VI CONGRESSO INTERNACIONAL DAS **LICENCIATURAS** COINTER - PDVL 2019

APROXIMAÇÕES DIDÁTICAS ENTRE O DISCURSO EDUCATIVO DE RICHARD FEYNMAN E A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA - PROPOSIÇÕES INICIAIS.

APROXIMACIONES DIDÁCTICAS ENTRE EL DISCURSO EDUCATIVO DE RICHARD FEYNMAN Y EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO - PROPUESTAS INICIALES.

DIDACTIC APPROXIMATIONS BETWEEN OR EDUCATIONAL DISCOURSE OF RICHARD FEYNMAN AND A SIGNIFICANT APRENDIZAGEM - PROPOSIÇÕES INICIAIS.

Apresentação: Comunicação Oral

Rennan Gleyson Sousa de Sá¹; Ana Carla da Silva Santos²; José Ferreira da Silva Júnior³

DOI: <https://doi.org/10.31692/2358-9728.VICOINTERPDVL.2019.0184>

Resumo

Neste trabalho pretendemos abordar as aproximações didáticas entre os pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa proposta pelo psicólogo da educação David Paul Ausubel, que assim como outros pesquisadores, estava insatisfeito com o modelo de ensino que presenciava durante o início do Século XX e passou a se dedicar a investigar e desenvolver métodos de abordagem de ensino e aprendizagem, com as ideias do Nobel de física de 1965, Richard Philips Feynman, ilustre pesquisador que se destacou entre seus pares por sua capacidade de buscar alternativas não formais para a soluções de diversos problemas, cuja área de maior destaque está no campo da Eletrodinâmica Quântica (EDQ), mas que ao longo de sua obra e em diversas oportunidades apresentou sua insatisfação com o ensino de ciências e a forma de aprendizagem que era apresentada aos alunos, possuía uma consciência do papel do professor como um educador, suas palestras sobre o ensino de ciências atraíam multidões interessadas pela forma como o norte-americano comunicava o conhecimento científico, e como tal expressava

¹ Física, IFRN-CNAT, gssrenn@gmail.com

² Física, IFRN-CNAT, ana_car-la@hotmail.com

³ Doutor, IFRN-CNAT, jose.ferreira@ifrn.edu.br

preocupação quanto à esta área, apresentando críticas aos materiais didáticos adotados, o distanciamento da realidade diante da aula ministrada e suas opiniões quanto a forma que os aprendizes poderiam buscar para evitar uma aprendizagem mecânica, e assim sendo passageira, para este fim ele apresenta o despertar da curiosidade para alcançar um conhecimento verdadeira, significativo. Como as categorias explicativas da aprendizagem significativa já estão estabelecidas, elas são definidas a priori e para realizar a comparação entre o discurso de Feynman e o de Ausubel, aplicamos uma técnica de análise de conteúdo a partir da revisão das obras, conduzindo o problema a novas ideias a fim de desenvolver produtos de aprendizagem no ensino de física.

Palavras-Chave: Aprendizagem significativa. David Ausubel. Didática. Ensino de Física. Richard Feynman.

Resumen

En este artículo pretendemos abordar las aproximaciones didácticas entre los supuestos de la teoría del aprendizaje significativo propuesta por el psicólogo educativo David Paul Ausubel, quien, como otros investigadores, estaba insatisfecho con el modelo de enseñanza que presencié a principios del siglo XX y comenzó a dedicarse. para investigar y desarrollar métodos de acercamiento a la enseñanza y el aprendizaje, con las ideas del Premio Nobel de física de 1965, Richard Philips Feynman, un distinguido investigador que se destacó entre sus pares por su capacidad de buscar alternativas no formales para resolver diversos problemas, cuyo El área más destacada es el campo de la electrodinámica cuántica (EDQ), pero a lo largo de su trabajo y en varias ocasiones no estuvo satisfecho con la enseñanza de las ciencias y la forma de aprendizaje que se presentó a los estudiantes, tuvo conciencia del papel de maestro como educador, sus conferencias sobre educación científica atrajeron a muchos ideas interesadas en cómo los estadounidenses comunicaron el conocimiento científico y, como tal, expresaron su preocupación por esta área, presentando críticas a los materiales didácticos adoptados, el distanciamiento de la realidad frente a la clase impartida y sus opiniones sobre la forma en que los alumnos podrían buscar para evitar el aprendizaje mecánico y, por lo tanto, ser fugaz, para este fin presenta la curiosidad por alcanzar un conocimiento verdadero y significativo. Como las categorías explicativas del aprendizaje significativo ya están establecidas, se definen a priori y para hacer la comparación entre el discurso de Feynman y Ausubel, aplicamos una técnica de análisis de contenido a partir de la revisión de los trabajos, lo que lleva el problema a otros

nuevos. ideas para desarrollar productos de aprendizaje en educación física.

Palabras Clave: Aprendizaje significativo. David Ausubel. Didáctica. Didáctica de la física. Richard Feynman.

Abstract

In this paper we intend to approach the didactic approximations between the assumptions of the Meaningful Learning Theory proposed by the educational psychologist David Paul Ausubel, who, like other researchers, was dissatisfied with the teaching model he witnessed during the early twentieth century and began to dedicate himself. to investigate and develop methods of approach to teaching and learning, with the ideas of the 1965 Nobel Prize in physics, Richard Philips Feynman, a distinguished researcher who stood out among his peers for his ability to seek non-formal alternatives to solve various problems, whose The most prominent area is in the field of Quantum Electrodynamics (EDQ), but throughout his work and on several occasions he was dissatisfied with science teaching and the form of learning that was presented to students, had an awareness of the role of teacher as an educator, his lectures on science education attracted many ideas interested in how the American communicated scientific knowledge, and as such expressed concern about this area, presenting criticism of the adopted didactic materials, the distancing from reality in front of the taught class and his opinions about the way that learners could seek to avoid mechanical learning, and thus being fleeting, to this end he presents the arousal of curiosity to attain true, meaningful knowledge. As the explanatory categories of meaningful learning are already established, they are defined a priori and to make the comparison between Feynman's and Ausubel's discourse, we apply a technique of content analysis from the review of the works, leading the problem to new ones. ideas to develop learning products in physics education.

Keywords: Meaningful learning. David Ausubel. Didactics. Physics teaching. Richard Feynman.

Introdução

Uma revisão criteriosa pautada na psicologia da aprendizagem certamente não encontrará o nome do Físico Richard P. Feynman. Suas principais contribuições acadêmicas,

na segunda metade do Século XX, são trabalhos significativos na área de eletrodinâmica quântica, os quais inspiram novas gerações de estudantes até os dias atuais. Entretanto Feynman foi considerado em sua época um exemplo de educador, suas palestras sobre ensino de ciências atraíam multidões interessadas pela forma como o norte-americano comunicava o conhecimento científico, neste aspecto, pode-se apresentar Feynman como um grande divulgador da ciência. No Brasil, participou de dois encontros importantes sobre ensino de Física, o primeiro em 1952, durante um seminário no qual relatou suas experiências como professor no Brasil, e o segundo em 1963, na Primeira Conferência Inter-Americana de Educação em Física. Destes encontros e debates pode-se extrair parte de publicações que embasam este trabalho (FEYNMAN, 2006 e 2018).

Nestas oportunidades Feynman discursou para uma plateia de professores, pesquisadores, estudantes e autoridades sobre o ensino de física, levantando alguns pontos delicados, a começar pela importância social do ensino de ciências como um canal transformador, indo até a qualidade dos materiais didáticos utilizados nas disciplinas e as interações dos alunos em sala de aula com o professor.

É certo que existem inúmeros problemas no ensino de ciências tanto no Brasil como em outros países, isto fica constatado nos altos índices de evasão e reprovações, quer seja nos níveis iniciais ou nas graduações. Um estudo elaborado pelo movimento QEdu, portal de análise de dados sobre educação brasileira, constatou que 8,6% dos alunos saem da escola durante o primeiro ano do ensino médio, assim como outros 12,3% reprovam durante o mesmo período. (Campioni, 2019)

Diversos fatores podem ser apontados como os motivos destes problemas, desde o ponto de vista socioeconômico, como dificuldades geradas através de obstáculos financeiros e culturais, até o psicológico, quando levamos em conta as barreiras de aprendizagem, e esta questão nos leva até o campo da psicologia da educação, que entre suas propostas possui a preocupação de investigar fatores que possam orientar à uma melhor abordagem do ensino, atuando para solucionar problemas educacionais, propondo ações e medidas que, seguindo certas correntes de pensamento, pretendem diminuir as barreiras para o aprendizado. Neste ponto podemos citar diversos pesquisadores que se dedicaram a investigar métodos de abordagem de ensino e aprendizagem como Piaget, com a teoria do desenvolvimento cognitivo, Vygotsky, e as teorias socioculturais, construtivismo e construcionismo, em que o professor é um agente mediador, ou Bruner, e a sua teoria da descoberta.

Neste trabalho iremos explorar algumas das correlações entre as ideias propostas pelo médico psiquiatra David P. Ausubel e a sua Teoria da Aprendizagem Significativa, cujo foco está na forma de como deve ocorrer a aquisição, a assimilação e a retenção de conceitos para estes se tornem significativos, e as ideias expostas por Feynman sobre o ensino e a educação.

Fundamentação Teórica

Para alcançarmos o objetivo proposto para este trabalho realizamos um estudo com base em uma série de artigos publicados pela Revista Brasileira do Ensino de Física em razão do centenário de nascimento do físico Richard P. Feynman em 2018. Os artigos utilizados foram Caticha (2018), o qual retrata a persona do físico através de relatos baseados em experiências de convivência enquanto aluno dele, Karam (2018), que descreve a importância e as características essenciais da série de livros desenvolvidos a partir de palestras ministradas por Feynman, e os fatores que a tornam uma obra prima da didática, Moreira (2018), que apresenta relatos sobre as conferências do ensino de física no Brasil (realizadas em 1952 e 1963), que é reforçado por Baretta (2011), que destaca a visão do pesquisador no que tange o ensino de ciências no Brasil, baseado em relatos do próprio físico ao ministrar aulas para turmas brasileiras. Com Feynman, Leighton, Sands (2008), que se trata do aclamado livro Lições de Física de Feynman, apresentamos alguns pontos de destaque do pensamento do autor. Utilizamos também para fundamentar a história deste físico tão excepcional os livros de Brennan (1998) e Feynman (2006) os quais apresentam biografias sobre ele.

Correlacionamos esta pesquisa, de vida e obra do Nobel, à teoria proposta por David P. Ausubel, ao estudarmos Ausubel e Novak (1976) exploramos os conceitos da Teoria da Aprendizagem Significativa, como Moreira (2013), os quais identificam e descrevem os pontos fundamentais da teoria, sendo estes: a presença de subsunçores na estrutura cognitiva do educando, a existência de um material potencialmente significativo e o desejo do aluno em querer ter uma aprendizagem significativa. Com Núñez (2011) expomos a falta de conhecimento desta teoria por parte dos futuros professores, mesmo ela fazendo parte dos Parâmetros Curriculares Nacionais e em Rodríguez, Caballero, Moreira (2011) reforçamos os princípios propostos por Ausubel.

Metodologia

Precisamos inicialmente situarmos alguns os fatores que contribuíram para que o discurso didático de Feynman possuísse uma conexão tão forte com as propostas de Ausubel. Ambos, Richard Philips Feynman e David Paul Ausubel, foram norte-americanos, descendentes de famílias judias, nascidos em 1918, que durante a juventude conviveram com a depressão econômica americana, e as dificuldades financeiras que este período acarretou.

Enquanto Feynman, por influência familiar tornou-se fascinado pela ciência, obtendo jovem seu instinto de curiosidade e seu espírito inventivo, que o guiou até o Nobel de física em 1965. Brennan (1998). Ausubel desenvolveu em terna idade um gênio crítico em relação a educação que receberá, o que o levou a se dedicar a melhorias na forma de ensino e aprendizagem, o que o guiou no desenvolvimento da Teoria da Aprendizagem Significativa, que possui como base um distanciamento da aprendizagem mecânica, a qual também é rejeitada por Feynman. Ausubel e Novak (1976)

Resultados e Discussão

Incialmente devemos ter em mente o sentido que Ausubel propõe para que algo seja significativo. Na linguística temos que significativo é aquilo que possui significado, um conceito base. A aprendizagem significativa sofre com uma interpretação errônea de seu sentido puro, segundo Núñez (2011) “o baixo nível do conhecimento profissional dos futuros professores de ciências naturais [sobre a aprendizagem significativa]se explica pela dispersão semântica do termo significativo no contexto da educação escolar e pela insuficiência da formação inicial. ”, ou seja, muitos, professores, acreditam que tudo é significativo, no sentido de relevância, quando apresentado ao aluno, e cabe a este aprender. Porém, se algumas ponderações forem realizadas, como por exemplo: o que é essencial ensinar? Como fazer o aprendiz enxergar na realidade aquilo que lhe é apresentado? Como desenvolver uma formação cidadã? E principalmente, o que o motiva? Veremos falhas nesta linha de pensamento.

Para David Ausubel, médico que se dedicou à psicologia da educação, o professor age como um catalizador na formação dos alunos, em sua teoria destacam-se alguns fatores, condições, necessários, para que haja uma aprendizagem realmente significativa, para ele deve

existir: a presença de materiais potencialmente significativos, a existências de subsunçores, que forneceriam a ponte entre novos conhecimentos e informações relevantes presente na estrutura cognitiva do aprendiz e pôr fim a determinação do aprendiz em querer uma aprendizagem significativa. Somente quando estes fatores estão presentes é que pode haver uma aprendizagem realmente significativa, ou seja, passaria a existir uma sequência de aquisição, assimilação e retenção das novas informações passadas.

Iremos agora abordar estes fatores da aprendizagem de Ausubel, em primeiro lugar iremos apresentar o ponto principal da teoria, o conceito de subsunçores. Um subsunçor é um termo utilizado para definir a ancoragem de novas ideias a termos já internalizados pelo aprendiz, isto é, ele é a fundação a qual uma nova ideia irá se sustentar para realizar a interação com aquilo que o aluno já sabe.

Este processo de interação que ocorre por ancoragem caracteriza-se por não ser estático, mas está em contínuo desenvolvimento novas informações são progressivamente diferenciadas, reestruturadas, conforme a vontade de aprender do aluno e por fim momentaneamente estabilizadas, e assim o aprendiz passa a atribuir um significado à informação, até que novos conhecimentos lhe sejam apresentados [Rodríguez, Caballero e Moreira, 2011], assim podemos dizer que o aluno não é ser vazio a ser preenchido de conhecimento, por sua vivência e relações com diversos temas ele já possui informações, o que é necessário é realizar a devida conexão.

Este tema, de construção de novas ideias com base em conhecimentos preexistentes, é algo recorrente em outras linhas de pensamentos como explicita Rodríguez, Caballero e Moreira (2011):

Em Kelly (1963) o elemento fundamental é o de construto pessoal, de onde o sujeito aprende, ou gera novas construções, a partir do que ele já havia construído. Em Johnson-Laird's (1983), a construção chave é a do modelo mental, da qual se deduz que o sujeito constrói novos modelos mentais a partir da recursão de modelos anteriores, a partir de primitivas conceituais e da percepção. Vergnaud (1990) também usa o conceito de esquema, mas seus esquemas têm invariantes operativos que são constituídos em conhecimento implícito, tendo grande influência na construção de novos esquemas e novos conceitos. [Tradução nossa]

Neste quesito Feynman tinha uma ideia simples sobre o ensino e o conhecimento dos alunos, como podemos observar no prefácio especial do livro “Lições de Física de Feynman”, em que, como se dirigindo a outros professores, escreveu: “em primeiro lugar, descubra por que quer que os alunos aprendam o tema e o que quer que saibam, e o método resultará mais ou menos por senso comum”. [Feynman, 2008, 1, p. xii]

Agora temos a seguinte situação, como alcançar em sala de aula os subsunçores

presentes nos alunos? Ou seja, como realizar a aquisição de ideias? Sabendo que cada um possui uma carga de conhecimentos específicos, e assim realizará as interações com o novo assunto de forma diferente? Feynman se sobressai aqui apresentando uma ideia simples e aplicável facilmente por professores, a de expor os conteúdos sem distanciamento dos fenômenos naturais, isto é, não apresentar o conteúdo apenas através de formulas e situações impossíveis. Neste sentido ele descreveu uma situação que passou em ao assistir uma aula na faculdade de engenharia, nela um professor falava sobre a questão de equivalência entre corpos e que poderíamos considerar eles equivalentes de troque iguais agindo sobre eles produzissem acelerações iguais, estava evidente para Feynman que em suma o professor estava falando sobre os momentos de inércia dos corpos, mas ele, o docente, não abordava este assunto do ponto de vista fenomenológico. O pesquisador ainda afirma que ao questionar um dos alunos que assistiram a essa aula ele apenas reproduziu de forma mecânica o que acabará de ouvir do professor pois esta poderia ser uma das perguntas de uma prova futura, e assim o aluno poderia passar na disciplina, entretanto os alunos não aprenderam essencialmente um fenômeno natural causado pelo momento de inércia de um corpo. [Feynman, 2006. pg. 207]

Portanto, uma vez que os fenômenos naturais têm o poder de confirmar ou destruir com as mais fortes das teorias, nada mais sensato do que guiar as aulas de modo a aproximá-las da realidade. Ao abordarmos assuntos cotidianos na vida dos nossos alunos, como por exemplo, as formas com as leis de Newton, que agem em nos corpos dentro de um ônibus, ou a percepção de empuxo ao tentarmos submergir alguns corpos em um fluido específico, teríamos a capacidade de alcançar experiências vividas pelos alunos e assim eles teriam um ponto de partida, ou segundo Ausubel, um sunsunçor, uma base em que apoiariam a nova informação, estando assim aptos a desenvolver uma aprendizagem mais significativa. Ainda, de acordo com Baretta et al. (2011):

A exemplificação de qualquer conhecimento é fundamental para a compreensão da sua relação com o mundo em que vivemos e a falta dela fortalece a memorização de definições em detrimento da reflexão, já que a visualização dos fenômenos pode tornar-se algo distante dos alunos, fazendo parecer difícil entender a sua descrição teórica

O segundo pilar para a teoria da aprendizagem de Ausubel, se encontra nos materiais adotados para alcançar esta aprendizagem significativa, aqui destacamos que um material significativo não é sinônimo para um material de extremos, isto é, ou muito fácil e sem profundidade ou tão complexo que não é capaz de alcançar os alunos. Então quando tratamos de materiais significativos estamos nos referindo a obras, ou ferramentas de mesmo propósito,

que possam fazer conexão com os subsunçores dos alunos.

Logo, mesmo que algo tenha sido construído com o propósito de ser extremamente relevante para o educando se não houver uma adaptação a possíveis conhecimentos prévios, ele não será eficiente, levando a uma aprendizagem puramente mecanicista.

Porém, não basta matérias realmente adaptados se eles não alcançarem os alunos, e para isto o educador deve utilizar uma abordagem despertar no aprendiz ideias preexistentes. Segundo Moreira (2013) explica:

Quer dizer, um material instrucional (um livro, por exemplo) será potencialmente significativo se estiver bem organizado, estruturado, aprendível, e se o aprendiz tiver conhecimentos prévios que lhe permitam dar significados aos conteúdos veiculados por esse material.

Neste sentido, por exemplo, um material que descreve campos magnéticos e correntes elétricas utilizando apenas a descrição física/matemática, mas não aborde o simples funcionamento de uma bússola, ou a interferência que um celular pode causar em seu campo, ou uma exemplificação de isolamento causado por folhas de alumínio. O que levaria o aluno a fazer uma assimilação de ideias mais facilmente.

Feynman, ao discursar durante a conferência de 1952, foi bastante crítico aos materiais adotados no Brasil, apontando a falta de exemplo reais, erros em dados experimentais, conteúdos apresentados sem o devido cuidado de realmente conectá-lo ao mundo real [Feynman, 2016, pg. 211], pois afinal, se a física pode descrever a natureza de forma bastante aproximada por que não utilizar esse fato para aproximá-la da realidade em sala de aula?

Este inconformismo com estruturas de materiais didáticos e talvez sua conscientização de professor como um educador o guiaram a concordar palestrar para os calouros da Caltech e transcrever essas palestras em material didático para os alunos, pois acreditava que ao ensinar aos calouros estaria fazendo algo importante como professor, além de ter a oportunidade de apresentar a física de um modo reformulado seguindo uma linha de pensamento mais generalista. Mas isto não significa apresentar os conteúdos de forma vazia, o que Feynman pretendia chegando a falar que se não era capaz de simplificar um tópico de modo que um calouro pudesse entender então se compreendia bem aquele assunto. Destas palestras resultaram as *The Feynman Lectures on Physics* (Lições de Física de Feynman), os tão conhecidos livros vermelhos. Segundo ele mesmo sua maior contribuição para a física não seria a QED (Quantum Electrodynamics), mas sim seus livros didáticos.

Diversos alunos e professores veem sua obra como magistral, e segundo Karam (2018) “a maior obra-prima da didática da física”. Isto se deve a forma com a qual ele aborda as questões mais diversas da física, digo questões não no sentido de problemas, pois ao longo de seus três volumes não há sequer um único exemplo resolvido ou quiçá problemas ao fim de um capítulo, mas sim no sentido de que ele aproxima a física para o mundo real, como fazia em suas aulas, fazendo a física deixar de ser uma caixa de conhecimentos individuais, compartimentalizados, mas um conjunto descritivo de ideias da física. Os textos nos livros estão repletos de fenomenologia², a física está no mundo, então porque se limitar a tratá-la de forma distante? Ele chega a dedicar um capítulo apenas para correlacionar diversas áreas com a física, não apenas das ciências naturais, como a biologia e a geologia, mais também com a psicologia, mesmo que fazendo uso de analogias. [Feynman, 2008, cap 3]

Este tipo de didática pode vencer a barreira da desmotivação do aluno, que de acordo com o Politize, Figura 1, é um dos fatores que levam a evasão escolar, pois várias vezes temos o caso do aluno se desinteressar por determinado conhecimento, pois o mesmo não consegue associar, por falta de subsunções específicas, o que está lendo a situações concretas no mundo a sua volta, mesmo que ele consiga enunciar toda a definição de momento de inércia ao ver uma bola de gude rotacionar ao descer uma rampa durante um jogo e não conseguir fazer a devida correlação física, todo seu conhecimento não passa de ideias momentâneas, um conhecimento efêmero e passageiro.

Figura 1: Dados do portal Politize, apresentando distorção idade-série.

Fonte: Politize!: A REALIDADE E OS DESAFIOS DA EDUCAÇÃO BRASILEIRA

Assim, a utilização de materiais significativos pode ser a porta de entrada para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa, há também que ressaltar que deve haver uma diversidade de materiais potencialmente significativos, abandonar a ideia de um livro didático único “usar o livro, ou a apostila, como único texto é apresentar uma única visão, é usá-lo como um manual. Manuais são para treinar, não para educar.” [Moreira, 2013].

Reiterando, para uma aprendizagem significativa, como já mencionado, necessitamos de aspectos intrínsecos, como, a transformação de materiais com significado lógico em materiais psicológicos, a ancoragem de ideias novas com base em interações de conhecimentos já presentes nas estruturas, e o desejo de aprender significativamente do aluno. Este último ponto

em específico caracteriza-se hoje como o mais complexo de ser atingido, pois como podemos despertar o interesse do educando em aprender de forma significativa? Para Feynman, um dos mecanismos que podemos utilizar para estimular a vontade de entender, não apenas de forma momentânea, mas de forma a construir um conhecimento verdadeiro, seria através da curiosidade. Segundo o que relata Caticha (2018) “a mensagem diária [de Feynman] era sobre a importância da curiosidade, de conviver honestamente com a dúvida, de não ter medo das dificuldades e se divertir fazendo ciência. ”

Contudo, como podemos despertar o ímpeto em desenvolver a criatividade e o desejo de aprender? Se tivermos consciência de algumas temáticas podemos encontrar um modo de atingir este objetivo.

Em primeiro lugar é importante saber que a curiosidade é uma característica essencial humana, ela é um mecanismo poderoso do homem para descobrir o mundo ao seu redor, de explorar novos lugares ou novas possibilidades de execuções de tarefas. Exploramos o mundo enquanto estamos nele e assim evoluímos constantemente. Mas o que vemos, principalmente nas ciências exatas é o ceifamento da imaginação criativa, por exemplo nas escolas de engenharia “o mínimo de imaginação, preocupação social ou interesse cultural é eliminado sob a carga de esmagamento de assuntos puramente técnicos. ” [Florman, apud Törnkvist 1998]. Este pensamento não foge do que vemos na física, em que encontramos uma narrativa fechada, focada nas resoluções de problemas restritos que pouco possibilitam a criatividade.

Em segundo lugar a curiosidade leva à dúvida, a dúvida leva ao questionamento se neste ponto o desejo de conhecimento por parte do aluno é cerceado não houve avanço algum. Há muitos motivos que levam o educando a não perguntar em sala de aula: insegurança por parte de seus próprios conhecimentos, timidez e até medo, medo de ser julgado por seu professor ou seus colegas e assim ser taxado de alguma forma. Questionar é a verdadeira extensão do conhecimento, você questiona aquilo que não sabe, e em maior medida aquilo que você acredita que saber. Feynman descreve uma situação durante um curso ministrado no Brasil na faculdade de engenharia sobre métodos matemáticos na física que retrata um pouco deste aspecto:

Uma outra coisa que nunca consegui que eles fizessem foi perguntas. Por fim, um estudante explicou-me: se eu fizer uma pergunta para o senhor durante a palestra, depois todo mundo vai ficar me dizendo ‘por que você está fazendo a gente perder tempo na aula? Nós estamos tentando aprender alguma coisa, e você o está interrompendo, fazendo perguntas’. ” (FEYNMAN, 2006)

A aprendizagem significativa prevê que o aprendiz desperte o desejo para a aprendizagem, neste sentido é necessário estimular o aluno a questionar e este deveria

representar um papel importante do sistema de ensino, mas novamente não é isto o que ocorre, cria-se um cenário em que é lamentável que o educando não pergunte, porém, é ainda pior que ele não seja sequer estimulado a realizar tal ação pois não há uma continua vontade em atizar a curiosidade que nos é tão natural, o que ocorre muitas vezes em sala de aula é uma busca por memorização de conteúdos e resoluções padronizadas, desperdiçando assim nas mentes mais jovens um potencial para se alcançar novas possibilidades.

Este cenário tornasse ainda mais grave quando analisamos sob a ótica da formação docente, uma vez que durante a graduação criasse um cenário em o estudante direciona seus esforços para a execução de uma prova, e não se dedica a internalizar os conceitos que ela abrange, tornando assim o conhecimento efêmero. Segundo Baretta et al. (2011):

Cria-se um subsistema de aprendizado: os estudantes criam seu próprio banco de provas, traçam o perfil da avaliação de cada professor e as repassam às gerações seguintes; graduam-se extremamente experientes em atingir boas notas nas provas de maneira fácil e rápida.

É importante mencionar que esta característica, a memorização, é combatida por Ausubel, para ele a memorização é decorrente de uma aprendizagem mecanicista, em que há pouca retenção de informações a longo prazo. Portanto, para que uma aprendizagem seja significativa, e que haja uma verdadeira retenção de conceitos, o aluno:

[...] deve querer relacionar o novo conteúdo de maneira não literal e não arbitrária ao seu conhecimento prévio, independentemente de quão potencialmente significativa é a nova informação (incômodo ou uma proposição, por exemplo), se a intenção do sujeito fosse apenas memorizá-lo de uma maneira arbitrário e literal, o aprendizado só pode ser mecânico. [Moreira, 1997]

Ocorre também a situação que em muitas disciplinas nos ensinos básicos, e em cursos superiores, o professor adota um livro base e utiliza-o em toda sua extensão, conceito a conceito, exemplo a exemplo, e o aluno copia o que é exposto, cabendo-lhe ao fim fazer inúmeros problemas deste livro, pois alguns deles estarão na prova, sendo que a maioria já se encontra resolvido na internet e o professor sabe disso o que torna todo esse sistema uma perda de tempo de profissionais capacitados, pois ele, o aluno, muitas vezes irá apenas memorizar o caminho de como chegar nas respostas, pois a prova é o objetivo, e não o conhecimento em si.

Conclusões

Richard Feynman foi sem dúvidas um cientista que se destacou entre seus pares, realizando diversas e significativas contribuições para a ciência, mas seu papel na educação e ensino de

física nem sempre são apontados, tendo suas ideias dois pilares: a física como ciência básica de extensas aplicações e as ciências como elemento transformador e de crescimento humano, capaz de ampliar e desenvolver a liberdade de pensamento.

Ele descreveu estas características ao longo de suas obras e discursos, ao nos debruçarmos sobre os aspectos didáticos podemos realizar aproximações didáticas com as ideias de Ausubel para uma aprendizagem significativa.

Portando, ao longo deste trabalho algumas das diversas correlações que podemos estabelecer entre as ideias propostas por David Ausubel na teoria da aprendizagem significativa e os diversos discursos de Richard Feynman no que tange a educação, cabendo ressaltar que este não é um pedagogo, no sentido da área de atuação, em ensino de física. Assim como apresentamos alguns dos pontos mais relevantes da teoria da aprendizagem significativa, como os materiais com poder a se tornar significativo, a necessária presença de ideias para a ancoragem de novos conceitos e a determinação do aluno em querer tornar esta aprendizagem significativa.

Referências

AUSUBEL, D.P. *Psicología Educativa: un punto de vista cognoscitivo*. Trillas: México. 1976 (Ed. Orig.: 1968, *Educational Psychology: A cognitive view*. Holt, Rinehart & Winston,: N.Y.)

BARETTA, G. et al. O senhor feynman não estava brincando: A educação tecnológica brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA-COBENGE, XXXIX. [S.l.: s.n.], 2011.

CAMPIONI, P. A REALIDADE E OS DESAFIOS DA EDUCAÇÃO BRASILEIRA. Politize, 05 de nov. de 2018. Disponível em: < <https://www.politize.com.br/educacao-brasileira-realidade-e-desafios/>>. Acessado em 17, de jul. de 2019.

CATICHA, N. Remembering feynman. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, SciELO Brasil, v. 40, n. 4, 2018.

FEYNMAN, R.; SR, O. senhor está brincando. *Feynman!: as estranhas aventuras de um físico excêntrico*. [S.l.]: Elsevier, São Paulo, 2006.

FEYNMAN, R. P. The problem of teaching physics in latin america. *Engineering and Science* , California Institute of Technology, v. 27, n. 2, p. 21–30, 1963.

FEYNMAN, R. P.; LEIGHTON, R. B.; SANDS, M. *Lições de física de Feynman: edição definitiva*. [S.l.]: Bookman, 2008.

KARAM, R. O que diferencia as feynman lectures de livros tradicionais? Revista Brasileira de Ensino de Física , v. 40, n. 4, p. e4204, 2018.

MOREIRA, M. A. Aprendizaje significativo: un concepto subyacente. Actas del encuentro internacional sobre el aprendizaje significativo, v. 19, p. 44, 1997.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa em mapas conceituais. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física , 2013.

NÚÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L.; UEHARA, F. M. G. Aprendizagem significativa e o conhecimento profissional de futuros professores de ciências naturais. Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review , v. 1, n. 3, p. 12–24, 2011.

RODRÍGUEZ, M.; CABALLERO, C.; MOREIRA, M. Aprendizaje significativo y formación del profesorado. Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review–V1(1), p. 58–83, 2011.

TÖRNKVIST, S. Creativity: Can it be taught? the case of engineering education. European Journal of Engineering Education, Taylor & Francis, v. 23, n. 1, p. 5–12, 1998.

WILSON, P.; MADSEN, L. The Memoir Class for Configurable Typesetting -User Guide . Normandy Park, WA, 2010. Disponível em: <<http://mirrors.ctan.org/macros/latex/contrib/memoir/memman.pdf>>. Acesso em: 19 dez. 2012.