

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM CIÊNCIAS: CONDIÇÕES DE OCORRÊNCIA VÃO MUITO ALÉM DE PRÉ- REQUISITOS E MOTIVAÇÃO¹

MEANINGFUL LEARNING IN SCIENCES: CONDITIONS FOR ITS OCCURRENCE GO FAR BEYOND PREREQUISITES AND MOTIVATION

Marco Antonio Moreira²³

Recebido: dezembro/2020 Aprovado: abril/2021

Resumo: As clássicas condições de ocorrência da aprendizagem significativa de novos conhecimentos são conhecimentos prévios e predisposição para aprender. No entanto, tais condições são comumente interpretadas como pré-requisitos e motivação. Mas não é assim, essas condições vão muito além dessas interpretações simplistas. Nesta apresentação, significados de conhecimento prévio e predisposição para aprender serão abordados desde várias perspectivas.

Palavras-chave: aprendizagem significativa; conhecimento prévio; predisposição para aprender.

Abstract: The classical conditions for the occurrence of meaningful learning of new knowledge are previous knowledge and predisposition to learn. However, these conditions are usually considered as prerequisites and motivation. But it is not like that, these conditions go much further than these simplistic interpretations. In this presentation, meanings of previous knowledge and predisposition to learn will be approached from various perspectives.

Keywords: meaningful learning; previous knowledge; predisposition to learn.

1. Introdução

Na educação contemporânea, o ensino de Física, Química, Biologia, assim como de ciências afins e de Matemática é, prioritariamente, focado na preparação para provas, para a testagem. Por mais que o discurso educativo fale em ensino centrado no aluno⁴, em aprendizagem ativa e estimule o uso das tecnologias digitais de informação e comunicação, na prática, o importante é “passar” nas provas locais e ter bom resultado na prova nacional, o ENEM, e na internacional, a do PISA.

Os alunos decoram fórmulas, reações químicas, taxonomias, definições e “respostas corretas”, para acertarem o máximo possível nas provas. Pouco ou nada desses “conhecimentos” sobra depois das provas e é comum que os alunos desenvolvam uma atitude negativa em relação às disciplinas científicas. Na Física, é comum que jovens estudantes digam que “odeiam a Física” e adultos digam, com certa ironia, “que não sabem nada de Física”.

¹ Palestra de Abertura do V Encontro Regional de Ensino de Física (V EREF), da região oeste do estado do Paraná, BR, organizado pela Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina e realizado virtualmente de 08 a 10 de setembro de 2020.

²  0000-0003-2989-619X - Ph.D. Science Education, Cornell University, U.S.A.. Professor Titular Emérito, Instituto de Física - UFRGS. Caixa Postal 15051, Campus do Vale, CEP: 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil. E-mail: moreira@if.ufrgs.br.

³ Docente colaborador do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências/PPGEC, da Universidade Estadual de Roraima, Boa Vista, Brasil. Docente Permanente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas, da Universidade do Vale Taquari – UNIVATES, Lajeado, RS, Brasil. Docente colaborador do Doutorado em Educação – Linha Ensino de Ciências, da Universidade de Burgos, Espanha.

⁴ Os termos aluno e professor serão usados neste texto sem nenhuma alusão a gênero.

Fazer com que crianças e adolescentes passem anos na escola sendo preparados para provas é um absurdo educacional. Treinar para a testagem não é educar e confundir essa testagem com avaliação é um erro, pois testes apenas medem quantas respostas corretas foram dadas. Dar “resposta certa” não significa que essa resposta foi aprendida, compreendida. Resolver um problema usando a “fórmula certa” também não significa que a fórmula e a resposta obtida tenham sido aprendidas.

Mas, então, que “aprendizagem” seria esta resultante dessa preparação para a testagem, conhecida internacionalmente como **teaching for testing**?

É a chamada **aprendizagem mecânica** (*rote learning* em inglês), um armazenamento cognitivo, na memória de curto prazo, literal, arbitrário, sem significado, que não requer compreensão e resulta em aplicação mecânica a situações conhecidas. Por isso, os alunos estudam sempre na véspera das provas e por isso, também, que os alunos reclamam que a matéria não foi dada quando situações novas, não conhecidas, “caem nas provas”.

Haveria alguma saída para esse ensino treinador que acaba gerando uma aprendizagem mecânica?

Sim, a **aprendizagem significativa**! Tudo bem, mas que aprendizagem é essa? Apenas um novo rótulo? Não! Vejamos.

2. Aprendizagem Significativa

É *aprendizagem com compreensão, com significado*. É uma incorporação substantiva (não literal), não arbitrária, de novos conhecimentos à estrutura cognitiva, com capacidades de explicá-los, descrevê-los, aplicá-los, inclusive a situações novas.

A **interação cognitiva** entre conhecimentos novos e prévios é a característica chave da aprendizagem significativa. Nesta interação, o novo conhecimento deve relacionar-se de maneira não arbitrária, i.e., não com qualquer conhecimento prévio, mas com algum que seja especificamente relevante para dar-lhe significado. Deve também relacionar-se de maneira substantiva, i.e., não ao pé da letra, com aquilo que o aprendiz⁵ já sabe.

Conhecimentos têm significados denotativos e conotativos. Denotativos são aqueles aceitos e compartilhados em um certo contexto, por exemplo, em uma matéria de ensino, em uma ciência. Conotativos são de caráter pessoal. No ensino o que se espera é que o aluno capte os significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino, mas essa captação não exclui atribuição de significados pessoais aos conceitos que estão sendo abordados. Por exemplo, os conceitos de trabalho e calor têm claros significados no contexto da Física e aprendê-los implica captar esses significados no contexto da Física, mas no contexto do aprendiz, na sua estrutura cognitiva, podem existir várias idiosincrasias, vários “outros significados” de trabalho e calor, inclusive do ponto de vista afetivo.

A aprendizagem significativa pode ser **representacional, conceitual ou proposicional**. Representacional é aquela na qual uma palavra, ou algum outro signo, representa objetos e

⁵ O termo aprendiz será usado neste texto com o significado de ser humano que aprende.

eventos particulares. Há uma relação biunívoca entre um símbolo e um objeto ou evento. É muito presente no começo da aprendizagem de vocabulário em crianças, mas pode estar presente em qualquer idade quando o indivíduo não tem, por exemplo, um conceito, ou seja, quando uma palavra apenas representa um caso particular, um objeto ou evento específico. Por exemplo, se a palavra onda significa apenas onda marítima, a pessoa, não tem conceito de onda, tem apenas uma representação significativa de onda.

Aprendizagem significativa é **conceitual**, quando um signo linguístico aponta regularidades em objetos, eventos, situações, propriedades. Retomando a palavra onda, se for um conceito, não uma representação, ela indica regularidades em uma série de eventos que podem ser sonoros, luminosos, eletromagnéticos, gravitacionais. Segundo Ausubel (2000, p.92), existem, essencialmente, dois processos de aprendizagem conceitual: *formação de conceitos* que ocorre, fundamentalmente, em crianças em idade pré-escolar, como consequência de experiências diretas, e *assimilação de conceitos* que é a forma dominante de aprendizagem conceitual em crianças em idade escolar e nos adultos.

Proposicional é aprendizagem significativa de uma proposição, da ideia expressa verbalmente em uma frase que contém significados de palavras, quer denotativos, quer conotativos, funções sintáticas e relações entre palavras (ibid.). Mas o significado de uma proposição não é a soma dos significados que a compõem, embora sejam necessários. O significado da proposição é o produto da forma pela qual seu conteúdo se relaciona ao conteúdo de ideias relevantes estabelecidas na estrutura cognitiva.

3. Aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica

De tudo o que foi dito até agora deve ter ficado claro que aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa são “opostas”, “antagônicas”, uma puramente memorística, praticamente sem significado, aplicável somente a situações conhecidas e pouca retenção, outra com compreensão, com significado, com capacidade de descrever, explicar, aplicar a novas situações e com maior retenção.

Mas não é bem assim, essas duas aprendizagens não constituem uma dicotomia, quer dizer, a aprendizagem não é ou mecânica ou significativa. Ao contrário, são extremos de um contínuo, há uma “zona cinza” entre as duas, na qual o aprendiz está aprendendo. Inclusive, é possível que uma aprendizagem inicialmente mecânica evolua até uma aprendizagem com significado, com compreensão. Aprendizagem significativa é progressiva, mas isso não quer dizer que necessariamente tenha que começar mecanicamente.

Os conhecimentos, progressivamente, vão ganhando novos significados. Por exemplo, ninguém aprende significativamente que força pode ser gravitacional, eletromagnética (elétrica e magnética), nuclear (forte e fraca), a menos que seja para decorar uma “classificação” de forças, sem passar por um processo de conceitualização. O conceito de força começa a ser formado pelas crianças com experiências diretas tipo puxão e empurrão. Mais adiante, nas aulas de ciências vem o conceito de força gravitacional depois os de força elétrica e magnética e por aí segue, se houver interesse do aprendiz ao longo de sua educação em ciências.

Essa progressividade está acoplada a *um processo da aprendizagem significativa chamado diferenciação progressiva*. À medida que novos conhecimentos vão sendo incorporados, de modo significativo, à estrutura cognitiva de quem aprende esses conhecimentos vão interagindo com conhecimentos prévios e sendo progressivamente diferenciados em relação a eles. Contudo, se essa diferenciação continuasse indefinidamente em uma área de conhecimentos o resultado seria uma compartimentalização desses conhecimentos, ou seja, “nada teria a ver com nada”.

Mas isso não acontece, pois *há outro processo cognitivo* que ocorre simultaneamente, *o da reconciliação integrativa* ou integradora. Na dinâmica da estrutura cognitiva quem aprende precisa também perceber o que é semelhante, o que é um caso particular, um exemplo. Ou seja, ao invés de diferenciar tudo, é necessário fazer também integrações, reconciliações, de conhecimentos. No entanto, analogamente ao caso da diferenciação progressiva, se esse processo continuasse indefinidamente ao final “nada se distinguiria de nada”.

Na aprendizagem significativa esses dois processos são concomitantes, quem aprende significativamente vai diferenciando e integrando conhecimentos. O resultado dessa dinâmica é uma estrutura cognitiva de conhecimentos hierarquicamente organizados em determinado campo de conhecimentos. Hierarquicamente significa que alguns conhecimentos são mais gerais, mais inclusivos do que outros, mas essa hierarquia não é permanente; à medida que ocorrem os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, a estrutura cognitiva vai mudando (Moreira, 2011, p.42).

4. Formas de aprendizagem significativa

As aprendizagens representacional, conceitual e proposicional são consideradas **tipos** de aprendizagem significativa. A diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa são **processos** de aprendizagem significativa. As **formas** são *subordinada, superordenada e combinatória*.

Aprendizagem significativa *subordinada* é aquela em que novos conhecimentos adquirem significado para quem aprende em uma “ancoragem” cognitiva em conhecimentos prévios especificamente relevantes, em idéias relevantes mais gerais e inclusivas existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Esses conhecimentos prévios que servem de “ancoradouro” são chamados de *subsunçores* e o processo de subordinação é uma *subsunção*. Ou seja, os novos conhecimentos se “subordinam” a conhecimentos prévios, mas como é um processo interativo essa ancoragem, ou subordinação, é metafórica pois o subsunçor pode se modificar, ganhar mais significados, ficar mais diferenciado e mais capaz de “ancorar” ou subsumir outros novos conhecimentos. Essa forma de aprendizagem significativa é chamada por Ausubel de *assimilação*, mas não é conveniente usar esse termo para não confundir a aprendizagem subordinada com a assimilação piagetiana. São processos diferentes, sob perspectivas diferentes, a de Ausubel é a da aquisição significativa de conhecimentos por recepção enquanto a de Piaget é a da construção de esquemas de assimilação para dar conta de situações. (Masini e Moreira, 2017, p.31).

Como já foi dito, a estrutura cognitiva é dinâmica e sua hierarquização não é imutável, permanente. Buscando semelhanças e diferenças entre conhecimentos já adquiridos significativamente e usando processos de abstração, indução, síntese, o aprendiz pode chegar à construção de novos conhecimentos que passam a subordinar aqueles que lhes deram origem (ibid.). Essa é a *aprendizagem significativa superordenada*. Nas palavras de Ausubel (2000, p.94) essa aprendizagem gera uma nova relação subordinante na estrutura cognitiva na qual indivíduo aprende uma nova proposição inclusiva que pode subordinar várias idéias, conceitos, preexistentes, estabelecidos com significado, mas menos inclusivos.

Por exemplo, nas aulas de ciências o aluno aprende que a energia se conserva, que a corrente elétrica também se conserva, assim como outras grandezas físicas, enquanto algumas, como a entropia, não se conservam. Buscando relacionar tudo isso, o aluno poderia chegar ao conceito de Leis de Conservação que subordinaria todas as conservações e não conservações anteriormente aprendidas (ibid.).

Aprendizagem significativa superordenada é um mecanismo fundamental para a aquisição de conceitos, mas não é tão comum como a da aprendizagem subordinada e muitas vezes não ocorre, ou seja, não há uma aprendizagem conceitual.

A terceira forma de aprendizagem significativa é a *combinatória*, aquela em que o significado é adquirido por interação não com determinado subsunçor, ou seja, não com algum conhecimento prévio especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva, mas sim com um conhecimento mais amplo, mais abrangente, uma espécie de base cognitiva ou base subsunçora que o aprendiz já tem em determinado campo de conhecimentos (Moreira, 2011, p.37). É quando novos conhecimentos adquirem significado ao se relacionarem de forma não arbitrária a um vasto conjunto anterior de conteúdos geralmente relevantes na estrutura cognitiva (Ausubel, 2003, p.95). Por exemplo, para dar significado aos conceitos de evolução na Biologia, partícula elementar na Física e função na Matemática, não basta receber suas definições, é preciso ir muito além, ter uma vasta bagagem de conhecimentos prévios significativos na respectiva área.

5. Condições para aprendizagem significativa

É comum que na literatura, na prática, conste que são duas condições para ocorrência de aprendizagem significativa: conhecimento prévio adequado e predisposição para aprender. De fato, o conhecimento prévio, o que o aprendiz já sabe, e a predisposição, a intencionalidade, o querer aprender, são condições fundamentais para uma aprendizagem significativa. Mas pensando em ensino e aprendizagem, se os materiais instrucionais não forem *potencialmente significativos*, se não fizerem sentido para quem quer aprender, não ocorrerá aprendizagem significativa. Potencialmente significativo quer dizer que o material instrucional, seja qual for, deve ter significado lógico, deve estar bem organizado, bem estruturado, e o aprendiz deve ter conhecimentos adequados em sua estrutura cognitiva para dar-lhe significado psicológico.

Seriam, então, três condições: 1. conhecimentos prévios adequados, especificamente relevantes, para dar significado a novos conhecimentos; 2. predisposição para aprender,

intenção de aprender, querer aprender; 3. materiais instrucionais potencialmente significativos, que fazem sentido para o aprendiz e podem despertar seu interesse.

Embora sejam três, nas seções seguintes o foco estará naquelas duas condições que usualmente são consideradas “as condições”, o conhecimento prévio e a predisposição para aprender, as quais muitas vezes são confundidas com pré-requisitos e motivação. Mas não é assim, as condições de ocorrência da aprendizagem significativa vão muito além disso.

6. O conhecimento prévio como variável fundamental

De tudo o que foi dito nas seções anteriores deve ter ficado claro que o conhecimento prévio é uma variável fundamental para a aprendizagem significativa. Em palavras do cotidiano seria algo como “aprendemos a partir do que já sabemos”. Nas palavras de Ausubel (1968, 1978, p.6), seria *Se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: de todos os fatores que influenciam a aprendizagem, o mais importante é o que o aprendiz já sabe. Averigue-se isso e ensine-se de acordo.*

No entanto, conhecimento prévio não é o conhecido pré-requisito comportamentalista, aquele em que ser capaz de dar uma resposta é condição para ser condicionado a dar uma nova resposta. Conhecimento prévio é “tudo o que o aprendiz já sabe”, é o que está em sua estrutura cognitiva e não necessariamente facilita a aprendizagem significativa de novos conhecimentos, podendo inclusive funcionar como obstáculo epistemológico, impedindo a aprendizagem significativa desses conhecimentos.

Conhecimento prévio⁶ pode incluir concepções errôneas, ou alternativas, as famosas *misconceptions*, foco de inúmeros estudos na pesquisa em ensino de ciências em tempos passados. Nesses estudos ficou evidente que os alunos não substituem as concepções alternativas em sua estrutura cognitiva simplesmente porque nas aulas o professor apresenta as concepções aceitas cientificamente. A chamada mudança conceitual não é substitutiva, é evolutiva, é progressiva.

Essa progressividade da aprendizagem significativa tem a ver com outro processo importante para a organização cognitiva, o da **consolidação**. Anteriormente foram descritos os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. A consolidação é um terceiro processo. É uma consequência imediata da premissa de que o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aquisição significativa de novos conhecimentos, pois, se assim for, nada mais natural do que estimular o domínio de conhecimentos prévios antes de usá-los para dar significado a esses novos conhecimentos.

No entanto, é preciso não confundir a consolidação ausubeliana com a aprendizagem para o domínio behaviorista. No contexto da aprendizagem significativa, a consolidação não é imediata, é progressiva. No ensino, exercícios, resoluções de situações-problema, classificações, discriminações, diferenciações, integrações, são importantes antes da apresentação de novos conhecimentos. No entanto, como a aprendizagem significativa é progressiva não é preciso ficar

⁶ Pode incluir também crenças, ideologias, construtos pessoais que podem interferir na predisposição para aprender, assunto que será abordado na próxima seção deste texto.

“esperando” a consolidação. Ela é importante, mas deve ser entendida na perspectiva da progressividade ocorrendo junto com a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa (Moreira, 2011, pp.28-29).

Tendo em vista que a aprendizagem significativa depende de conhecimentos prévios especificamente relevantes, da captação dos significados contextualmente aceitos e da progressividade da consolidação dos conhecimentos que estão sendo aprendidos, em situações de ensino e aprendizagem é óbvio que o aluno tem que participar ativamente desse processo. De alguma forma, o aprendiz tem que externalizar os significados que está captando. Não importa se o ensino é clássico, tradicional ou moderno, tecnológico, é essencial que o aluno fale, dialogue com o professor. Não há como saber se o aluno está aprendendo significativamente um certo conteúdo se não houver essa externalização durante os processos de diferenciação progressiva, reconciliação integrativa e consolidação. O ensino voltado para a aprendizagem significativa não pode ser monológico, deve ser dialógico. A dialogicidade, a educação dialógica não é novidade, tem sido defendida por muitos educadores (e.g., Freire, 2008), mas é praticamente ignorada no ensino para a testagem, aquele onde predomina a aprendizagem mecânica de respostas corretas a serem dadas nas provas. Nesse ensino, centrado no professor, “dialogar” é dar a “resposta certa”.

Mas essa resposta certa não é aquele conhecimento prévio que é uma das condições fundamentais para a aprendizagem significativa, pois serve apenas para passar nas provas e é rapidamente esquecida após as mesmas, ou seja, “matéria passada-matéria esquecida”.

Voltando ao ensino dialógico, no contexto do ensino para a aprendizagem significativa, cabe destacar que esse diálogo deve começar nas primeiras aulas, se não na primeira, pois não tem sentido começar a dar aulas, em qualquer matéria, sem saber, minimamente, qual o conhecimento prévio dos alunos, sem saber onde estão os alunos. Ao longo do processo, a dialogicidade é importante porque os alunos estão aprendendo, mas no início é preciso saber o que já aprenderam e o possível papel, em novas aprendizagens, do que já foi aprendido.

A idéia de toda esta discussão sobre o conhecimento prévio como condição fundamental para a aprendizagem significativa foi a de chamar atenção que não é o conhecido pré-requisito comportamentalista.

A partir de agora atenção será dada à segunda variável fundamental para a aprendizagem significativa, a predisposição para aprender, procurando deixar claro que não é apenas motivação.

7. A predisposição para aprender como variável fundamental

Na seção anterior foi dito que, em linguagem cotidiana, a questão do conhecimento prévio como variável fundamental para a aprendizagem significativa poderia ser resumida dizendo que “aprendemos a partir do que já sabemos”. Nessa linha, a segunda variável fundamental, a predisposição para aprender, poderia ser enunciada dizendo que “aprendemos se queremos”.

Mas que significa “esse querer aprender” ? Seria estar motivado? Não! Vai além disso! Vejamos porque, começando com interesse.

8. Interesse segundo Dewey

Há mais de cem anos atrás John Dewey (2018, 1916)⁷, um educador altamente reconhecido internacionalmente, definia interesse de uma maneira muito coerente com o conceito de aprendizagem significativa:

*A palavra interesse sugere etimologicamente, o que está **entre**, aquilo que conecta duas coisas que estariam distantes se não existisse. Na educação essa distância é muitas vezes pensada como sendo uma questão de tempo, não dando atenção ao fato de que há muito o que superar entre um estágio inicial do processo e o período de sua finalização; há alguma coisa **entre**. (p.136).*

O que ele chama de estágio inicial tem uma certa analogia com o conhecimento prévio de Ausubel:

*Na aprendizagem, as capacidades do aprendiz constituem o estágio inicial; os objetivos do professor representam um limite remoto. Entre os dois está o **meio**, ou seja, condições intermediárias; ações a serem cumpridas; dificuldades a serem superadas; aplicações a serem feitas. Somente através delas, em certo tempo, é que atividades iniciais alcançarão uma consumação satisfatória. (ibid.)*

O conceito de interesse aplicado aos materiais educativos é coerente com os materiais potencialmente significativos de Ausubel:

Quando o material deve ser tornado interessante isso significa que, tal como apresentado, carece de conexão com a meta a ser atingida e as capacidades iniciais do aprendiz ou, se a conexão existe, não é percebida (ibid.). Interesse significa de quem está aprendendo se identifica com os objetos de estudo que definem a atividade e fornecem meios e obstáculos à sua realização. (p.147)

Cerca de cinquenta anos depois de Dewey, Ausubel e Robinson (1969) apresentaram como condição para aprendizagem significativa uma postura bem coerente com o que ele havia definido como interesse: a aprendizagem significativa (meaningful learning) pressupõe uma postura, uma direção, uma tendência (*a meaningful learning set*), para relacionar, não arbitrariamente e substantivamente, a tarefa de aprendizagem a sua estrutura cognitiva.

9. Interesse segundo outros autores

Recentemente, K. Ann Renninger e outros autores editaram um livro sobre interesse na aprendizagem de Matemática e Ciências (2015) no qual apresentam cinco *características do interesse* com as quais, segundo eles, tendem a concordar todos que estudam interesse como uma variável pedagógica distinta (pp. 1-2):

⁷ A referência mais recente de Dewey é de 2018, mas a primeira edição dessa obra é de 1916.

1. interesse sempre se refere à interação com algum conteúdo particular (e.g., matemática, ciências);
2. interesse existe em uma relação particular entre aprendiz e seu entorno;
3. interesse tem tanto componentes afetivos como cognitivos, apesar de que a influência de cada um varia dependendo da fase de desenvolvimento do interesse;
4. o aprendiz pode, ou não, estar consciente que seu interesse foi despertado;
5. interesse tem uma base fisiológica ou neurológica ... funciona como uma recompensa que leva o aprendiz a procurar novos recursos e desafios.

Estudos têm demonstrado que a presença de interesse influencia positivamente a atenção do aprendiz, o uso de estratégias e a definição de suas metas ... interesse pode ser usado como apoio mesmo quando a pessoa inicialmente tem baixa *auto-eficácia*, falta de metas acadêmicas e/ou não é capaz de se *auto-regular*. (op.cit., p.3)

Autoeficácia refere-se à própria crença de ser capaz de aprender determinado assunto. Pode ser interpretada como o julgamento que indivíduos fazem sobre quanto são eficazes em determinadas situações. São julgamentos, percepções, que as pessoas têm sobre suas próprias capacidades. (Pajares e Olaz, 2008)

Autorregulação refere-se ao processo pelo qual estudantes sistematicamente focam seus pensamentos, sentimentos e ações para alcançar metas de aprendizagem. Consiste em três processos (Renninger et al., 2015, p.116): *auto-observação* (monitoramento), *autojulgamento* e *autorreação*. Auto-observação significa dar atenção ao seu próprio comportamento; autojulgamento significa comparar o nível atual de desempenho com as metas individuais; autorreação significa responder cognitivamente, afetivamente e comportalmente ao seu próprio autojulgamento.

Avaliações de auto-eficácia são importantes na determinação da escolha de uma atividade por parte do indivíduo e em influenciar a quantidade de interesse e esforço despendidos. Tais avaliações levam a uma *auto-determinação*, ou seja ao controle que estudantes acreditam ter sobre sua própria aprendizagem. (ibid.)

10. Fases no desenvolvimento do interesse

Renninger et al. (2015,p.4) a partir da literatura identificaram quatro fases no desenvolvimento do interesse: *situacional despertadora*, *situacional mantida*, *situacional emergente* e *interesse individual bem desenvolvido*. Nas fases iniciais do interesse (despertada e mantida) aprendizes necessitam apoio para fazer conexão entre o mundo real e as tarefas de aprendizagem, enquanto que nas fases posteriores (emergente e interesse individual) essas conexões estão feitas e os aprendizes estão prontos para trabalhar mais diretamente com desafios do conteúdo.

11. Outras concepções de interesse

Reeve, Lee e Won (2015, p.80) sugerem que interesse pode ser entendido como uma *emoção básica*, como um *tipo de afeto* e como um *esquema cognitivo* rico em emoções.

Interesse como emoção básica tem a ver com tristeza, perda, fracasso, finalidade motivacional (desejo de atuar com um certo propósito), expressão facial, ... Interesse como um tipo de afeto refere-se à maneira de ser do estudante, no cotidiano, podendo estar excitado, entusiasmado, desestimulado, inspirado, insatisfeito, aborrecido, curioso, ... Interesse como um esquema cognitivo emocional é um construto orientado construído, altamente individualizado, cheio de satisfações, atribuições, conhecimentos, interpretações e cognições de ordem superior.

12. Motivação

No começo da abordagem da segunda condição de ocorrência da aprendizagem significativa, a predisposição para aprender, foi dito que essa condição não era simplesmente motivação. Depois, o conceito de interesse foi longamente descrito procurando evidenciar sua importância para a aprendizagem significativa. Mas onde ficou a motivação?

É claro que a motivação é importante. O problema é que muitas vezes é interpretada como “gostar” ou algo parecido. Certamente é mais do que isso.

A motivação pode ser intrínseca ou extrínseca (Glynn, et al., 2015, p.189). *Motivação intrínseca* refere-se à motivação para aprender algum tópico por sua própria causa, seu próprio fim. *Motivação extrínseca* envolve aprender um certo assunto como um meio de alcançar certo objetivo como uma nota ou uma carreira.

13. Conclusão

Aprendizagem de ciências deveria ser uma aprendizagem para a vida, para a cidadania. Fenômenos físicos, químicos, biológicos e afins fazem parte da vida do ser humano. A ciência é subjacente a toda a tecnologia que permeia sua vida.

No entanto, paradoxalmente, as ciências são ensinadas como preparatórias para a testagem. Os conhecimentos científicos são ensinados como verdades científicas a serem memorizadas mecanicamente, reproduzidas nas provas e esquecidas pouco tempo depois.

Na apresentação que gerou este texto, o ensino de ciências foi abordado na perspectiva da aprendizagem significativa, uma aprendizagem com compreensão, com significado, com capacidades de explicar, descrever, aplicar os conhecimentos aprendidos. As condições de ocorrência dessa aprendizagem, o conhecimento prévio e a predisposição para aprender, foram largamente discutidas ao longo do texto procurando evidenciar que essas condições vão muito além de estar motivado e ter alguns pré-requisitos em termos de conhecimentos prévios.

Por outro lado, a ideia de que essas condições de ocorrência não são nada fáceis de serem atendidas em um processo de ensino e aprendizagem de ciências pode ter gerado preocupação de parte de professores de ciências. Contudo, essa preocupação deve levar a reflexões sobre a prática docente. Ensinar é um desafio, mas perceber que os alunos estão aprendendo significativamente é compensador e até emocionante. Perceber que estão apenas decorando conteúdos mecanicamente é uma frustração, uma perda de tempo.

14. Referências

Ausubel, D.P. (1978). *Psicologia educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. México: Editorial Trillas. 769p. Tradução ao espanhol do original em inglês *Educational Psychology: A Cognitive View* (1968).

Ausubel, D.P. (2003). *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. 219p.

Ausubel, D.P., Robinson, F.G. (1969). *School learning: An introduction to educational psychology*. London: Holt, Rinehart & Winston.

Dewey, J. (2018). *Democracy and education: An introduction to the philosophy of education*. Gorham, ME: Myers Education Press. 386p. (First Ed., 1916).

Freire, P. (2008). *Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra. 37ª Ed. 146p.

Glynn, S.M., Bryan, R.R., Brickman, P., and Armstrong, N. (2015). *Intrinsic motivation, self-efficacy, and interest in science*. Em Renninger, K.A., Nieswandt, M., and Hidi, S. (Eds). *Interest in mathematics and science learning*. Washington, D.C.: American Educational Research Association.

Masini, E.F.S., Moreira, M.A. (2017). *Aprendizagem significativa na escola*. Curitiba, PR: Editora CVR. 87p.

Moreira, M.A. (2011). *Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares*. São Paulo, SP: Editora e Livraria da Física. 179p.

Pajares, F., Olaz, F. (2008). *Teoria social cognitiva e auto-eficácia: uma visão geral*. Em Bandura, A., Azzi, R.G., Polydoro, S. (2008). *Teoria social cognitiva: conceitos básicos*. Porto Alegre: Artmed. 176p.

Reeve, J., Lee, W., and Won, S. (2015). *Interest as emotion, as effect, and as schema*. Em Renninger, K.A., Nieswandt, M., and Hidi, S. (Eds). *Interest in mathematics and science learning*. Washington, D.C.: American Educational Research Association.

Renninger, K.A., Nieswandt, M., and Hidi, S. (Eds.). (2015). *Interest in mathematics and science learning*. Washington, D.C.: American Educational Research Association. 417p.