

Aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa no processo de ensino-aprendizagem de Química

PER CHRISTIAN BRAATHEN

Diretor Acadêmico da União de Ensino Superior de Viçosa, Professor aposentado do Departamento de Química - Universidade Federal de Viçosa
pcbraathen@yahoo.com.br

Resumo

Este trabalho aborda o fenômeno ensino-aprendizagem, considerando os três eixos desse processo: a trilogia Aprendizagem – Ensino – Avaliação. Trata de aprendizagem na visão construtivista, de modo geral, e na teoria de aprendizagem significativa de Ausubel; Novak; Hanesian (1978), de modo particular, enfatizando que aprendizagem é realizada pelo aprendiz e que, se professores compreenderem como diferentes estudantes aprendem, podem ajudá-los a aprender melhor. Discute também o processo de aprendizagem como um processo de mudanças conceituais através da adaptação do modelo desenvolvido por Posner et al (1982). Os resultados desta pesquisa apresentam a fundamental importância do conhecimento prévio do aprendiz, relevante e relacionado com o novo material a ser aprendido, como uma das condições para que a aprendizagem significativa possa acontecer. Destacam também como a assistência extraclasse, na forma de tutoria, pode vir a atenuar com sucesso a falta de conhecimento prévio do aluno por meio da clarificação de conceitos.

Palavras-chaves: aprendizagem significativa; ensino; construtivismo; tutoria

Rote Learning and Meaningful learning in the teaching-learning of chemistry

Abstract

This paper approaches the phenomena of teaching and learning by considering the three axes of this process, the trilogy Learning – Teaching – Evaluation. It approaches learning from a constructivist view, giving particular attention to Ausubel's; Novak's; Hanesian's meaningful learning theory. It emphasizes that learning is done by the learner, and when teachers understand how differently students learn, they may help them to learn better. The paper also deals with the learning model as a process of conceptual change, through considering the adapted version of the model developed by Posner et al. In the results, the paper points out that for meaningful learning to occur, it is necessary to associate the new material with the learner's relevant prior knowledge. Also, it focuses on how extra class assistance, in the form of tutorial sessions, may attenuate the lack of prior knowledge through clarification of concepts.

Keywords: meaningful learning; teaching; constructivism; tutorials

Para todos os professores, da educação básica ao nível superior, é condição *sine qua non* para o competente exercício de sua profissão, o domínio técnico da disciplina que ensina. Sabe-se também que, embora esta condição seja absolutamente essencial e necessária, não é, de modo nenhum suficiente esse domínio para ser um bom profissional.

Professores que são reconhecidos em suas respectivas áreas de atuação, podem não ter um desempenho satisfatório em sala de aula, mesmo, em alguns casos, após décadas trabalhando no ensino. A vida é uma escola, mas existem muitas pessoas que são reprovadas ano após ano. E há pessoas, em qualquer profissão, que não aprendem com seus erros e são resistentes a modificações em seus comportamentos, alegam, às vezes, que têm 30 anos de experiência (e não admitem conselhos ou treinamentos), quando, na verdade, têm um ano de experiência, repetido 30 vezes.

Por outro lado, com frequência, sabe-se de professores que, mesmo com pouca experiência, rapidamente se tornam excelentes. O que diferencia os professores bons dos professores apenas razoáveis, ou mesmo medíocres?

Esta não é uma pergunta fácil de ser respondida. Houve bons professores que influenciaram milhares de alunos por toda a vida. E, provavelmente, eram bem diferentes entre si, o que os torna um pouco difíceis de caracterizar. Todavia, algumas qualidades comuns a esses professores são:

- a paixão pela profissão e pela disciplina que lecionam. O educador americano Robert L.Fried (1995) concluiu, como resultado de anos de observação de professores em salas de aula, que a paixão é o fator que mais se sobressai nos bons professores – mais do que a didática ou a metodologia de ensino.
- gostar de e se preocupar com seus alunos. Os bons professores ficam tristes com os fracassos dos mesmos, embora reconheçam que algum fracasso é inevitável.
- não abrir mão de um ensino de qualidade.
- procurar melhorar no exercício de sua profissão, lendo sobre assuntos relativos à profissão de professor, assistindo a palestras e fazendo continuamente cursos de reciclagem.
- ensinar com entusiasmo, dinamismo motivando o ativo envolvimento dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem (LEMOW, 2010).

1. O processo de ensino-aprendizagem

O processo de ensino-aprendizagem é, como está implícito no próprio nome, um processo e envolve três aspectos fundamentais, que são: ensino, aprendizagem e avaliação.

Embora possa parecer evidente, é necessário destacar que o professor precisa conhecer bem cada um desses aspectos. Observe, na figura 1, que a numeração está invertida nos três aspectos – a aprendizagem está em primeiro lugar.

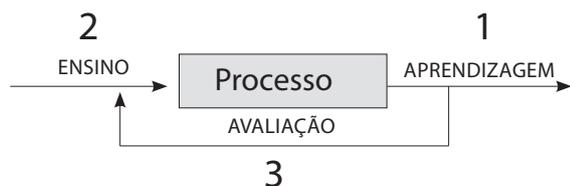


Figura 1- Esquema dos elementos do processo de ensino-aprendizagem.

O motivo disso é que, o ensino e a aprendizagem são dois fenômenos distintos mas relacionados. Para que o professor possa ensinar bem, é necessário que ele saiba bastante sobre o fenômeno de aprender e, ainda, como os diferentes estudantes aprendem e quais são as condições necessárias para que uma aprendizagem significativa e que valha a pena possa acontecer.

Por essa razão, este trabalho pretende refletir sobre a aprendizagem. Como toda pesquisa, este trabalho precisa ser avaliado para examinar se objetivos foram alcançados. Deste modo, os objetivos para as reflexões propostas aqui serão conduzidas pela seguinte questão: o que é necessário no processo de ensino-aprendizagem para que os alunos aprendam mais e com qualidade o conteúdo da Química?

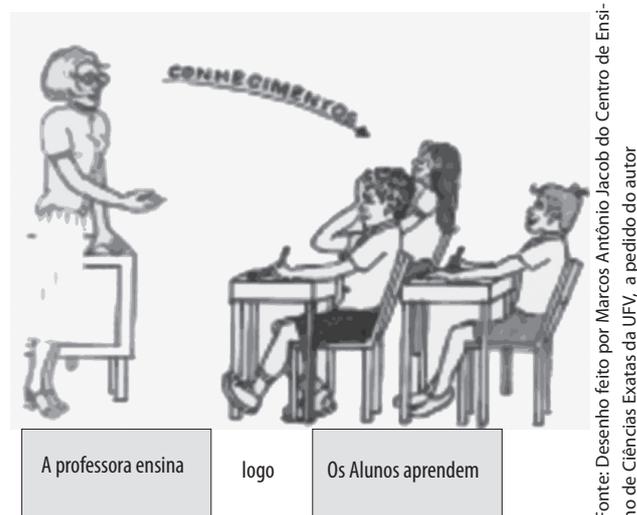
A educadora americana, Marva Collins (1992) compara o processo de ensino-aprendizagem com os passageiros de um avião. Para essa autora, se o processo não está funcionando é como culpar os passageiros pela queda do avião. Essa analogia é, sem dúvida, descabida, pois os passageiros de um avião nada têm a ver com o sucesso do voo, enquanto que os estudantes têm tudo a ver com o sucesso na aprendizagem. O fracasso de 70% (apenas um exemplo) dos alunos, em uma avaliação de uma das etapas de aprendizagem, significa que o processo falhou e que alguma decisão deverá ser tomada para diagnosticar as causas e aprimorar o processo.

2. Aprendizagem

Na visão construtivista de aprendizagem, adotada neste trabalho, cada um constrói e reconstrói o conhecimento ao longo da vida, peça por peça, conceito por conceito. O processo é idiossincrático para cada pessoa, ou seja, depende de uma série de fatores, tais como sua origem socioeconômica e cultural, sua experiência de vida e seu conhecimento cognitivo anterior.

É fundamental entender que o conhecimento não é um achado como o ouro ou o petróleo, mas sim

construído como edifícios e computadores. E, ainda, que a construção desse conhecimento (aprendizagem) é realizado pelo indivíduo (aprendiz, estudante) e não causada diretamente pelo ensino do professor num processo de causa (o professor ensina) e efeito (o aluno aprende), como falsamente ilustrado pela figura 2:



Fonte: Desenho feito por Marcos Antônio Jacob do Centro de Ensino de Ciências Exatas da UFV, a pedido do autor

Figura 2 – Processo Ensino Aprendizagem como um fenômeno de causa e efeito.

Na realidade, o processo de ensino-aprendizagem é exatamente o oposto, enquanto os

professores têm trabalhado duramente para conseguirem o que é ao mesmo tempo impraticável e cansativo e, portanto, oneroso. Temos esperado deles que causem aprendizagem em estudantes quando, obviamente, aprendizagem tem que ser causada pelo estudante (NOVAK E GOWIN, 1984, p. Vii)¹.

Embora os autores acima, poderiam passar uma ideia de que professores não são necessários ao processo, eles, na verdade, são os guias que mostram o caminho, os motivadores, os incentivadores e os exemplos para os seus alunos. O educador norte-americano Perry, na apresentação da obra *Understanding Students Learning*, de Entwistle e Ramsden (1982), destaca:

os presentes autores assumem corajosamente que o único propósito do ensino é o de facilitar aprendizagem. Assumem que aprendizagem, bem organizada ou não, é feita pelo estudante. Manifestam abertamente a sua esperança de que, uma vez que entendamos mais a respeito de como diferentes estudantes aprendem, possamos ajudá-los a aprender melhor (préfacio)².

3. Aprendizagem Mecânica e Aprendizagem Significativa

Ausubel, Novak e Hanesian (1978) pesquisam sobre como as pessoas aprendem. Em uma visão cognitivista de aprendizagem, os autores mostram a existência de duas maneiras, psicologicamente distintas, de se aprender, que são: Aprendizagem Mecânica (no Brasil também conhecida como “decoreba”) e Aprendizagem Significativa.

A Aprendizagem Mecânica ocorre com a incorporação de um conhecimento novo de forma arbitrária, ou seja, o aluno precisa aprender sem entender do que se trata ou compreender o significado do porquê. Essa aprendizagem também acontece de maneira literal, o aluno aprende exatamente como foi falado ou escrito, sem margem para uma interpretação própria. A aprendizagem acontece como produto da ausência de conhecimento prévio relacionado e relevante ao novo conhecimento a ser aprendido. Um exemplo disso seria um estudante aprender que a geometria da molécula de amônia é trigonal ou piramidal sem saber o que é trigonal e/ou piramidal.

Na Significativa, a aprendizagem ocorre com a incorporação de conhecimento novo na estrutura cognitiva do estudante, e pode ser associado a um conhecimento prévio, relacionado e relevante, já existente nessa estrutura cognitiva. Usando o mesmo exemplo acima, o estudante já incorporou o conceito de piramidal e trigonal para depois aprender o porquê de a molécula de amônia ter essa geometria, baseado na teoria de repulsão dos pares eletrônicos na camada de valência do átomo central.

Antes de prosseguirmos, é importante agora reconhecer que as aprendizagens, Mecânica e Significativa, constituem uma dicotomia e que, de fato, todo nosso conhecimento se situa em algum lugar entre os dois extremos: mecânico–e significativo.

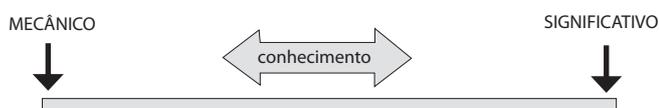


Figura 3 – Intervalo Aprendizagem Mecânica – Aprendizagem Significativa

Todo o conjunto de aprendizagens (ou saberes) é uma mistura de composição variável (para usar uma analogia da área de Química) entre conhecimentos mecânicos (que fazem pouco sentido) e significativos (que fazem todo sentido). É perfeitamente possível ocorrer aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa em um mesmo episódio de aprendizagem, em uma mesma sessão de estudos ou em uma mesma aula, etc.

Por exemplo, quando são estudadas operações com números relativos, é provável aprender, de modo significativo, que um número positivo multiplicado por outro positivo resulta em um outro número positivo e que um número positivo multiplicado por um número negativo resulta em um número negativo. Talvez a aprendizagem seja simplesmente aceitar, resignadamente, que a multiplicação de dois números negativos resulta em um número positivo. A posição de um dado conhecimento no intervalo mecânico-significativo depende das habilidades, competências e especialização individuais em uma determinada área de conhecimento. Uma consequência disso é que não apenas construímos o conhecimento ao longo da vida, mas esse passa por múltiplas reconstruções causadas pelo desenvolvimento cognitivo e intelectual, passando por mudanças tanto quantitativas quanto qualitativas.

Frequentemente, de modo bastante mecânico, em um certo estágio educacional vivido, algo já conhecido torna-se muito mais significativo à medida que o conhecimento se expande em uma determinada especialidade. Esse processo é ilustrado pela figura 4.

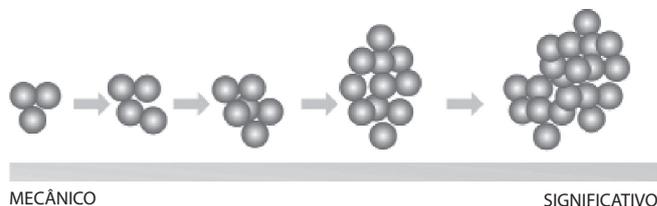


Figura 4 – Evolução da qualidade do conhecimento ao longo do intervalo Mecânico Significativo.

Isso não acontece apenas com os estudantes, os professores também são eternos aprendizes. Este fato é bem exemplificado por uma história contada por Jerome Bruner, em seu livro *The process of education* (1977), referindo-se a uma conversa entre dois professores durante o intervalo do café, parte da qual reproduzimos a seguir:

Ontem um aluno entrou na minha sala e me disse:
 – Não entendi nada do que o senhor ensinou na última aula.
 Então, expliquei de novo para o aluno.
 – Desculpa professor, mas ainda não entendi.
 Então, expliquei de novo para o aluno.
 – Professor, me desculpa, não sei o que está acontecendo comigo, mas ainda não entendi.
 Então, expliquei de novo para o aluno.
 E, caro colega, então aconteceu algo verdadeiramente extraordinário:
 eu entendi !!!!!!! (BRUNER, 1977, p. 43).

É preciso reconhecer que os professores ensinam conteúdos que eles mesmos não sabem tão bem assim. Recentemente, ao participar de uma conferência sobre o ensino de Química via internet, um dos participantes fez o seguinte comentário: “quando um professor ensina uma disciplina pela primeira vez, ninguém entende. Quando ensina a disciplina pela segunda vez, os alunos entendem. Quando ensina a disciplina pela terceira vez, ele entende”.

A respeito dos dois tipos de aprendizagem – a mecânica e a significativa – a primeira ocorre quando algo é aprendido e não relacionado ao que já é conhecido pelo aprendiz em seu cotidiano. A segunda, por sua vez, é o que ocorre quando um novo conhecimento se incorpora, por assim dizer, com o conhecimento já existente na estrutura cognitiva, com o qual se relaciona e seja relevante em relação ao que já é conhecido.

O conhecimento mecânico consiste na incorporação de conceitos isolados. O significativo, por sua vez, é o conhecimento em rede com muitos conceitos (unidades de conhecimento) interligados. Quanto maior a rede, mais significativo é o conhecimento. A figura 5 ilustra o processo de aprender mecanicamente e o processo de aprender significativamente.



Figura 5 – Ilustração do processo de aprendizagem Mecânica e de Aprendizagem significativa

Se agrupados, representam conhecimento significativo; se isolados, representam conhecimento mecânico ou “decoreba”. Na aprendizagem mecânica, o novo conceito fica isolado na estrutura cognitiva, pois não tem conhecimento prévio ao qual possa incorporar. Na aprendizagem significativa, o novo conceito se agrega ao conhecimento já existente, ampliando-o e modificando-o tanto em termos qualitativos quanto em quantitativos.

Ausubel, Novak e Hanesian (1978) sugerem duas condições para que seja possível aprender significativamente. São elas:

1. disposição de aprender de modo significativo, ou seja, recusa a memorização (decorar) de um novo conhecimento sem que haja o entendimento real do seu significado. Esta atitude é chamada de Postura de Aprendizagem Significativa (ibidem, p. 41).
2. estrutura cognitiva de um conhecimento prévio (anterior) relevante e relacionado ao novo conhecimento.

Para que seja satisfeita a primeira condição, é fundamental que o estudante seja motivado a aprender significativamente, ou seja, que o estudante considere o assunto importante e relevante para a sua vida e para a sua carreira. Uma das principais funções do professor é a de ser um motivador, de ensinar o convencimento. Um professor de Química, por exemplo, ao ensinar como variam os raios atômicos na tabela periódica, precisa explicar (e convencer) aos seus estudantes a importância do assunto para as suas vidas.

É importante compreender que não existem dois tipos de pessoas: as que adotam uma postura de aprendizagem significativa e as que não adotam. Adotar ou não, depende do contexto e da motivação. Além disso, os professores precisam tomar cuidado para não culparem-se pela não adoção de uma postura de aprendizagem significativa. Isto acontece, principalmente, por duas razões:

- quando o aluno não é convencido da importância do que é ensinado;
- quando exige dos alunos que retornem o conhecimento ensinado literalmente como foi ensinado, não admitindo nenhuma flexibilidade na resposta.

Um exemplo da Aprendizagem Significativa

ocorreu quando um aluno perguntou, em uma prova de química inorgânica, qual era a geometria da molécula de amônia. A resposta correta dessa pergunta é trigonal piramidal. Veja a representação da molécula na Figura 6.

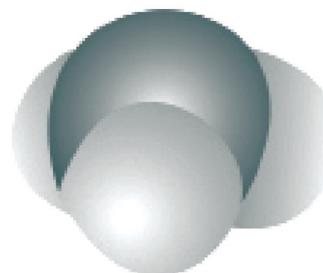


Figura 6 – Modelo molecular da molécula de amônia

O aluno respondeu: “não me lembro do nome da geometria, mas sei que a molécula parece uma barraca de acampamento”. O professor considerou a resposta como correta porque estava claro que o estudante sabia a geometria da molécula. O estudante visualizava esta molécula – sabia como era, apenas não lembrava seu nome.

la – sabia como era, apenas não lembrava seu nome.

Para que seja satisfeita a segunda condição e ocorra a aprendizagem significativa, é necessário que o estudante tenha em sua estrutura cognitiva um conhecimento prévio básico relacionado ao novo conhecimento. Se não houver, não há como aprender significativamente. Este fator é o grande responsável pelo alto índice de reprovações em disciplinas básicas no Ensino Superior, das quais, a de Cálculo é a principal vilã. No Ensino Médio, a falta de conhecimento prévio em Matemática dificulta a aprendizagem de disciplinas que dependam dessa disciplina, tais como Física e Química.

Além do aspecto acadêmico propriamente dito, esta situação de deficiência do conhecimento tem profundas consequências psicológicas, pois repetidas reprovações causam danos muitas vezes irreparáveis na autoestima do estudante, que poderá abandonar a escola.

Os professores são surpreendidos frequentemente com as notas baixas de seus estudantes, muitos dos quais não têm bons resultados apesar de presenciarem aulas bem preparadas, fruto do esforço do professor. Às vezes, enganam-se por pensar que todos os alunos estão ouvindo a mesma coisa que é dita por eles na sala de aula. Na verdade, o que ouvem (e o que entendem) dependerá fundamentalmente do conhecimento prévio já existente em suas estruturas cognitivas.

Para muitos estudantes, é como se os professores estivessem utilizando uma língua estrangeira na comunicação da sua disciplina. Por exemplo, ensinar a resolver problemas de Química envolvendo reagente limitante se o estudante não aprendeu como achar massas molares ou balancear equações ou ainda não compreendeu o conceito de mol.

Por esta razão, a frase de Ausubel, Novak e Hanesian (1978), muito citada em dissertações de mestrado e doutorado envolvendo a sua teoria, é: se eu pudesse reduzir toda a psicologia educacional a uma só frase, eu diria isto: O

fator mais importante envolvendo a aprendizagem é o que o estudante já sabe". E concluem: "verifique isto e ensine de acordo" (ibidem, p. iv)³.

O fator que influencia decididamente na aprendizagem do estudante é o que ele já sabe, ou seja, o seu conhecimento prévio relevante e relacionado com o novo material a ser aprendido. O conhecimento prévio determina não apenas o que o aluno aprenderá em uma determinada situação de aprendizagem, mas como irá aprender (se do modo mecânico ou significativo) e determina ainda a quantidade e a qualidade do novo conhecimento. Portanto, este novo conhecimento se situará no intervalo entre o menos significativo e o mais significativo.

Ausubel, Novak e Hanesian (1978), ao conclamar os professores a considerarem o conhecimento prévio do estudante, sugerem que ensinem de acordo com esse conhecimento. É uma tarefa difícil, pois os professores lidam com turmas bastante heterogêneas e com grande variação no conhecimento prévio dos estudantes. No Ensino Fundamental e Médio, uma sugestão para levantar esse conhecimento pode ser por meio de um mecanismo conhecido como sondagem.

No Ensino Técnico e Superior, a tarefa é mais complicada, pois programas extensos precisam ser cumpridos e, nesse caso, a melhor saída para resolver o problema do conhecimento prévio inadequado constitui-se na assistência extraclasse por meio de programas de tutoria, monitoria e grupos de estudo para os estudantes que não satisfaçam a segunda condição – a pré-existência de conhecimento.

Realizei uma pesquisa de doutorado (BRAATHEN, 1987) dentro de um programa de tutoria em Química Geral e verifiquei que tal programa é extremamente eficiente em atenuar o problema de conhecimento prévio insuficiente. Colaborei também na criação de um outro programa de tutoria, na Universidade Federal de Viçosa, para atender a todas as disciplinas básicas do Curso de Química, com bons resultados.

Em um programa de tutoria com poucos alunos e um tutor, dentro de ambiente dinâmico e participativo, a aprendizagem torna-se mais significativa através da discussão interativa e de consequentes esclarecimentos sobre conceitos, bem como sobre as relações entre eles. De



(Fonte: foto do autor).

Figura 7- Sessão de Tutoria no Programa de Tutoria da Universidade Federal de Viçosa

certo modo, é como resgatar os perdidos ou os antes não existentes, que serão então restabelecidos ou criados.

A eficácia de um programa de tutoria pode ser bem explicada pelo modelo de aprendizagem como um processo de mudanças conceituais, tal como o proposto por Posner et al (1982) e Hewson (1981), que foi adotado para o programa de tutoria. A foto a seguir ilustra uma típica sessão de tutoria.

4. Modelo de aprendizagem como um processo de mudanças conceituais

Segundo o modelo de aprendizagem como um processo de mudanças conceituais, todo conhecimento está imbuído de um certo status, representado por: Inteligibilidade (I), Plausibilidade (P) e Utilidade (U).

Um conhecimento, um conceito ou agrupamento de conceitos são apenas inteligíveis quando se entende o que foi compartilhado. Por exemplo, os raios atômicos (dos átomos) aumentam de cima para baixo numa família ou grupo de elementos na Tabela Periódica e decrescem da esquerda para a direita num período, sem que se saiba (ou mesmo se importe) por que variam assim. A figura 8 ilustra essas variações para os elementos representativos da tabela periódica, excluídos os elementos de transição.

O conceito expresso na figura 8 será plausível quando a pessoa realmente compreenda porque os raios atômicos dos átomos variam dessa maneira e saiba explicar ao professor esse conceito. Em um programa de tutoria, o que frequentemente acontece é que um conhecimento

H							He
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Br	In	Sn	Sb	Tb	I	Xe
Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn

Fonte: foto do autor

Figura 8 – Sessão de Tutoria no Programa de Tutoria da UFV

que era apenas Inteligível se torna também Plausível, ou seja, ocorre uma mudança conceitual do tipo:

I → P

Suponhamos, por exemplo, que o estudante saiba que os raios dos átomos crescem de cima para baixo em um determinado grupo, mas não compreenda, ou seja, não é plausível para ele porque os raios variam dessa maneira. Saber a variação dos raios é apenas inteligível (I). Entretanto, não

saberia explicar por que, caso lhe fosse perguntado (numa prova, por exemplo). Para que seja plausível (P), é necessário compreender que, à medida que o átomo desce no grupo ou na família, uma camada de elétrons é acrescentada a ele.

Às vezes, a mudança de I para P é fácil, como mostrado no exemplo anterior. Outras vezes, é bem difícil. Por exemplo, tornar plausível que os raios dos átomos decrescem da esquerda para a direita num período (fileira horizontal) pode vir a ser algo bem complicado, pois nessa direção tudo nos átomos aumenta – o número de prótons, o número de elétrons e, normalmente, o número de nêutrons. Trata-se de algo contraintuitivo e a mudança de I para P não ocorrerá sem considerável aumento do conhecimento sobre a estrutura atômica. E poderá apenas ocorrer, em alguns casos, anos mais tarde.

Um conhecimento atingirá o mais alto status no modelo de aprendizagem como um processo de mudanças conceituais, quando o estudante se dê conta para quê serve o aprendizado: é importante saber isso? Isso implica uma mudança conceitual mais completa:

$$I \longrightarrow P \longrightarrow U$$

Falha-se, com frequência, em explicar e/ou convencer aos estudantes sobre a relevância e o porquê do que é ensinado. No caso da Química, por que é importante saber raios atômicos e suas variações na tabela periódica? Para quê serve este conhecimento?

A fig. 9 ilustra o processo de como um conhecimento passa de *menos* significativo para *mais* significativo no processo de mudança conceitual, sendo o mais comum a mudança **I** \longrightarrow **P**.

A mudança do status de Inteligibilidade para o de Plausibilidade é frequentemente dramática, com muita alegria exteriorizada por parte do estudante quando, num dado momento, compreende de fato algo que até então era incompreensível (não plausível). É quando a ficha cai, por assim dizer.

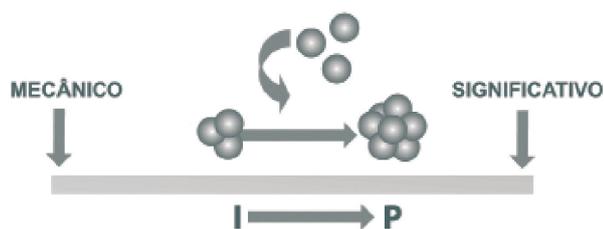
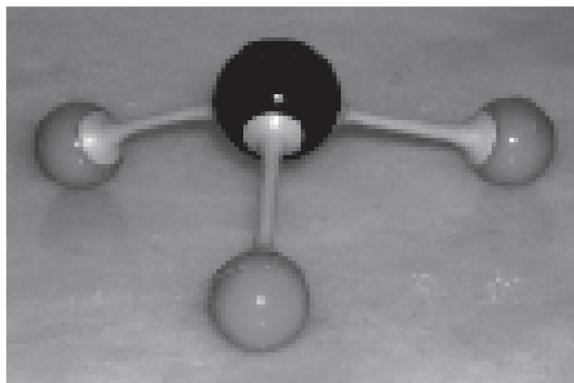


Figura 9 – Aprendizagem como um Processo de Mudanças Conceituais.

Pode esse tipo de mudança conceitual, quando um conhecimento muda de menos significativo para *mais* significativo, acontecer durante aulas comuns? É bem menos provável que aconteça na sala de aula, pois o professor não pode dar muita atenção individual aos estudantes, ao contrário do que acontece numa sessão de tutoria.

Durante minha pesquisa de doutorado, houve dois exemplos de mudança conceitual. Uma estudante, na sessão de tutoria, disse: “Hoje o professor falou de uma tal de geometria trigonal piramidal e que, por isso, a molécula da



Fonte: foto do autor

Figura 10 – Modelo molecular da molécula de amônia.

amônia é polar. Não entendi nada. O que é trigonal?”. Para responder à pergunta do aluno, o professor provocou a mudança conceitual simplesmente mostrando um modelo da molécula.

Logo a seguir, aconteceu outra mudança conceitual quando foi explicado à estudante por que a molécula de amônia é polar. Ela pegou o modelo da molécula, apertou o átomo central (preto) contra a superfície e disse: “Agora a molécula é trigonal planar”. E o professor completou triunfalmente: “Sim e, nesse caso, seria apolar!”

Para complementar as evidências sobre as mudanças conceituais que ocorrem durante as sessões tutoriais, foi desenvolvida uma técnica por um pesquisador australiano, Scott (Pask&Scott, 1972), denominada “retroensino”. Essa técnica consiste em solicitar a estudantes do programa de tutoria uma aula sobre um determinado assunto. Eles ministram a aula ao professor pesquisador que faz o papel de aluno.

Uma aula é ministrada antes das sessões tutoriais sobre o tópico (pré) e outra depois (pós). A seguir, é solicitado que seis professores universitários do Departamento de Química analisem as aulas transcritas e as classifiquem, respondendo aos quesitos, por meio de uma escala de Likert⁴, com resultados do tipo: +2 = concordo fortemente; +1 = concordo; 0 = sem opinião; -1 = discordo; -2 = discordo fortemente. Os professores respondem também a duas perguntas: o estudante sabe o assunto (sem preocupar se o aluno apresenta uma aprendizagem significativa do assunto) e o estudante sabe o assunto significativamente.

A fig. 11 mostra graficamente o resultado de um dos estudantes (o nome é fictício) do programa de tutoria sobre um tópico de Química. Aqui, é importante salientar que os professores juízes (J1 a J6) não sabiam que se tratava do mesmo estudante antes e depois de sessões de tutoria. Para eles, os estudantes eram distintos, já que cada arquivo de retroensino era identificado apenas por um código.

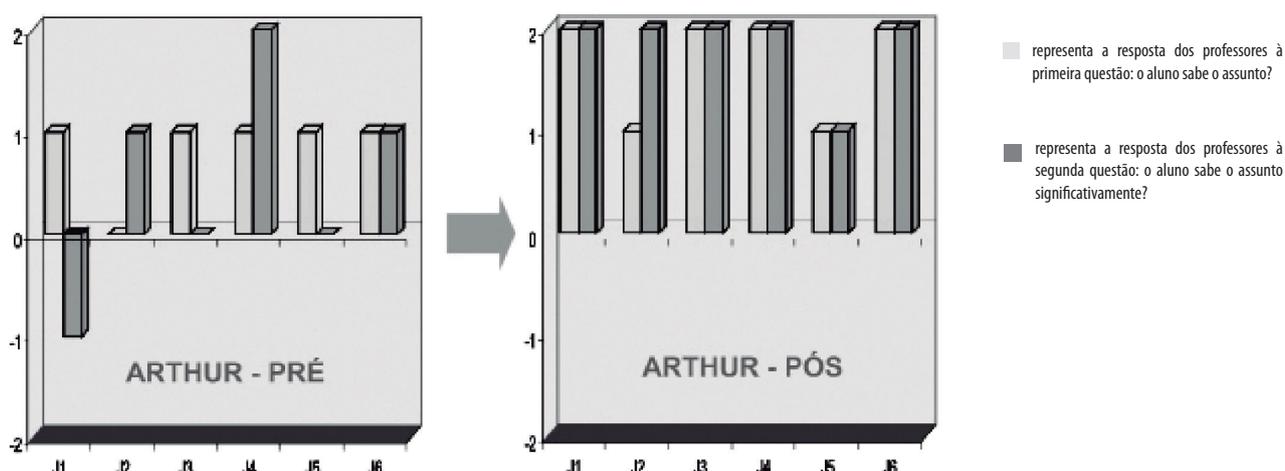


Figura 11 – Pré e Pós "Retro Ensino" do estudante Arthur (nome fictício)

Considerações finais

Em programas de tutoria, fica muito claro que o processo de aprendizagem é um processo ativo, cujo agente principal é o aprendiz. O tutor é o interventor, o guia e o que provoca discussão entre os estudantes. O processo é muito interativo e dinâmico, com a aprendizagem acontecendo em tempo real. Assim, programas de tutoria são programas emergenciais para atender a estudantes com conhecimento prévio inadequado, o que dificulta o acompanhamento e a apreensão de sentido do que é exposto em aulas comuns.

Contudo, mesmo em aulas expositivas tradicionais, muitas mudanças de conceito que envolvem a aprendizagem significativa podem acontecer caso o professor lance mão de metodologias mais dinâmicas. Assim, mesmo em aulas com muitos alunos, problemas de falta de conhecimento prévio podem, muitas vezes, serem resolvidos ou atenuados ao se criar um ambiente interativo e dinâmico, com efetivo envolvimento dos alunos no processo, bem como com trabalhos em duplas e em pequenos grupos, entre outras metodologias. Dessa maneira, a necessidade de assistência extraclasse pode vir a diminuir bastante.

Referências

- AUSUBEL, D.P; NOVAK, J.D & HANESIAN, H. *Educational psychology: a cognitive view*. 2ed. Holt, Rinehart & Winston (1978)
- BRAATHEN, P.C. *A case study of prior knowledge, learning approach and conceptual change in an introductory chemistry tutorial program*. Tese de Doutorado, University of Wisconsin, 1987.
- BRUNER, J. *The process of education*. Cambridge: Harvard University Press, 1960.
- COLLINS, M. *Ordinary children, extraordinary teachers*. Newbury Port: Hampton Roads Publishing, 1992.
- ENTWILSTLE, N. J.; RAMSDEN, R. *Understanding student learning*. Worchester: Billings & Sons, Ltd., 1982.

FRIED, R.L. *The passionate teacher*. Boston: Beacon Press, 1995.

HEWSON, P. W. A conceptual change approach to Learning Science. *European Journal of Science Education* 3(4), p 383-396, 1981.

LEMOW, D. *Teach like a champion*. John Willey & Sons, 2010.

NOVAK, J.D & GOWIN, D. B. *Learning how to learn*. Cambridge University Press, 1984.

PASK, G & SCOTT, B. Learning Strategies and individual competencies. *International Journal of Man-machine studies* 4 p 217-253, 1972.

POSNER, G. J.; STRIKE, K.A; HEWSON, P.W & GERTZOG, W.A. Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education* 66(2) p 211-222, 1982.

Notas

¹ Teachers have been working very hard to achieve what is both impractical and burdensome, and therefore costly: we have expected them to cause learning in student when, of course, learning must be caused by the learner.

² The present authors assume boldly that the sole purpose of teaching is to facilitate learning. They assume that learning, well organized or not, is done by the student. They state openly their hope that once we understand more about how different students learn, we can help them to learn better.

³ If I had to reduce all of educational psychology to Just one principle, I would say this: The most important single factor influencing learning is what the learner already knows. Ascertain this and teach him accordingly.

⁴ A escala liker é uma medida psicométrica difundida na literatura (uso comum e corriqueiro) que é difícil identificar a origem. Inúmeros artigos e livros fazem referência a esta metodologia.

Recebido em 20/09/2011
Aprovado em 15/03/2012