

APRENDIZAGEM MECÂNICA E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE QUÍMICA

Per Christian Braathen

União de Ensino Superior 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.

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.

Introdução

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 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 se caracterizar. Todavia, algumas qualidades comuns a professores que se destacam 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 e 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 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 que 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 melhor 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:

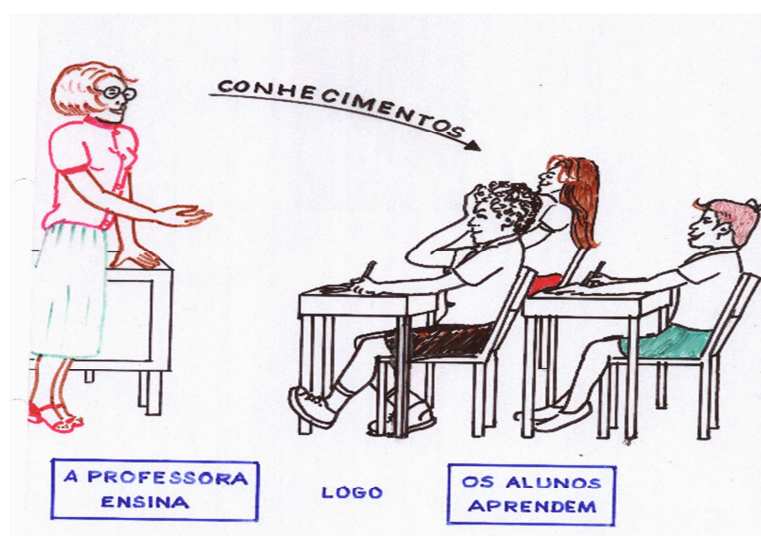


Figura 2 - Processo Ensino Aprendizagem como um fenômeno de causa e efeito. (Desenho feito por Marcos Antônio Jacob do Centro de Ensino de Ciências Exatas da Universidade Federal de Viçosa, a pedido do autor)

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

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.*

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 incentivos 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; 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, na verdade, todo nosso conhecimento se situa em algum lugar entre os dois extremos: mecânico–e significativo.



Figura 3 - Intervalo aprendizagem mecânica – aprendizagem significativa

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.*

Na verdade, todo o conjunto de 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). E mais, é perfeitamente possível ocorrer aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa num mesmo episódio de aprendizagem (numa mesma sessão de estudos, numa mesma aula, etc.).

Por exemplo, quando estuda-se 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 é 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 nosso conhecimento ao longo da vida, mas este passa por múltiplas reconstruções com o passar do tempo 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. Este processo é ilustrado pela figura mostrada a seguir.

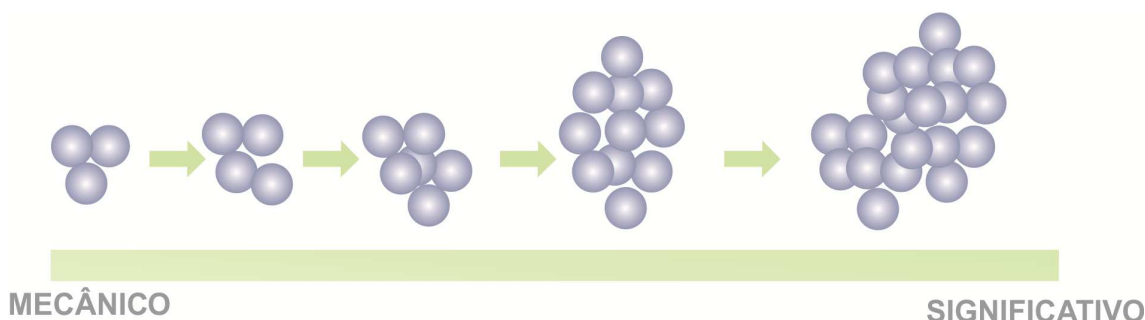


Figura 4 - Evolução da qualidade do conhecimento ao longo do intervalo Mecânico Significativo

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 relação alguma com o que já é conhecido pelo aprendiz que inclui o 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 e com o qual o novo conhecimento se relaciona e que seja relevante em relação ao que já é conhecido.

O conhecimento mecânico consiste na incorporação de conceitos isolados. O conhecimento significativo, por sua vez, é 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.

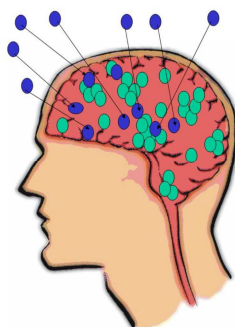


Figura 5 - Ilustração do processo de aprendizagem Mecânica e de Aprendizagem significativa

As bolinhas azuis representam conhecimentos (na forma de novos conceitos, ou novas unidades de conhecimento) que devem ser aprendidos (incorporados na estrutura cognitiva) e as bolinhas verdes conceitos já existentes na mesma estrutura cognitiva. 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 termos quantitativos.

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

- ▲ disposição de aprender de modo significativo, ou seja, recusa a memorização (decorar) de um novo conhecimento sem que entenda realmente o seu significado. Esta atitude é chamada de Postura de Aprendizagem Significativa (p. 41).
- ▲ 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-se 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 abaixo na Figura 6.

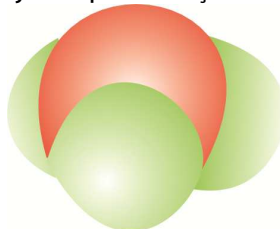


Figura 6 - Modelo molecular da molécula de amônia

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 se lembrava do nome.

Para que seja satisfeita a segunda condição para que 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 desta disciplina, tais como Física e Química, deixando frustrados tanto os alunos quanto os professores que as lecionam.

Além do aspecto acadêmico propriamente dito, esta situação tem profundas consequências psicológicas, pois repetidas reprovações causam danos muitas vezes irreparáveis na autoestima do estudante, que poderá abandonar a escola. Os professores se surpreendem 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 e balancear equações ou que ainda não compreendeu o conceito de mol.

Por esta razão, a frase de Ausubel; Novak; 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 conclui: “Verifique isto e ensine de acordo” (ibidem, p. iv)³.

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 hum accordingly.*

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, crucialmente, não apenas o que o aluno aprenderá em uma determinada situação de aprendizagem, mas como irá aprender (se de modo mecânico ou se de modo 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; Hanesian (1978), ao conclamar os professores a considerarem o conhecimento prévio do estudante, sugere 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 de cada estudante. No Ensino Fundamental e Médio, uma sugestão para levantar esse conhecimento pode ser feito através de um mecanismo, bastante usado, conhecido como sondagem.

No Ensino Técnico e Superior, a tarefa é mais complicada, pois programas extensos têm que ser cumpridos e, neste 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.

Foi realizada uma pesquisa de doutorado dentro de um programa de tutoria em Química Geral e verificou-se que tal programa é extremamente eficiente em atenuar o problema de conhecimento prévio insuficiente. Colaborou-se 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 conceitos. De certo modo, é como resgatar elos perdidos, ou elos 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.



Figura 7 - Sessão de Tutoria no Programa de Tutoria da Universidade Federal de Viçosa (foto do autor)

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, é apenas inteligível 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 7 a seguir ilustra essas variações para os elementos representativos da tabela periódica, excluídos os elementos de transição.

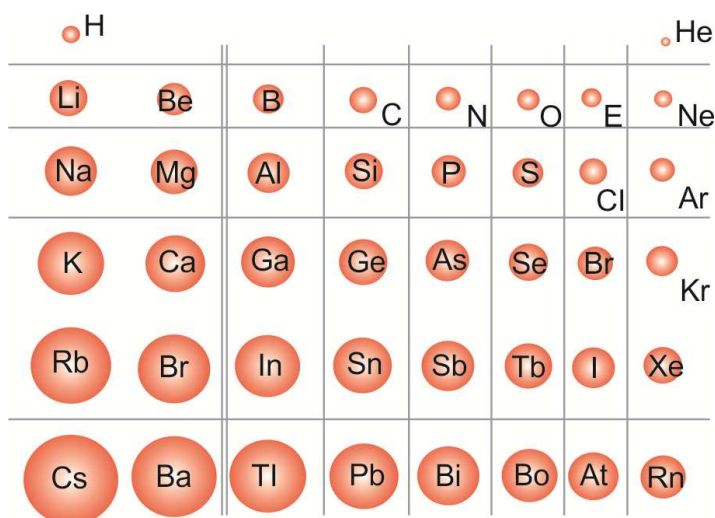


Figura 8 - Variação dos raios atômicos nos grupos (famílias) e períodos para os elementos representativos da Tabela Periódica

O conceito expresso na figura 8 será plausível quando a pessoa realmente compreenda porque os raios atômicos dos átomos variam desta maneira e saiba explicar ao professor esse conceito. Em um programa de tutoria, o que frequentemente acontece é que um conhecimento que era apenas Inteligível se torna-se 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, o porquê dos raios variarem desta maneira. Saber a variação dos raios é apenas inteligível (I). Entretanto, não saberia explicar por quê, caso lhe fosse perguntado (numa prova, por exemplo). Para que se torne plausível (P), é necessário que se saiba que, à medida que o átomo desce no grupo ou na família, uma camada de elétrons é acrescida 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, nesta direção, tudo nos átomos aumenta – o número de prótons, o número de elétrons e, normalmente, o número de nêutrons. Trata-se de algo contra intuitivo e a mudança de I para P não ocorrerá sem considerável aumento do conhecimento sobre 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, o da utilidade, quando o estudante se **dê** conta de que sabe para **quê** isto serve: é importante saber? **Isso** implica uma mudança conceitual mais completa:

$$I \rightarrow P \rightarrow U$$

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?

O esquema abaixo 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**→**P**.

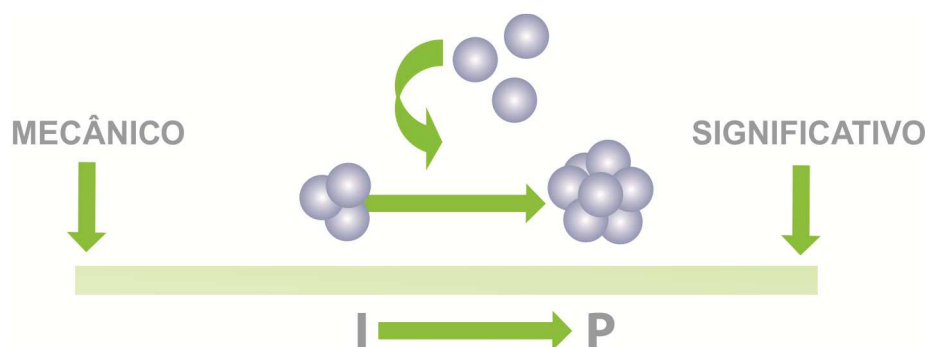


Figura 9 - Aprendizagem como um processo de mudanças conceituais

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.

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 uma 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 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.

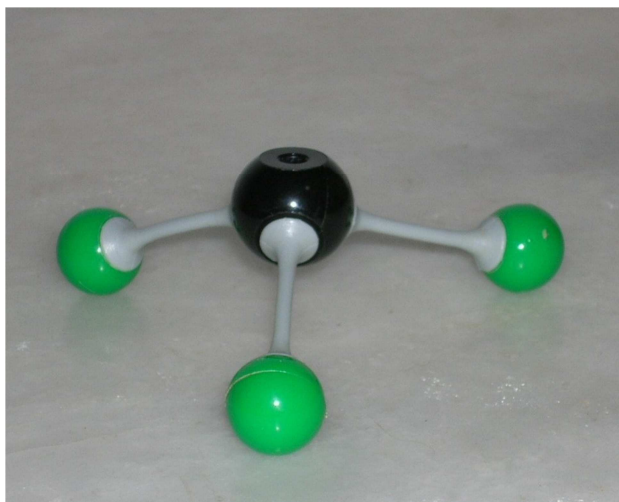


Figura 10 - Modelo molecular da molécula de amônia

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 e 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, ministrada 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: se o estudante sabe o assunto (sem se preocupar se o aluno apresenta uma aprendizagem significativa do assunto) e se o estudante sabe o assunto significativamente.

A figura a seguir mostra graficamente o resultado de um dos estudantes (o nome é fictício) do programa de tutoria sobre um tópico de Química. A coluna azul representa a resposta dos professores à primeira questão, o aluno sabe o assunto? E, a vermelha é a resposta à segunda: o aluno sabe o assunto significativamente?

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.

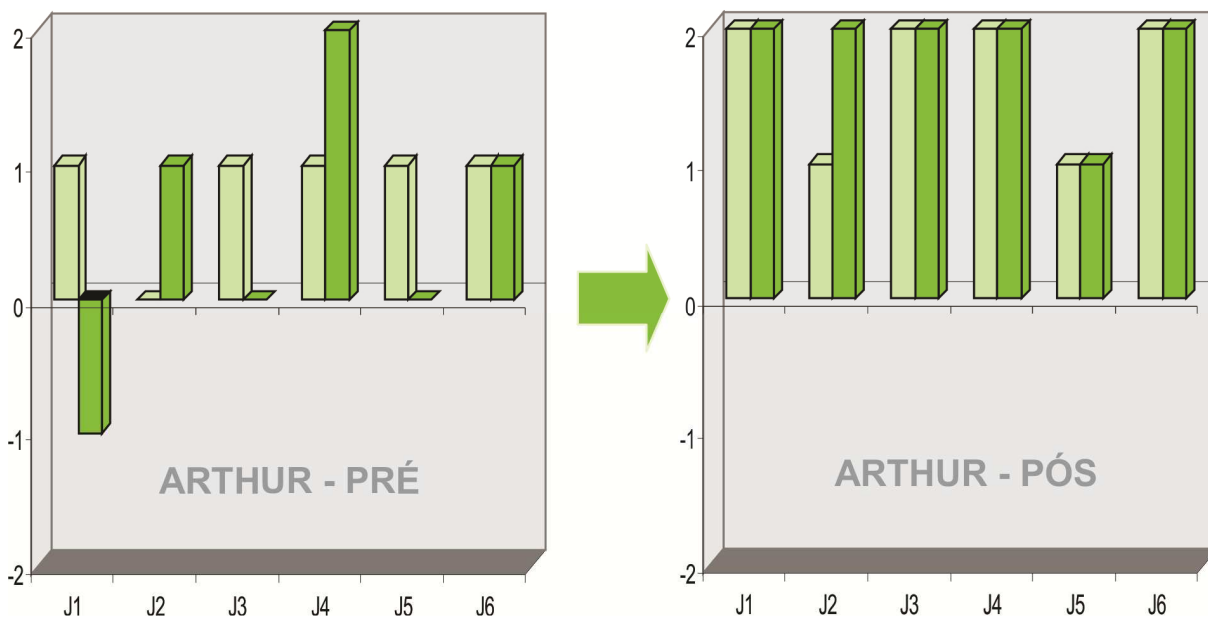


Figura 11 - Pré e Pós "Retro Ensino" do estudante Arthur (nome fictício)

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, tratavam-se de estudantes distintos, já que cada arquivo de retroensino era identificado apenas por um código.

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 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 envolve 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, dentre outras metodologias. Desta 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.

PER CHRISTIAN, B. Aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa.... *Revista Eixo*, v. 1, n. 1, p. 74-86.

BRUNER, J. ***The process of education***. Cambridge: Harvard University Press, 1960.

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

COLLINS, M. **Ordinary children, extraordinary teachers**. Newbury Port: Hampton Roads Publishing, 1992.

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.

ENTWILSTLE, N. J.; RAMSDEN, R. **Understanding student learning**. Worchester: Billings & Sons, Ltd., 1982.

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.