

# Reflexão sobre o conhecimento e transdisciplinaridade no ensino médio

Marcos Vinicius Bortolus (DEMEC-UFMG)

borta@demec.ufmg.br

Cristina Magro (PosLin – UFMG)

cristina.magro@uol.com.br

Victor Paredes-Castro (PosLin – UFMG)

balaioverde@yahoo.com.br

Relatamos aqui uma experiência de reflexões de cunho transdisciplinar, no ensino médio, motivada por indagações sobre a construção do conhecimento científico. Os objetivos do projeto são refletir sobre a construção do conhecimento; incentivar a consciência e o manejo da relação constitutiva entre observação e teorização; favorecer a reflexão sobre o conhecimento e a relação entre observação e teorização; fomentar o desenvolvimento da reflexão crítica sobre as inter-relações entre linguagem, cognição e cultura, incluindo o conhecimento científico. O referencial teórico é a *Biologia do Conhecer*, de H. Maturana, que favorece uma reflexão transdisciplinar do conhecimento. Nossa experiência está demonstrando que um referencial teórico desta natureza contribui eficazmente para se atingir os objetivos propostos e permite, aos estudantes, uma compreensão da entrelaçada dinâmica de fenômenos habitualmente vistos em separado devido a nossa tradição disciplinar.

**Palavras-chave:** Ensino Médio, Conhecimento Científico, Transdisciplinaridade, Biologia do Conhecer, Pensamento Sistêmico.

## 1. O contexto

Este é o relato de uma experiência em curso na UFMG, na qual reflexões epistemológicas em uma perspectiva transdisciplinar, inspiradas pelo modelo de Humberto Maturana, são desenvolvidas com estudantes do ensino médio. O grupo é orientado por um professor de engenharia mecânica, um antropólogo, doutorando em estudos lingüísticos, e uma lingüista, membros da Rede de Estudos da Cognição, Linguagem e Cultura. A Rede é um grupo de pesquisa do CNPq, que congrega pesquisadores de diferentes áreas com preocupações comuns e disposição para refletir transdisciplinarmente sobre a inter-relação entre esses fenômenos e outros a eles correlatos.

Esta experiência é parte do *programa de iniciação científica júnior* denominado PROVOC – Programa de Vocação Científica. Coordenado pela Pró-Reitoria de Pesquisa da UFMG, foi criado para proporcionar aos estudantes do Ensino Médio e Profissional o convívio com o procedimento científico em suas técnicas, organização, concepções e métodos. Ao mesmo tempo, visa a favorecer a aprendizagem por meio da investigação, e a despertar esses jovens estudantes para as diferentes atividades científicas; a estimular o desenvolvimento do pensamento científico, do senso crítico e da criatividade, criando condições de confronto direto com problemas de pesquisa e reflexão sobre situações da vida; por último, visa também a favorecer a escolha profissional, promovendo a integração da pesquisa científica e tecnológica com atividades pedagógicas. O programa está aberto a orientadores com vínculo com a UFMG, a estudantes do Colégio Técnico da mesma universidade e de algumas escolas da rede estadual.

A nosso ver, o que há de mais interessante aqui é que este programa abre a possibilidade dos estudantes escolherem, em algum momento do processo, áreas e temas específicos de interesse pessoal sobre os quais irão elaborar e desenvolver um projeto de pesquisa. A formulação de problemas é um momento crucial de qualquer pesquisa. A maneira de se formular um problema e o leque de respostas que contarão como válidas definem os caminhos possíveis de investigação, tanto de um ponto de vista teórico quanto metodológico. Temos assim a oportunidade de estimular precocemente o

desenvolvimento da habilidade de propor perguntas e da confiança na legitimidade das mesmas, sem que os estudantes sejam compelidos a responder perguntas que não formularam, e muitas vezes não sabem direito quais são.

Essa possibilidade nos permitiu, então, elaborar um projeto que enfatizasse a formulação dos problemas para investigação, a consciência da escolha e a utilização de um quadro conceitual adequado à investigação proposta, e a seleção contextualizada de modos de investigar o que se pergunta. A compreensão da imbricada relação entre o quadro conceitual, o fenômeno investigado e os resultados obtidos, nos parece suficientemente relevante, do ponto de vista pedagógico e da preparação profissional, para investirmos num projeto com essas características.

O quadro conceitual que propusemos adotar é a Biologia do Conhecer. A Biologia do Conhecer é uma explicação do que é o viver e, ao mesmo tempo, uma explicação da fenomenologia observada no constante vir-a-ser dos seres vivos no domínio de sua existência. Enquanto reflexão sobre o conhecer, sobre o conhecimento, é uma epistemologia. Enquanto reflexão sobre nossa experiência com outros na linguagem é uma reflexão sobre relações humanas, e sobre a linguagem e a cognição em particular.

Uma questão importante aqui é compreender o que é cognição para Maturana, e de que maneira seu entendimento desse fenômeno destrancendentaliza epistemologias convencionais. Ele diz que sempre que queremos saber se alguém sabe algo nós lhe fazemos uma pergunta, a qual vai exigir que a pessoa faça alguma coisa. Se a resposta for satisfatória para quem fez a pergunta, poderemos dizer que aquela pessoa a quem foi feita a pergunta sabe o que lhe foi inquirido. O problema, então, é identificar o *comportamento adequado*, que Maturana toma como expressão do conhecimento. Se o problema é o próprio conhecimento, a cognição, e se sabemos que há cognição quando observamos o comportamento adequado, o que precisamos compreender é como surge o comportamento adequado e como o observamos. Esse entendimento depende, na Biologia do Conhecer, da compreensão da dinâmica dos seres vivos.

Ao propor uma visão do conhecimento e da linguagem como sendo dependentes da estrutura e do modo de organização característica dos seres vivos, a que denomina organização autopoietica, Maturana também levantou a pergunta pelo próprio conhecimento científico e formulou uma explicação do que seja a explicação científica. Afirmou que, quando reconhecemos como legítima a pergunta pelo observador, entendemos que qualquer explicação depende das comunidades daqueles que especificam o fenômeno a ser explicado, formulam a pergunta e ouvem a explicação a aceitem enquanto tal. A explicação científica, então, é um mecanismo gerador de fenômenos num domínio distinto daquele em que eles se dão e são experienciados, que deve ter suas etapas seguidas, obtendo concordância da comunidade a cada uma delas. A predição, nesse mecanismo, é apenas uma dessas etapas e não constitui a própria explicação científica como um todo. É esse processo que Maturana observa para gerar cada fenômeno ao qual deseja se dirigir, pondo em funcionamento o mecanismo explicativo que tem a autopoiese como a hipótese da organização particular dos seres vivos. É assim que, com enorme consistência e sistemática recursividade na aplicação do mecanismo, propõe explicações científicas para a cognição, a linguagem, os fenômenos sociais, os fenômenos psíquicos, a autoconsciência, respondendo às críticas precoces de que sua equação “viver é conhecer e conhecer é viver” não serviria para explicar processos mentais ditos superiores (ver MAGRO, 1999; PAREDES-CASTRO, 2003). Esse tipo de abordagem do conhecimento, entendemos então, é propícia para desenvolvermos, com os estudantes, as habilidades necessárias para seu futuro exercício profissional. Ela problematiza as práticas correntes que constituem os modos aceitos de se exercer com competência uma atividade, indicando o fundamento consensual das mesmas.

Outros motivos para a escolha desse marco teórico foram: seu rigor científico e lógico, ainda que segundo um modelo não canônico; seu potencial heurístico, favorecedor da reflexão sobre a experiência cotidiana – ou “situações de vida”, como indicado na orientação do PROVOC –, uma habilidade que consideramos importante para os estudantes já nesse estágio de desenvolvimento, dependendo de como é levada a cabo; o pensamento sistêmico, uma marca da teoria, que auxilia na

compreensão não reducionista dos fenômenos de interesse. A proposta sistêmica tem diversas vantagens em relação aos outros modos de configurar objetos de estudo e suas abordagens: ela reage contra a redução de uma entidade, como o corpo humano, por exemplo, às propriedades dos seus elementos, como órgãos e células; entende que as características gerais de um sistema são geradas pelas relações entre suas partes e não são encontradas em nenhum dos componentes em particular; abre a possibilidade de se lidar com a dinâmica de sistemas no meio em que interagem, pois desta interação emergem novas propriedades, numa dinâmica constante. Essa compreensão leva a perspectiva sistêmica a escapar do ahistoricismo e do reducionismo típico de outras propostas. Por último, o fato de ser uma epistemologia transdisciplinar, o que possibilita a redescrição integrada e processual de fenômenos anteriormente conhecidos pelos estudantes de maneira reducionista e fragmentada nas abordagens disciplinares tradicionais. Todas essas qualidades, nós consideramos especialmente significativas se levarmos em conta o objetivo de auxiliar os estudantes a fazerem sua escolha profissional de maneira consciente e fundamentada.

## 2. O projeto

Após o primeiro autor deste trabalho ter tido duas experiências de orientação nesse programa com um projeto de engenharia aeronáutica, formulamos à coordenação do PROVOC uma proposta que possibilitasse aos estudantes refletir criticamente sobre o conhecimento científico, relacionando-o a aspectos cognitivos, lingüísticos e culturais. O interesse pela construção do conhecimento científico apareceu no discurso dos estudantes de maneira recorrente, em seminário organizado pelo PROVOC, o que motivou nossa proposta. Em vista deste interesse manifesto, os objetivos formulados em nosso plano foram: refletir sobre a construção do conhecimento humano, incluindo as condições de observação; incentivar a consciência e o manejo da relação mutuamente constitutiva entre observação e teorização na pesquisa científica; fomentar o desenvolvimento da capacidade crítica e reflexiva sobre as inter-relações entre linguagem, cognição e cultura, incluindo o conhecimento científico.

Nosso projeto está sendo desenvolvido em encontros semanais com dois alunos do Colégio Técnico, que estão cursando simultaneamente o ensino médio e um curso técnico, a saber, química e eletrônica.

A cada encontro, um capítulo da *Árvore do Conhecimento*, de Humberto Maturana e Francisco Varela, era discutido como o principal embasamento para as reflexões. Este é um livro básico de divulgação do pensamento desses autores, no qual o problema da cognição em geral e do conhecimento científico em particular é posto em contexto amplo do aparecimento dos seres vivos na terra, sua evolução e desenvolvimento. Outros textos foram sendo selecionados dependendo dos interesses e questionamentos surgidos, e, mais tardiamente, dos projetos individuais propostos pelos estudantes. Esses textos foram retirados principalmente das coletâneas *A Ontologia da Realidade e Cognição*, *Ciência e Vida Cotidiana*. Além disto, em vista de seus temas de pesquisa, foram indicados para leitura os livros *De Máquinas e Seres Vivos* –, em que Maturana e Varela tratam a questão de como distinguir um sistema vivo de uma máquina, buscando formular o que caracteriza esses sistemas como um todo autônomo, dinâmico e vivo –, e *Emoções e Linguagem na Educação e na Política* – em que Maturana discute o papel das emoções especificando domínios de ação particulares e, conseqüentemente, as interpretações que podemos atribuir aos eventos dos quais participamos. Ainda, filmes que pudessem desencadear discussões significativas e complementares às leituras foram debatidos.

Já nos primeiros encontros, surgiu a idéia de se gravar entrevistas com a comunidade do Colégio Técnico a respeito das características do conhecimento e da prática científica, e das relações da comunidade leiga com a ciência. Este procedimento durou pouco: os resultados não eram satisfatórios, e as leituras feitas favoreciam a reflexão de outra maneira. As gravações foram então interrompidas e a etapa da formulação de perguntas e busca do modo adequado de investigá-las se reiniciou. Uma das atividades propostas durante o projeto foi a construção de artefatos para experimentos sensoriais que permitiram refletir sobre a geração do conhecimento nos moldes propostos por Humberto Maturana.

Dentre os objetos construídos estão um Cubo de Necker, feito com hastes de metal e vazado, e um aparato para observação das sombras coloridas.<sup>1</sup>

Atualmente, ênfase está sendo dada à elaboração dos projetos individuais, em especial à definição clara do tema e dos modos de investigação. Esses projetos, que visam a cultivar a reflexão sincronizada com a prática, tinham originalmente como temas as relações entre seres humanos e máquinas e a relação da população em geral com a ciência. Para desenvolvê-los, os estudantes foram encorajados a ter trânsito livre por diferentes disciplinas – o que é favorecido pelo referencial teórico adotado – e a reformular, quantas vezes fossem necessárias, as perguntas centrais da pesquisa e seu encaminhamento.

### 3. Reflexões

Decorrido um ano do início do projeto, que terá extensão de 6 meses para a conclusão dos trabalhos individuais, e avaliando a escolha da linha teórica e do modo de conduzir as discussões, vemos que o andamento do processo ultrapassou nossas justificativas e expectativas iniciais.

Os principais resultados gerais observados até o momento foram a familiarização dos alunos com as atividades científicas, a consciência do fundamento consensual da teoria e prática científicas, o desenvolvimento da habilidade no manejo consistente de conceitos e explicações originadas em disciplinas diversas, e a reflexão crítica de situações cotidianas, acadêmicas ou não. Em particular, é preciso mencionar:

1. *a reestruturação de conhecimentos dos alunos*. Observamos o que poderíamos considerar uma resignificação de conhecimentos anteriores. Os alunos contribuíram para as discussões com exemplos trazidos da sala de aula, mas que estavam inseridos num referencial teórico muito distinto do que estávamos adotando. Para eles, entender o aparecimento da vida na Terra, a reprodução dos seres vivos, sua evolução e desenvolvimento, por exemplo, nos termos propostos pela Biologia do Conhecer – na qual é enfatizada sua dinâmica sistêmica e histórica, geradora da fenomenologia que experienciamos –, foi crucial. Permitiu-lhes aferir a relação entre modelo teórico e fenômeno descrito, refletindo sobre a construção do conhecimento humano e as condições de observação; possibilitou sua compreensão da artificialidade das fronteiras disciplinares da tradição ocidental; e favoreceu um processo de reflexão sobre sua experiência cotidiana e relações interpessoais.
2. *a importância das experiências sensoriais* feitas com os artefatos experimentais construídos pelos alunos. Realizamos diversas experiências, seguindo o que está proposto, por exemplo, na *Árvore do Conhecimento*. Essas, se compreendidas como na Biologia do Conhecer, têm impacto sobre a consciência e o manejo da relação mutuamente constitutiva entre observação e teorização na pesquisa científica; sobre a reflexão sobre o conhecimento; sobre o entendimento do processo individual e ao mesmo tempo consensual de observação, e sobre o entendimento de processos pedagógicos. Novamente aqui, a reflexão sobre a experiência cotidiana e relações interpessoais foi favorecida.
3. *a transferência da reflexão teórica para a própria situação de ensino-aprendizagem* vivida em sala de aula, e para a apreciação e avaliação das atividades desenvolvidas no projeto. Em conformidade com abordagens surgidas na psicologia do desenvolvimento, na filosofia da educação e na lingüística aplicada, a reflexão crítica sobre a experiência de aprendizagem é um dos maiores trunfos para a potencialização do processo e para o desenvolvimento integrado do estudante.

---

<sup>1</sup> Este experimento está descrito na *Árvore do Conhecimento*, bem como na coletânea *Cognição, Ciência e Vida Cotidiana*, organizada por Magro e Paredes, publicada pela Editora UFMG.

4. *o entendimento do papel das emoções na especificação dos domínios de ação* nos quais nos movemos. Para Maturana, as emoções são disposições corporais dinâmicas que especificam modos de estar em relação no meio. Dependendo da emoção, podemos realizar certas ações e não outras, podemos interpretar eventos de uma maneira ou outra. Esse aspecto da Biologia do Conhecer acabou por levar uma das estudantes a redirecionar sua pesquisa.
5. *a avaliação, pelos alunos, da postura dos orientadores* como estando em sintonia com a teoria utilizada, especialmente quanto à abertura para diferentes modos de ver e experimentar, e a disposição para ouvir e discutir. Além disso, os estudantes notaram o engajamento em reflexões sobre a própria experiência sem necessidade de personalizar as discussões ou recair em “terapia individual ou de grupo”, ou de forçar exposição pessoal indesejada. Seu depoimento é que experiências semelhantes foram tentadas em sua escola, mas não surtiram o efeito desejado.

Refletindo sobre o que está exposto em *Formação Humana e Capacitação*, podemos dizer que ambos os aspectos do processo de ensino-aprendizagem foram contemplados nessa experiência. De um lado, a formação humana, entendida como o desenvolvimento dos jovens como pessoas capazes de serem co-criadoras, com outros, de um espaço humano de convivência desejável. De outro, a capacitação, que tem a ver com o desenvolvimento de habilidades e capacidades de ação num domínio especificado, no caso, a reflexão sobre o conhecimento em geral e o científico em particular. Essas habilidades e capacidades são vistas como recursos operacionais de uma pessoa para realizar aquilo a que se propõe. No modo de ver sistêmico da Biologia do Conhecer, nossas identidades são relacionais e operacionais, e não intrínsecas ou prévias aos nossos encontros no meio.

Um interessante aspecto desse modo de ver e da experiência que estamos tendo com este projeto é que a avaliação dos participantes recai sobre o fazer e não sobre o ser de cada um. Entendemos que isto está ocorrendo no encontro com os estudantes, e está configurando um lugar em que eles se sentem confortáveis para experimentar, arriscar, errar e acertar.

Pensando em nossas próprias histórias com a Biologia do Conhecer, surpreendeu-nos a agilidade com a qual os estudantes se engajaram nas discussões propostas. Ao longo de anos de experiência com esse referencial teórico, ouvimos de profissionais de diferentes áreas relatos de seus encontros com a Biologia do Conhecer. A maioria desses relatos refere-se à sua complexidade e à dificuldade de compreendê-lo e utilizá-lo. Embora ele costume soar relevante e pertinente, sua adoção é dificultada pelo treinamento em modelos teóricos tradicionais e pela configuração disciplinar fragmentada a que nossa visão de fenômenos está submetida. A esse respeito, chama atenção a avaliação de um dos estudantes: apesar das frases longas e do vocabulário muitas vezes idiossincrático, a aplicação desse modo de ver na reflexão sobre situações cotidianas leva a conclusões “tão claras e óbvias, que é desconcertante que ninguém tenha pensado desse jeito antes”. Para ambos os estudantes, o modelo tem sido validado experiencial e cotidianamente.

Nossa experiência neste projeto está demonstrando que o referencial teórico adotado contribui eficazmente para se atingir os objetivos propostos e permite, aos estudantes, uma compreensão da entrelaçada dinâmica de fenômenos habitualmente vistos em separado devido a nossa tradição disciplinar. É preciso enfatizar que esse quadro favorece a reflexão crítica sobre a experiência cotidiana, acadêmica ou não, de modo que o processo de ensino-aprendizagem passa a ser, ele mesmo, objeto de indagação. Se de fato estamos possibilitando isto aos nossos jovens estudantes, e se esse aprendizado for duradouro, terá valido à pena.

## Referências Bibliográficas

- MAGRO, Cristina. *Linguajando o Linguajar: da biologia à linguagem*. Tese de doutorado. Instituto de Estudos da Linguagem, UNICAMP, 1999.
- MATURANA, H. *A ontologia da realidade*. MAGRO, C., GRACIANO, M., VAZ, N. (orgs.). Belo Horizonte: UFMG, 1997.
- MATURANA, H. *Emoções e linguagem na educação e na política*. Belo Horizonte: UFMG, 1998.
- MATURANA, H. *Cognição, ciência e vida cotidiana*. MAGRO, C., PAREDES, V. (orgs.). Belo Horizonte: UFMG, 2001.
- MATURANA, H. e Sima Nisis RESEPKA. *Formação Humana e Capacitação*. Petrópolis: Vozes, 2003.
- MATURANA, H. e F. VARELA. *De Máquinas e Seres Vivos - autopoiese: a organização do vivo*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997 [1972].
- MATURANA, H. e F. VARELA. *A Árvore do Conhecimento. As bases biológicas do conhecimento humano*. São Paulo: Palas Athena, 2002 [1984].
- PAREDES-CASTRO, Victor. *Para Nadar sem Carregar Repolhos - construindo um entendimento biologicamente orientado para as relações entre linguagem, cognição e cultura*. Dissertação de Mestrado em Lingüística. Belo Horizonte: Faculdade de Letras/UFMG, 2003.