



PRÁTICAS EXPERIMENTAIS PARA ENSINO DE FÍSICA BASEADAS NA APLICAÇÃO DO MODELO DE APRENDIZAGEM POR DESCOBERTA

Ismenia Cerqueira Silva¹, Fernanda Franklin Seixas Arakaki²,
Henrique Silva Freitas³, Andréia Almeida Mendes⁴

¹ Bacharel em Engenharia Elétrica, Faculdade Pitágoras, ismeniacerq@gmail.com;

² Doutorado em Direitos, Instituições e Negócios pela Universidade Federal Fluminense, UNIFACIG, fernandafranklinseixas@gmail.com;

³ Licenciatura em Física pela UFTM, xhenriquesfreitas@gmail.com;

⁴ Doutora em Linguística pela UFMG, UNIFACIG, andreialetras@yahoo.com.br.

Resumo: Trata-se de um relato de práticas experimentais em circuitos elétricos, utilizando o modelo de aprendizagem por descoberta que foi aplicado durante o estágio em docência para o ensino de física, com a finalidade de elaboração do trabalho de conclusão de curso da licenciatura em Física da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Foi realizada uma revisão de teorias construtivistas que fornecem diversas bases para a consolidação das metodologias ativas de ensino, as quais têm o aluno como protagonista e responsável por seu processo de aprendizagem. Dessa maneira, o modelo de aprendizagem por descoberta também está inserido neste contexto de organização das metodologias ativas de ensino. Neste trabalho, o modelo de aprendizagem por descoberta se aplica ao campo de aprendizagem experimental buscando incorporar a filosofia construtivista, aliada à aprendizagem significativa, a qual tem o propósito de incentivar os alunos a lidarem com a própria curiosidade ao desenvolver atividades práticas que os leve a analisar evidências, desenvolver argumentos lógicos, avaliar e propor soluções para os problemas através do descobrimento dos conceitos e princípios de fenômenos observados. Esse modelo de aprendizagem por descoberta no campo experimental foi aplicado na Escola Estadual Laura Xavier Santana em Ipatinga – MG para as turmas de 3º ano do Ensino Médio e EJA 3. Esta aplicação permitiu o aperfeiçoamento da prática docente, favorecendo ao aluno a melhor absorção de conteúdos por parte dos alunos através do desenvolvimento da autonomia e participação no aprendizado.

Palavras-chave: Aprendizagem significativa; Aprendizagem por descoberta autônoma; Educação para produção intelectual.

Área do Conhecimento: Ciências Sociais Aplicadas.

1 INTRODUÇÃO

Para um bom profissional da educação que preza por um ensino de qualidade, é essencial que durante o processo de ensino, ele esteja sempre atento às novas perspectivas de ensino e aprendizagem, buscando formas alternativas para facilitar a aquisição de conhecimento por parte dos alunos, incentivando-os a explorar o universo de coisas que existem ao seu redor para que possam criar seus próprios questionamentos a partir de suas descobertas e moldar suas ideias fundadas em razão de conceitos preconcebidos ou até mesmo refutar ideias errôneas em razão do confronto com novos saberes, para que, a partir daí, possa construir novos conceitos e superar desafios dia após dia.

O que mais se discute atualmente no Brasil, é sobre a formação do professor e a melhoria de sua didática. Para isso, é extremamente importante analisar e tentar aplicar novas metodologias de ensino que acompanham novos recursos e ferramentas didáticas de aplicação dessas metodologias. Porém, outra dificuldade enfrentada principalmente por professores da educação pública no Brasil é a escassez dos recursos didáticos capazes de alavancar o processo de ensino nas escolas. Dessa forma, o profissional da educação estará fadado a reproduzir modelos tradicionais e retrógrados, identificados como métodos passivos de ensino, os quais permitem que o aluno exercite apenas suas habilidades lógico-matemáticas.

É possível notar a escassez e até mesmo a ausência de laboratórios de experimentos, de ferramentas tecnológicas e interativas nas salas de aula, assim como a ausência de um ambiente propício e mais confortável para uma educação de qualidade. Nesse caso, cabe ao profissional de educação assumir o papel de facilitador do aprendizado e, em razão dessa escassez de recursos didáticos e tecnológicos, resta a ele utilizar de recursos próprios para implementar atividades práticas

de baixo custo ou até mesmo sem nenhum custo, a partir da aquisição ou por doações de kits didáticos experimentais, a fim de demonstrar a teoria aplicada através da experimentação prática.

Dessa maneira, a aprendizagem por descoberta autônoma será apresentada neste trabalho como o principal foco, com vistas às problematizações e conceitos das teorias de David Ausubel (1968) e Joseph Novak (1980) sobre as formas de aprender significativamente, aproveitando o contexto da execução de atividades práticas que permitem ao aluno adquirir habilidades interpessoais, corporal cinestésica e linguística. Assim, ela exige soluções colaborativas de desafios, em que o professor não deve expor ao aluno toda a metodologia a ser trabalhada, mas que apenas oriente durante o processo dando *feedback* durante as atividades práticas e mostrando quais foram os erros e quais foram os acertos, e cabe aos alunos buscarem o conhecimento de forma autônoma para que haja maior efetividade desse método.

Este trabalho apresenta afirmações para a consolidação da metodologia de aprendizagem por descoberta autônoma, com base na revisão de algumas teorias cognitivas aplicada à educação, cuja inspiração do construtivismo de Jean Piaget e as teorias de aprendizagem significativa de David Paul Ausubel (1968) e Joseph Novak (1980), dentre outros cognitivistas, justificam o presente trabalho e tem como objetivo principal o relato de aulas práticas de circuitos elétricos na Escola Estadual Laura Xavier Santana em Ipatinga – MG para as turmas de 3º ano do Ensino Médio e EJA 3, utilizando materiais de baixo custo e baseando-se na metodologia de aprendizagem por descoberta no campo experimental, para o desenvolvimento de uma educação mais autônoma e participativa.

2 METODOLOGIA

Tomando como base os pressupostos de que a educação deve ser um processo dinâmico, integrativo e progressivo, como será descrito posteriormente através da teoria ausubeliana; a aprendizagem significativa no campo da investigação científica está intimamente relacionada a um processo ativo do indivíduo durante a aquisição do conhecimento, e isso vai além da simples atribuição de um significado à uma nova informação.

De acordo com D. B. Gowin (1981 *apud* FERRACIOLI, 2005, p. 107), esse processo de investigação científica requer que haja um evento epistemológico capaz de relacionar fatos e conceitos com outros elementos do conhecimento através de uma reorganização ativa de uma rede de significados pré-existentes na estrutura cognitiva desse indivíduo que permita o aprofundamento, modificação e ampliação de seus subsunções.

A partir dessa justificativa, a professora regente de física, juntamente com a estagiária, buscou aplicar os conceitos da aprendizagem por descoberta como uma metodologia ativa de ensino durante as atividades práticas de experimentação em circuitos elétricos para as turmas de 3º ano do Ensino Médio e EJA 3 da Escola Estadual Laura Xavier Santana em Ipatinga – MG. Esse processo se deu através do desenvolvimento de experimentações pelos alunos que ocuparam o centro das ações educativas por meio da problematização, utilizando componentes de baixo custo fornecidos pela professora, para que eles pudessem solucionar os desafios de forma colaborativa, trabalhando em grupos de até cinco pessoas.

Durante esse processo, o roteiro apresentado aos alunos não constava todo o passo a passo definido do experimento, mas houve a orientação aos alunos sobre a finalidade de acender a lâmpada através da associação de pilhas em série e em paralelo, assim como posteriormente, da utilização de apenas um fio para acender a lâmpada, sobre o reconhecimento dos componentes do circuito para identificação do gerador, resistor, condutor, identificação dos polos, a tensão de cada circuito e a potência dissipada em cada tipo de associação. A professora e a estagiária atuaram apenas como mediadoras do conhecimento durante as atividades de experimentação, para que os alunos pudessem atingir seu objetivo através do *feedback* dado com respeito aos erros e aos acertos, e caberia aos alunos criar questionamentos a partir de seus próprios erros, para identificar os motivos desses erros, causas e efeitos obtidos em cada associação, assim como examinar, refletir, testar novas possibilidades através do estabelecimento de novas relações e por fim, atribuir novos significados para suas descobertas, de forma a adquirir maior autonomia durante o processo de aquisição do conhecimento.

Figura 1- Atividade experimental por descoberta.



3 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO CONTEXTO CONSTRUTIVISTA

A epistemologia genética de Jean Piaget (1970), a qual tem como fontes o conhecimento científico (epistemologia) e a origem deste conhecimento (gênese), foi a precursora de várias correntes construtivistas e uma delas é a teoria de aprendizagem significativa alicerçada na psicologia cognitivo-humanista desenvolvida por Joseph Novak (1980); segundo este autor, o indivíduo tem o privilégio de comunicar, partilhar, discutir e atingir novos significados de forma compartilhada. Dessa maneira, desenvolve a aprendizagem significativa associada ao construtivismo humano que pode ser obtida através da construção de significados sobre um dado objeto, com base no poder heurístico e vatídico, expresso através de um potencial analítico e explicativo que, em determinadas circunstâncias, requer mudança de conceitos para que se resulte em conhecimento pessoal, fruto da partilha de ideias e sentimentos.(NOVAK, 1990, p. 6; MINTZES e WANDERSEE, 2000, p. 57-65; MARTÍNEZ, 2003, p. 44 *apud* VALADARES, 2011, p. 48).

Em outras formas radicais e sociais de construtivismo, o conhecimento é considerado meramente viável e não permite constatar quando uma teoria é mais viável do que a outra. Ao contrário disso, o construtivismo humanistas e remete a um criticismo moderno, cujo mecanismo, além de afirmar a importância prática de submeter a linguagem e as ideias ao contexto experimental, admite ser possível verificar que uma teoria é melhor do que outra, embora aceite que não haja uma última constatação de que uma teoria é definitiva. (HESSEN, 1978, SUCHTING, 1998, *apud* VALADARES, 2011, p. 49).

Conforme Nunes e Silveira (2008, p.82), Jean Piaget (1970), ao refletir sobre o processo de desenvolvimento humano, baseou-se na interação dinâmica do sujeito com os meios físico e social, o qual, segundo Piaget (1970), só podemos conhecer por meio de interações no ambiente, num intercâmbio de trocas recíproca sujeito-meio, e essa evolução do conhecimento se dá em um processo contínuo.

Ainda, segundo Piaget (1970), conforme descrito por Davis e Oliveira (1994, p.37), esse processo dinâmico e contínuo sempre busca um novo e superior estado de equilíbrio, denominado por equilíbrio majorante que se remete a um equilíbrio instável que, diante de situações de desafio, esse equilíbrio se perde, e o sujeito entra em desequilíbrio (ou desadaptação), para então recuperar o equilíbrio através da mobilização dos mecanismos de assimilação e acomodação da inteligência, ou seja, a adaptação é a resultante do equilíbrio instável entre a assimilação e a acomodação.

De acordo com a citação de Ronca (1980), David Ausubel (1965) como um dos representantes do cognitivismo humanista e totalmente contra a aprendizagem puramente mecânica, estudou sobre as formas de tornar o aprendizado mais significativo. Ainda segundo Ronca (1980, p.59), Ausubel (1965) afirma que uma estrutura cognitiva organizada é o fator determinante para o aluno aprender um assunto novo; dessa forma, ele apresenta a estrutura cognitiva organizada em forma hierárquica, em que os conceitos e as proposições mais inclusivas e com maior poder de generalização ocupam o topo da hierarquia. Neste contexto, o desafio do professor, ao fazer o planejamento de aula, é identificar esses conceitos mais abrangentes e os princípios essenciais que em sua disciplina possui maior poder de “inclusibilidade”, para que depois chegue aos conceitos menos abrangentes.

Baseado numa estrutura cognitiva hierárquica, Ausubel (1965) organizou o ensino através de um modelo de mapeamento conceitual que pode ser visto como diagramas hierárquicos dos conteúdos de uma disciplina que, além de permitir ao professor identificar a estrutura básica de sua disciplina, também facilita o sistema de processamento de informações por parte do aluno, para que ele possa aprender de forma significativa, ao assimilar informações em sua estrutura cognitiva. (MOREIRA e MANSINI, 1982, p.47).

Portanto, conforme citado por Ronca (1980), Ausubel (1965) apresenta três pontos de sua teoria dada primeiramente pelo princípio da diferenciação progressiva, a qual sugere que, ao programar um conteúdo, as ideias inclusivas sejam apresentadas primeiro, para depois serem progressivamente diferenciadas. O segundo ponto de sua teoria é o princípio da reconciliação integrativa, na qual o professor deve esclarecer as semelhanças e diferenças de ideias que podem ser encontradas em contextos diferentes, como por exemplo, quando o professor ensina determinado conceito científico que possui outro significado no senso comum. E o terceiro ponto se trata dos organizadores prévios que são as informações introdutórias amplas e genéricas, os quais servirão de ponto de ancoragem para ideias mais específicas apresentadas no decorrer da aula; dessa forma, o aluno pode relacionar algo já existente em sua estrutura cognitiva, com uma nova informação que irá receber. Sendo assim, o aprendizado será cada vez mais próximo de uma aprendizagem significativa.

De maneira conclusiva, os reflexos da concepção construtivista de Piaget no processo de ensino-aprendizagem, segundo Nunes e Silveira (2008, p.89), é de que o aluno possui maior ênfase a

partir de suas ações, seus modos de raciocínio, o modo que interpreta e soluciona situações problema, de forma que ele se torna ativo no processo de aprendizagem quando interage com os próprios companheiros de classe para construir conhecimento. Sendo assim, Valadares (2011, p.49) apresenta o construtivismo humanista enraizado nas concepções construtivistas de Piaget com base nos seguintes vieses de confirmação:

- O conhecimento científico se constrói por meio da interação complexa entre sujeito e objeto onde nem um, nem outro possui uma predominância epistemológica;
- Os seres humanos criam e modificam seus significados de experiência humana, através de ações e ideias transferidas de forma afetiva;
- O objetivo da educação é construir significados compartilhados que podem ser através da colaboração ativa entre alunos e entre professor e aluno, assim como da intervenção ativa de professores bem preparados.
- O ideal à aprendizagem de qualquer indivíduo é que siga no sentido de uma aprendizagem significativa autônoma e criativa; dessa forma, o aluno será capaz de construir significados de maneira altamente original e criativa ao passo de uma produção intelectual (produção científica ou artística).

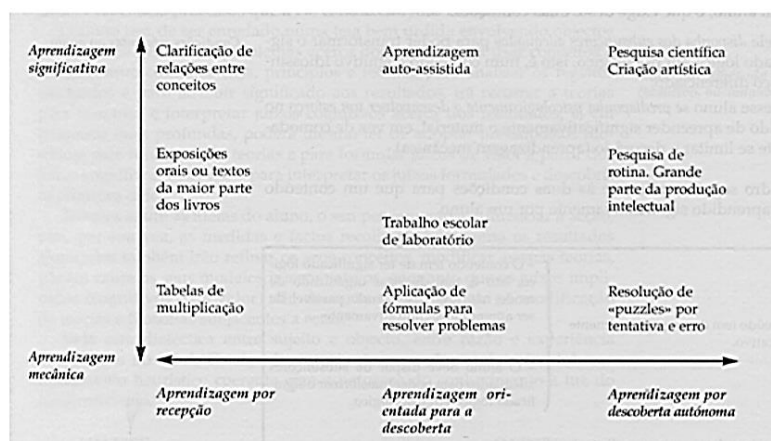
Conforme esse último princípio que se remonta aos trabalhos de Ausubel (1968) e Novak (1980) sobre aprendizagem significativa e autônoma para uma produção intelectual, será possível confrontar a seguir os dois grandes contínuos distintos da aprendizagem: literal (mecânica ou memorística) - significativa; por recepção - por descoberta autônoma.

4 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA POR DESCOBERTA AUTÔNOMA PARA A PRODUÇÃO INTELECTUAL

Sabendo que a aprendizagem do aluno pode variar continuamente de uma aprendizagem profundamente mecânica ou memorística até uma aprendizagem altamente significativa; a aprendizagem por recepção também pode variar continuamente até uma aprendizagem totalmente autônoma.

De acordo com Valadares (2011, p.37-38), Ausubel (1968), em sua ideia original, ainda destacou o fato de que a aprendizagem pode ser mais ou menos significativa, ou mecânica, e isso não tem nada a ver com o fato de que a aprendizagem seja mais ou menos por descoberta autônoma, por descoberta guiada, ou apenas por recepção. Com respeito a isso, Valadares (2011) ainda argumenta sobre o fato de que um aluno pode descobrir como solucionar determinado enigma através de tentativas, mas pode não compreender os fundamentos e toda estrutura conceitual de embasamento; sendo assim, ele apenas irá assimilar significativamente o assunto e os conceitos propostos, mas não terá feito o menor esforço para descobrir a estrutura conceitual do assunto. Com base nessas dimensões da aprendizagem, Valadares (2011) representa, na Figura 2, a seguir, os dois contínuos distintos da aprendizagem que se remontam aos trabalhos de Ausubel (1968) e Novak (1980).

Figura 2- Contínuos distintos da aprendizagem.



As duas dimensões da aprendizagem. Quer a aprendizagem por recepção quer a aprendizagem por descoberta podem ser mais ou menos significativas (adaptado de Ausubel, Novak e Hanesian, 1980, p. 21, Novak e Gowin, 1999, p. 24 e Novak, 2000, p. 28).

Fonte: VALADARES, 2011, p. 39.

Baseando nessas dimensões de aprendizagem, podemos perceber que o aluno, quando está no caminho de uma aprendizagem por descoberta autônoma, bem aprofundada em sua estrutura conceitual de embasamento, é possível que ele siga ao passo de uma produção intelectual (produção científica ou artística) altamente original e criativa na produção de novos significados. Para que isso ocorra, é importante que o professor apresente ao aluno um ensino investigativo, como através de experimentações bem alicerçadas no pensamento crítico, não expondo ao aluno toda a metodologia a ser trabalhada, mas o auxiliando a superar suas dificuldades conceituais durante o processo de aquisição do conhecimento, buscando sempre intervir com o conteúdo estrutural e essencial, como as contas, pesos, medidas e dando um *feedback* ao aluno, mostrando quais foram os erros e os acertos durante as atividades práticas para que ele seja capaz de desenvolver as atividades de forma autônoma. (VALADARES, 2011, p.39)

Baseado no livro de Ausubel (1963) sobre “Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva”, Neves (2017, p.721) argumenta que um conteúdo deve se relacionar aos conhecimentos prévios dos alunos, ou seja, para haver uma aprendizagem significativa, o indivíduo deve ter algum aspecto relevante em sua estrutura de conhecimento, os tais subsunçores que servem de ponto de ancoragem para relacionar a uma nova informação; sendo assim, ele será capaz de atribuir significado próprio aos conteúdos que assimila.

Tomando como base uma atividade de experimentação que envolve a aprendizagem por descoberta autônoma, é necessária uma ação prévia do professor, o qual irá possibilitar ao aluno estabelecer as relações práticas do conteúdo novo com sua experiência prévia, para que ocorra uma aprendizagem ativa.

Com respeito a ação prévia do professor, é necessária a criação de uma estratégia problematizadora, a qual posteriormente irá possibilitar o trabalho do aluno durante a construção do conhecimento, por meio de experiências significativas e pelo processo de aprendizagem por descoberta autônoma. Dessa maneira, durante a problematização, o professor não deve oferecer conteúdo de ensino aos alunos em sua forma acabada, mas na forma de problemas a serem solucionados, relações e descobertas a serem feitas de forma que o aluno seja capaz de reorganizar todo material fundamental fornecido na problematização pelo professor e o adaptar à sua estrutura cognitiva prévia. (PROSSER e SZE, 2013 *apud* NEVES, 2017, p. 721)

Portanto, a problematização inicial é o primeiro passo importante para criar discussões em torno do tema e facilitar ao aluno a propor soluções, estabelecer relações, analisar, comparar, extrair dados importantes de um experimento para construir significados. Sendo assim, a aprendizagem por descoberta autônoma pode ser bastante significativa à medida que valoriza o aprender a aprender, pois ela fornece maior liberdade de expressão e de reflexão ao aluno durante a construção do próprio conhecimento.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a aplicação da metodologia de aprendizagem por descoberta autônoma, foi possível perceber que os alunos foram capazes de despertar um espírito analítico, crítico e criativo para determinar soluções aos experimentos propostos.

A ação inicial problematizadora da professora foi essencial e permitiu que os alunos, posteriormente, colocassem em xeque seus conhecimentos prévios para que pudesse ampliar e modificar seus subsunçores e encontrar soluções de maneira colaborativa.

Durante as atividades práticas de experimentação, foi possível perceber grande interesse e envolvimento dos alunos para atingir os objetivos propostos. Eles foram capazes de identificar componentes de um circuito, descrever fenômenos, notar comportamentos e características de cada circuito elétrico através da criação de simples questionamentos como: Por que a lâmpada aqueceu mais quando associada em série? Por que o brilho é maior nessa associação? Por que uma lâmpada que requer maior potência quase não acende quando se utiliza pilhas com baixa tensão?

Também foi possível, aos alunos, fazer observações, como por exemplo: se na associação em série, as pilhas fornecem maior potência à lâmpada, do que em paralelo, então mais rápido as pilhas irão se descarregar.

A partir das orientações e mediação da professora regente de física e da estagiária, foi possível aos alunos acentuar as variáveis envolvidas nos fenômenos, coletar e analisar dados, construindo as próprias conclusões baseadas nas previsões teóricas fornecidas durante a problematização, sendo possível aos alunos colocar em prática seus próprios métodos de resolução de problemas e criando suas próprias conclusões, assemelhando-se ao processo de um método científico.

6 CONCLUSÃO

Durante as práticas de experimentação com a aplicação do modelo de aprendizagem por descoberta autônoma, os alunos puderam assimilar melhor o conteúdo que lhes foi apresentado durante a problematização inicial fundamentada na teoria e puderam criar significados a partir dos experimentos que lhes foi apresentado.

Dessa forma, é válido salientar que o ensino de física baseado na experimentação, associado com a autonomia e o compartilhamento de ideias permite aos alunos uma liberdade de expressão, de reflexão, assim como também permite o confronto dos conhecimentos prévios com os novos saberes adquiridos através da experimentação prática para criar significados de forma bastante original e criativa. É possível assemelhar esse processo de aquisição do conhecimento com o passo de uma produção intelectual científica, à medida que o aluno pode pôr em prática seus próprios métodos científicos para resolução de problemas.

Portanto, foi possível comprovar através da prática que esse método de aprendizagem por descoberta autônoma possui grande relevância significativa durante atividades de experimentação no ensino de física, assim como também pode ser aplicado em diversas outras áreas de ensino, podendo ser uma ferramenta fundamental para o desenvolvimento de alunos mais independentes na construção do próprio conhecimento.

7 REFERÊNCIAS

DAVIS, C; OLIVEIRA, Z. de M.R. de. Psicologia na educação. Coleção Magistério 2º grau. Série **Formação do Professor**. 2 ed. São Paulo: Cortez,1994.

FERRACIOLI, L. O 'v' epistemológico como instrumento metodológico para o processo de investigação. **Revista Didática Sistemica**, v 1, p.106-125, 2005. Disponível em: <http://repositorio.furg.br/handle/1/577>. Acesso em: 15 set. 2019.

MOREIRA, M. A.; MANSINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

NEVES, S. C. *et al.* Aprendizagem significativa por descoberta: uma reflexão da problematização sob a abordagem de Ausubel. **Congresso Ibero-americano de Investigação Qualitativa em Educação**. V.1, p. 719-724, 2017. Disponível em: <https://proceedings.ciaiq.org/index.php/ciaiq2017/article/download>. Acesso em: 27 set. 2019

NUNES, A.I.; SILVEIRA, R. N. **Psicologia da aprendizagem: processos, teorias e contextos**. Brasília: Líber livros, 2008.

RONCA, A. C. C. O modelo de Ensino de David Ausubel. In: PENTEADO, W. M. A. (Org.). **Psicologia e Ensino**. São Paulo: Papelivros, 1980. p. 59-83

VALADARES, J. **A teoria da aprendizagem significativa como teoria construtivista**. Universidade Nova de Lisboa. V.1, p. 36-57, 2011. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID4/v1_n1_a2011.pdf. Acesso em: 16 set. 2019.