viver e como tarefa educacional ela consiste na criação de espaços de ação onde se exercitem as habilidades que se deseja desenvolver, ampliando as capacidades de fazer na reflexão sobre como se deseja viver. Assim, a formação humana e a capacitação são fenômenos importantes para os professores dominarem como um processo educacional na formação de valores, pois:

A separação conceitual das conversações de formação humana e capacitação permite, no entanto, duas coisas: primeira, treinar as emoções e o entendimento do professor ou da professora, de modo que possa sempre se relacionar com seus alunos na biologia do amor e interagir com eles sem corrigir seu ser; segunda, criar um espaço de conhecimentos reflexivos e capacidades de ação no professor ou na professora, de modo que possam, por sua vez, guiar seus alunos na contínua ampliação de seus conhecimentos reflexivos e de sua capacidade de ação apenas corrigindo o seu fazer e não o seu ser. (MATURANA e NISIS, 2000, p. 15).

Deparamo-nos aqui com o cerne do que acreditamos ser a contribuição de Maturana para a formação de professores para o Ensino de Ciências que é quando ele trata do relacionamento professor estudante na biologia do amor, ou seja, a aceitação do outro como um legítimo outro na convivência. E ao conviver com os outros se deve levar em consideração que ele é um ser que se equivoca, compartilha e tem sentimentos, por isso, deve ser respeitado como tal.

É nesse sentido, que a formação de professores deve caminhar para que não haja a violência contra a pessoa humana no sentido, de desmoralizá-la perante seus semelhantes assim como temos visto na época que estamos vivendo a desvalorização do ser humano, provocando conflitos prejudiciais, a fim de comprometer a sua própria existência. No entanto, podemos perceber atualmente uma preocupação com essa situação, de maneira que está sendo reconhecido que através da educação poderemos ter uma perspectiva promissora. Para isso, como diz Junior (2005)

A formação de professores que tem como base fundamental os processos reflexivos, exige uma articulação entre a prática buscando promover rupturas com as ações mecânicas efetivadas nas atuações docentes. A reflexão crítica não implica num simples processo de pensar sobre as práticas, mas considera a amplitude do contexto da realidade social sobre as formas de atuar, de pensar do professor e da própria produção do conhecimento enquanto saberes socialmente construídos num determinado contexto histórico-social.

Além disso, é necessário suprir a carência de uma formação adequada num sentido mais amplo em relação a que os professores deveriam ‘saber’ e ‘saber fazer’ para desempenhar sua tarefa e abordar os problemas que esta os propõe. Assim, é importante afirmarmos que para isso é preciso “[...] proporcionar aos professores a oportunidade de um trabalho coletivo de reflexão, debate e aprofundamento” (CARVALHO e GIL-PÉREZ, 2003, p. 15). Dessa maneira, suas produções podem aproximar-se aos resultados da comunidade científica, tendo em vista a importância de orientar o trabalho de formação dos professores como uma pesquisa dirigida, contribuindo para a transformação de suas concepções iniciais, pois segundo Freire (2007, p. 29) relata que

Não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino. Esses que-fazer-se encontram um no corpo do outro. Enquanto ensino continuo buscando, reprocurando. Ensino porque busco, porque indaguei, porque indago e me indago. Pesquiso para constatar, constatando, intervenho, intervindo educo e me educo. Pesquiso para conhecer o que ainda não conheço e comunicar ou anunciar a novidade.

Nesse processo de comunicar e anunciar a novidade se requer a convivência de um trabalho coletivo. Assim, é preciso que o professor em formação perceba suas próprias emoções sem perder o respeito por si mesmo. Isso requer liberdade reflexiva e confiança em suas capacidades. Esta confiança é possível como um ato harmônico no viver, reconhecendo, que todos os seres humanos são igualmente inteligentes e capazes de aprender. Para isso, deve-se criar um espaço sem competição, privilegiando a ação/reflexão que possibilitem o *fazer e o conviver*, a partir de uma educação fundada na biologia do amor, “[...] no encanto do ver, do ouvir, do cheirar, do tocar e do refletir, descobrindo o que há no seu entorno [...]” (MORAES, 2003, p. 125).

Dessa forma, a complexidade da atividade docente deixa de ser vista como um obstáculo à eficácia e um fator de desânimo, para tornar-se um convite a romper com a inércia de um ensino monótono e sem perspectivas, e, assim, aproveitar a enorme criatividade potencial da atividade docente. Trata-se, enfim, de orientar tal tarefa docente como um trabalho coletivo de inovação, pesquisa e formação permanente. (CARVALHO e GIL-PÉREZ, 2003, p. 18).

A partir do trabalho coletivo a ação e a reflexão deveriam vir juntas, modulando-se recursivamente no viver. A reflexão alteraria o curso do fazer e colocaria a atenção do “fazedor” no âmbito da ética para ser consciente de sua responsabilidade em seu fazer. A pedagogia, nesta maneira de pensar, implica criação de espaços flexíveis, onde a reflexão permite o diálogo, a qualidade da aprendizagem, do conhecimento produzido e a criação de ambientes cooperativos e

solidários, despertando a curiosidade, a sensibilidade e a percepção, levando cada um a analisar o trabalho que desenvolve, tendo uma visão de conjunto da evolução de todo o processo.

Carvalho e Gil-Pérez (2003) destacam que o impedimento para uma atividade docente inovadora e criativa se dá pela falta de domínio nos conhecimentos científicos e o “pensamento docente de senso comum”. Dizem que hoje, compreende-se que os professores têm idéias, atitudes e comportamentos sobre o ensino, devido à formação que tiveram quando foram alunos.

Sobre a influência desta formação o autor diz que é incidental porque:

[...] responde a experiências reiteradas e se adquire de forma não-reflexiva como algo natural, óbvio, o chamado “senso comum”, escapando assim à crítica e transformando-se em um verdadeiro obstáculo. Prova disso é a ausência, na prática, de referências a este aspecto, inclusive entre os grupos de professores mais produtivos. No entanto, basta que a questão se coloque explicitamente para que se produza uma quase imediata tomada de consciência da importância que este aspecto tem em nossa docência e se multipliquem os exemplos de idéias de “senso comum” que podem bloquear nossa capacidade de renovação do ensino, exemplos estes que, uma vez mais, ligam-se com problemas-chave do ensino/aprendizagem das Ciências já amplamente constatados na literatura especializada. (CARVALHO e GIL-PÉREZ, 2003, p. 27).

A *teoria autopoietica* de Maturana e Varela (2001) pode contribuir para desbloquear a capacidade de renovação do ensino, tendo em vista que, segundo essa teoria, temos que mudar com as mudanças do mundo para continuar existindo. Assim, todo sistema vivo necessita de muita flexibilidade estrutural para dar conta das perturbações, desafios, problemas e se reorganizar sempre que necessário. Nesta teoria, não existe um meio separado, ou seja, a formação que os professores tiveram quando eram alunos, mesmo que tenha sido de forma não-reflexiva, constitui-se como base para o conhecimento científico. Isso porque, os processos de conhecer e aprender são processos autopoieticos que se auto-reproduzem, envolvendo a totalidade do ser humano. Além disso, é preciso que o professor conheça o papel das emoções e dos sentimentos no modo como as competências humanas evoluem, destacando suas influências na qualidade da ação e da reflexão, de maneira que o ensino não seja desenvolvido na perspectiva tradicional.

A rejeição pelo “ensino tradicional” dizem Carvalho e Gil-Pérez (2003) costuma expressar-se com contundência pelos professores em formação. Porém, há evidências que hoje nas aulas de Ciências se faz praticamente o mesmo que há 60 anos, devido essa formação não ser submetida a

uma crítica, constituindo-se em algo “natural”. Assim, Carvalho e Gil-Pérez (2003, p. 38) dizem que “compreende-se então a conveniência de propor uma formação dos professores como *uma mudança didática* que obrigue a tomar consciência da formação docente adquirida habitualmente e a submetê-la a uma reflexão crítica”.

Os autores afirmam que esta mudança não é apenas questão de tomada de consciência, mas atenção a tornar natural o que na atividade docente parece óbvio. Eles falam de um procedimento eficaz para mostrar a importância da formação docente ambiental que é a análise crítica pelos professores de materiais didáticos extraídos de livro-texto, mostrando como a rejeição do “ensino tradicional” não aponta as carências e defeitos mais graves que, pelo contrário, são aceitos acriticamente. Essa proposta exige que não só se mostre as insuficiências da formação ambiental, mas oferecer alternativas viáveis.

Sobre a formação ambiental compreendemos que é aquela vivenciada na época de formação como estudante, pois é nesse momento que se observa a maneira que os professores ministram as aulas. Nesse processo de observação o estudante já vai internalizando os procedimentos que farão parte da sua vida profissional, ou seja, uma maneira de se comportar quando estiverem na qualidade de professores e se depararem com situações nas quais poderão repetir as ações daqueles profissionais que lhe serviram de modelo. Isso é reforçado nas palavras de Ghedin (2005, p. 1) quando afirma que:

[...] a diferença entre a forma como o professor ensina e a maneira como ele aprendeu. Vale reforçar: são completamente diferentes. No entanto, em geral o educador vai ensinar da mesma maneira como ele aprendeu na Universidade. Se ele aprendeu lendo e interpretando texto provavelmente vai adotar esse mesmo método com as suas turmas. Ele centra a prática no conceito ensino, e esquece a aprendizagem. É preciso olhar com carinho para os dois pólos. Claro que há interdependência entre as duas dinâmicas, são correlatas, simultâneas, complementares, mas possuem também dinâmicas, públicos e objetivos específicos e diferenciados.

Nesse sentido, conforme Varela e Flores (2003 apud MORAES, 2003) é preciso pensar no futuro, olhar o momento histórico atual para compreender a potencialidade desta época e realizar uma educação transformadora, na qual os professores ajudem o estudante a aprender a aprender, a conhecer como se aprende e a viver/conviver na mudança, nas incertezas e no inesperado. Para isso, é necessário que reflitam sobre suas práticas, a fim de contribuir para amenizar as desigualdades sociais, pois como dizem Maturana e Varela (2001): estamos estruturalmente

acoplados às circunstâncias e ao mundo em que vivemos e nossa sobrevivência física, mental, psíquica e emocional depende deste acoplamento e de processos co-determinados onde o que acontece com o sujeito influencia o que ocorre na estrutura do objeto e vice-versa. Dessa forma Nogueira (2004, p. 47) diz que

Ao refletir criticamente sobre a sua prática de hoje, o educador repensa e melhora a de amanhã. Os momentos de formação que dão espaço para que os professores reflitam criticamente sobre sua atuação docente poderão, assim, transformar o processo de ensino/aprendizagem. Poderão também contribuir para que o discurso que considera o educando um sujeito construtor do seu próprio conhecimento, que defende uma educação democrática, justa, muitas vezes defendida pelos professores, seja realmente posto em prática.

Carvalho e Gil-Pérez (2003) dizem que a formação dos professores de Ciências realiza-se hoje muito diferente no espaço ibero-americano. Os autores observaram que na Argentina, tal formação se realiza, majoritariamente, em instituições não-universitárias. Em outros países, os professores formam-se em instituições universitárias específicas, como a Universidade Pedagógica Nacional, na Colômbia, ou até as Escolas Universitárias de Formação do Professorado, na Espanha.

Nesse contexto, quando todos os representantes dos países no mundo inteiro estiverem com os olhos no destino da humanidade, desenvolver-se-á uma consciência planetária e uma pedagogia voltada para a formação integral do professor. Para isso é preciso revisar conceitos sobre o universo, o ser humano, o progresso e a evolução voltados para a sustentabilidade. Assim, a consolidação de um quadro epistêmico implica na maneira como pensamos, sentimos e atuamos em relação aos nossos hábitos, valores, atitudes e estilos de vida (MORAES, 2003).

A situação mais comum, contudo, tanto na área ibero-americana como na França, Estados Unidos, etc., consiste em uma preparação científica nas faculdades de conteúdos específicos, com alguns complementos de formação profissional docente. A formação permanente, por seu lado, costuma reduzir-se a uma oferta de cursos para a adaptação a mudanças curriculares ou para a reciclagem em algum aspecto específico. Podemos agora nos perguntar em que medida se pode propiciar assim satisfação às necessidades formativas do professor (CARVALHO e GIL-PÉREZ, 2003, p. 67)

O perigo da formação atual dos professores de Ciências origina-se, segundo Carvalho e Gil-Pérez (2003) na tendência a contemplar a formação como uma *soma* de uma formação científica básica e uma formação psico-sócio-pedagógica geral. Esta é a orientação dominante nos países que, como os Estados Unidos, têm uma certa tradição em planejamentos específicos de formação de

professores. Eles falam de um trabalho que questiona esta orientação, constatando o fracasso das universidades norte-americanas em proporcionar uma formação adequada aos professores de Ciências. Descreve a formação atual dos professores de Física como soma de cursos sobre conteúdos científicos, que são os mesmos cursos-padrão dos demais estudantes, ministrados pelos departamentos de Ciências correspondentes, e de cursos sobre Educação, que constituem, nas universidades americanas, a parte fundamental da preparação dos professores.

É certo que o pensamento docente espontâneo – fruto da impregnação ambiental que se produz ao longo dos muitos anos em que os alunos vêem a atuação de seus professores – perderia seus aspectos negativos se as situações docentes mudassem, isto é, se os cursos recebidos tivessem características como as propostas por McDermott. Mas isso não pode ser entendido como uma necessidade exclusiva dos futuros docentes: trata-se de condições que afetam a aprendizagem de qualquer tipo de estudante, como demonstraram os mais de 20 anos de pesquisa sobre as “escolas efetivas” (Rivas, 1986). Alguns dos obstáculos que hoje se dão na formação dos professores, desaparecerão quando as vivências escolares dos futuros professores forem mais positivas. (CARVALHO e GIL-PÉREZ, 2003, p. 71).

Sobre os futuros professores Giroux (1990) diz que os programas de formação nos Estados Unidos há muito têm sido dominados por uma orientação e ênfase behaviorista na mestria de áreas disciplinares e métodos de ensino. Segundo Zeichner (1993): Subjacente a esta orientação na formação dos professores encontra-se uma metáfora de "produção", uma visão do ensino como "ciência aplicada" e uma visão do professor como um "executor" das leis e princípios de ensino. Os futuros professores podem ou não avançar no currículo em seu próprio ritmo e podem participar de atividades de aprendizagem variadas ou padronizadas, mas aquilo que eles têm que dominar tem escopo limitado e está determinado com antecipação por outros, com base, muitas vezes, em pesquisas na efetividade do professor. Assim, o “docente do futuro tem que integrar seus saberes do ensino em um contexto pedagógico que se entende como ação social universal” (MARKERT, [s.d.], p. 3). O futuro professor é visto como um receptor passivo deste conhecimento profissional e participa pouco da determinação do conteúdo e direção de seu programa de preparação. Em se tratando do professor do futuro, Ghedin (2005, p. 1-2) propõe cinco princípios básicos para a sua formação:

- 1) **Princípio ético:** Estar imbuído em um conjunto de valores e práticas;

- 2) **Princípio político:** Oferecer possibilidades para encontros e leitura crítica do mundo, mostrar que as ações surgem de intencionalidades de sentidos para os conceitos formulados pelos alunos;
- 3) **Princípio epistemológico:** Dominar os conceitos da área de saber que atua, garantindo uma sólida formação teórica e possibilitando a construção de sentidos para os conceitos formulados pelos alunos;
- 4) **Princípio técnico:** Dominar métodos e procedimentos de ensino e de aprendizagem, a fim de perceber como deve proceder para que o aluno aprenda;
- 5) **Princípio estético:** Garantir uma atenção especial para a manifestação do caráter de emoção e afetividade da educação.

Assim, podemos afirmar que o olhar autopoietico é coerente com o novo pensamento científico e supera a visão cartesiana do funcionamento dos sistemas vivos. Reconhece que mente e matéria são dimensões do fenômeno da vida; a cognição é o processo vital; sistema nervoso, imunológico e endócrino interage entre si. Os autores compreendem que o aprender é diferente de captar um objeto externo, pois o que se passa a um indivíduo depende de sua estrutura cognitiva, de sua ação e atuação sobre o meio. O fenômeno da educação e da aprendizagem é também um fenômeno de transformação estrutural que ocorre a partir da convivência social (MORAES, 2003).

Dessa forma, acreditamos que o professor, para atender as exigências que se apresentam no mundo de hoje, precisa conhecer ainda na sua formação inicial, a prática desencadeada pelo modelo de professor reflexivo e seus processos formativos para que, a partir desse conhecimento, adquira os fundamentos suficientes para desempenhar suas funções com sucesso.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O contexto em que estamos vivendo hoje é um momento de reflexão e ação. Dizemos isto, porque diariamente ouvimos, através dos meios de comunicação, ambientes de aprendizagem formais e não-formais, feiras livres e outros locais, várias idéias que explicita ou implicitamente

nos remetem a pensar no nosso presente, como humanidade. E a partir desse pensamento, projetarmos o que deixaremos de herança para a humanidade futura.

Nesse processo de reflexão podemos nos perguntar: O que estou fazendo para contribuir para uma boa qualidade de vida na cidade onde moro, no estado, no país, no planeta, enfim no universo em que vivo? Isso nos remete ao princípio, ao momento da formação da nossa personalidade, entendendo que não existe só o eu. Isso porque, vamos saindo do domínio do egocentrismo para perceber o outro e assim, vamos formando aquilo que é mais precioso no ser humano. A identidade.

Diante do exposto, acreditamos que nosso estudo percorreu no sentido de poder vislumbrar um mundo melhor, no qual o outro seja respeitado eticamente como um ser legítimo, para isso nos valem das idéias de Maturana para dialogar com outros autores sobre o que precisamos fazer para que isso aconteça. E o que ficou evidenciado é que precisamos conhecer e vivenciar a biologia do amor. Para isso, os espaços de formação de professores necessitam buscar essa idéia, de maneira que não seja um modelo a seguir, mas um componente que vai se juntar ao conhecimento de outros teóricos para sustentar uma formação de qualidade.

Dentre muitas coisas que tratamos, chamamos a atenção que nesse estudo, Maturana nos proporcionou uma forma diferente de ver o mundo em relação ao que estamos acostumados a ver, considerando a fenomenologia biológica tratada por ele em relação as nossas experiências.

Assim, essas experiências não devem tomar outro rumo que não seja a conceituação da linguagem e da cognição, como atividades que observamos no espaço de interações em que vivemos, tendo em vista que delas dependem a construção do conhecimento.

Sendo assim, consideramos que a formação de professores para o Ensino de Ciências pode se utilizar das idéias trabalhadas pelo autor, não negando em hipótese alguma outras idéias, mas somando informações que a partir do exercício do pensamento complexo possa alcançar uma formação que atenda as necessidades que ora se instalam nesse tempo presente.

REFERÊNCIAS

ALARCÃO, Izabel. **Professores reflexivos em uma escola reflexiva**. Porto Alegre: Artmed, 2007.

ANDRADE, L. A. B. e SILVA, E. P. da (2005). O conhecer e o conhecimento: comentários sobre o viver e o tempo. Ciências & Cognição; Ano 02, Vol 04, mar/2005. (Disponível em: <http://www.cienciasecognicao.org>).

CARVALHO, Anna M. Pessoa de, GIL-PÉREZ, Daniel. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. São Paulo: Cortez, 2003.

DELORS, J. et al. (Coord.). Educação: um tesouro a descobrir: relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o Século XXI. Tradução José Carlos Eufrázio. São Paulo: Brasília, DF; Cortez; UNESCO, 1998.

DONZELE, Patrícia Fortes L. Uma noção acerca da escola reflexiva. Disponível em: http://www.direitonet.com.br/textos/x/55/77/557/DN_uma_noção_acerca_da_escola_reflexiva.doc > Acesso em: 19 de agosto de 2007.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa**. 35ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 2007.

GHEDIN, Evandro. **Filosofando e filosofar**. São Paulo: Uniletras, 2003.

_____. **O professor do futuro**. edição no 79 o6/o5/2005. Sindicato dos Professores de São Paulo SINPRO SP.

GIROUX, H. **Professores como intelectuais: rumo a uma pedagogia crítica da aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 1990.

JUNIOR, Francisco Vitorino de Andrade. **A (re)significação conceitual nas práticas colaborativas com professores do Ensino Fundamental**. Natal RN. 2005. Dissertação.

LEITE, Yoshie Ussami Ferrari, DI GIORGI, Cristiano Amaral Garboggini Di. **Saberes docentes de um novo tipo na formação profissional do professor: alguns apontamentos**. Revista do Centro de Educação. Edição: 2004 – vol – n.º 02 > Editorial > Índice > Resumo > **Artigo**. Disponível em: <http://coralx.ufsm.br/revce/revce/2004/02/010.htm> > Acessado em 30 de setembro de 2007.

MARKERT, Werner. **Formação de professores e reflexividade dialética à luz da teoria crítica** gt: Formação de Professores / n. 08. [s.d.].

MATURANA, Humberto R e NISIS, Sima. **Formação humana e capacitação**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2000.

_____. **Cognição, ciência e vida cotidiana**. Belo Horizonte: UFMG, 2001a.

_____. **A ontologia da realidade**. Belo Horizonte: UFMG, 2001b.

_____. **Emoções e Linguagem na Educação e na Política.** 4ª ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005.

MATURANA, Humberto R. e VARELA, Francisco J. **A árvore do conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana.** São Paulo: Palas Atena, 2001.

MORAES, Maria C. **Educar na biologia do amor e da solidariedade.** Petrópolis: Vozes, 2003.

NOGUEIRA, Renata de Menezes. **Reflexões sobre a política de formação docente e Guarulhos:** com a palavra os professores de EJA. PUC. SP. São Paulo. 2004. Dissertação.

TOSCHI, M. S. **Formação de professores reflexivos e TV Escola:** equívocos e potencialidades em um programa governamental de educação a distância. 1999. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, SP, 1999.

PICONEZ, Stela Conceição Bertholo et al. **Estudos sobre Formação de Professores na interface com as Tecnologias da Informação e Comunicação:** desafios e demandas pós LDB 9394/96. São Paulo, 2006. Texto Coletivo.

TEPEDINO, Simone Abichara Santos. **A autoformação do professor para uso de tecnologias digitais na educação.** Belo Horizonte, 2004. Dissertação.

SCHÖN, D. A. **Formar professores como profissionais reflexivos.** In: NÓVOA, A. (Org.). Os professores e sua formação. Lisboa: Dom Quixote, 1995.

SCHÖN, D. **Educando o profissional reflexivo:** um novo design para o ensino e a aprendizagem. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

VASCONCELLOS, Celso dos S. **Projeto Político-Pedagógico:** fundamentos e desafios da prática – algumas aproximações. In: GHEDIN, Evandro, GONZAGA, Amarildo Menezes, BORGES, Heloisa da. (Org.). **Currículo e práticas pedagógicas.** Rio de Janeiro: MEMVAVMEM, 2006. p. 19-20.

ZEICHNER, Kenneth M. **A formação reflexiva de professores:** Idéias e práticas. Lisboa: Educa, 1993.