



O USO DE TICS E A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA: UMA REVISÃO DE LITERATURA.

THE USE OF ICT AND THE THEORY OF MEANINGFUL LEARNING IN MODERN AND CONTEMPORARY PHYSICS TEACHING: A LITERATURE REVIEW.

AUGUSTO CESAR MARTINS BICALHO

Graduado em Licenciatura em Física - Universidade Federal do Espírito Santo/Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde/Departamento de Química e Física/email:martinsaugusto70@gmail.com

MARCIA DA COSTA

Doutora em Ensino de Ciência e Educação Matemática - Universidade Federal do Espírito Santo/Departamento de Química e Física/Programa de Pós-Graduação em Ensino, Educação Básica e Formação de Professores/email:marcia.costa.21@ufes.br

RESUMO

Ao analisar a literatura da área de ensino, percebe-se um grande número de trabalhos que discutem a necessidade de uma atualização curricular na disciplina de Física no Ensino Médio. Sugerem que ocorra a inserção de conteúdos de Física Moderna e Contemporânea (FMC), uma vez que a ausência destes conteúdos é prejudicial à formação dos alunos, pois eles permitem uma melhor interação dos alunos com a sociedade e suas tecnologias. Este trabalho é uma Revisão de Literatura que teve como base de dados, teses e dissertações, atas de eventos e periódicos da área de Ensino. Teve como objetivo investigar a inserção de FMC articulada às simulações e a Teoria da Aprendizagem Significativa. Os dados foram analisados segundo a Análise de Conteúdo. Visualizando o panorama dos trabalhos foi possível reunir metodologias e recursos didáticos, especificamente relacionados às simulações que podem auxiliar o professor e melhorar a interação dos alunos com a FMC.

Palavras-chave: Física Moderna, Aprendizagem Significativa, Revisão de Literatura, Simulações.

ABSTRACT

When analyzing the literature in the area of teaching, a large number of works are perceived that discuss the need for a curricular update in the subject of Physics in High School. They suggest the insertion of Modern and Contemporary Physics (MCP) contents, since the absence of these contents is detrimental to students' education, as they allow a better interaction of students with society and its technologies. This work is a Literature Review that had a database, theses and dissertations, minutes of events and periodicals in the area of Education. It aimed to investigate the insertion of FMC articulated with simulations and the Theory of Meaningful Learning. Data was analyzed according to Content Analysis. Viewing the overview of the works, it was possible to gather methodologies and didactic resources, specifically related to simulations that can help the teacher and improve the interaction of students with the MCP.

Key-words: Modern Physics, Meaningful Learning, Literature Review, Simulations.

INTRODUÇÃO

O avanço da Ciência tem provocado mudanças no ambiente e nos modos de vida em sociedade. Estes avanços fazem com que a sociedade tenha que lidar com tecnologias e conhecimentos científicos diretamente ligados ao cotidiano. Apesar da interação constante com as tecnologias, ainda é necessário promover uma formação científica mais ampla para permitir a compreensão do funcionamento das ciências e tecnologias inerentes ao convívio social. Esta formação pode ser feita a partir do ensino em sala de aula, que se configura, para grande parte da população, como o maior meio de acesso à ciência e informação (PAGLIARINI, ALMEIDA, 2016).



Diante deste cenário, e da falta de abordagens de temas contemporâneos no ensino, é consenso entre a comunidade científica que o ensino de Física necessita de inovações e melhorias. Uma maneira de inovar o ensino de Física no EM, e atender aos parâmetros estabelecidos é a inserção de tópicos de Física Moderna e Contemporânea (FMC), que podem se relacionar com a vivência dos alunos e promover um ensino mais contextualizado. Porém sua implementação no EM ainda não é uma realidade na maioria das escolas públicas brasileiras. Devido a alguns impedimentos que afetam o ensino de FMC e outros conteúdos do EM, como os conceitos que são difíceis de explicar e que exigem muita abstração, e o currículo escolar direcionado ao vestibular (SILVA; REIS; REGO, 2019).

Uma possível alternativa para lidar com algumas das dificuldades presentes ao se ensinar FMC, é a utilização de Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) como simulações virtuais, que são apresentadas na literatura como bons recursos para facilitar a aprendizagem, pois propiciam um ambiente motivador, incentivam a participação dos alunos, e promovem Aprendizagem Significativa (ALMEIDA, 2018).

Assim, esta investigação teve como objetivo efetuar uma revisão de literatura para mapear estratégias para o ensino de tópicos de FMC. Pois, considerar pesquisas que exploram formas de inserir tópicos de FMC no ensino de Física pode contribuir para que, progressivamente, estes conteúdos sejam incorporados ao currículo (PAGLIARINI; ALMEIDA, 2016). O foco da revisão será investigar o uso de simulações e como elas são articuladas com a teoria da aprendizagem significativa em investigações educacionais. Deste modo, essa investigação procurou responder ao seguinte questionamento: quais são as abordagens que utilizam simulações atreladas à teoria da aprendizagem significativa, para o ensino de FMC, presentes em produções acadêmicas nacionais publicadas nos últimos 12 anos?

REFERENCIAL TEÓRICO

A implementação de conteúdos de FMC no EM, é um tema recorrente em pesquisas a respeito de ensino de Física. Essa preocupação com o ensino de FMC defende que os professores possam abordar temas mais atuais e que estejam relacionados com o cotidiano dos alunos. Nesse sentido Goulart e Leonel (2019, p. 2) apontam que,

A culminância na atualização curricular na disciplina de Física dá-se com base no estabelecimento de que os conhecimentos sustentados pela Física Clássica (FC), embora cruciais também à formação do educando, podem não contemplar em sua totalidade discussões presentes dentro do contexto atual, fazendo que haja a necessidade de serem implementados conhecimentos contemporâneos, e que estejam mais próximos dos educandos, como por exemplo, a inserção de tópicos da Física Moderna e Contemporânea (FMC).

Diante deste cenário é necessário pensar em formas de se ensinar FMC, usando metodologias ou ferramentas que tenham potencial de facilitar o seu ensino e que ajudem a lidar com algumas dificuldades que impeçam o ensino destes tópicos. Uma maneira de



facilitar o ensino é o uso de Simuladores dos experimentos. As simulações facilitarão o ensino e podem tornar viável a introdução de princípios quânticos, que serão úteis para que os estudantes compreendam os motivos que levaram ao início da FMC, e ainda permitirão discutir as aplicabilidades da Física nas tecnologias atuais (ALMEIDA, 2018).

Muitas atividades pedagógicas para o ensino de Física, com uso de simuladores, assumem a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel como fundamentação teórica (GONÇALVES; GOMES, 2019). Isso ocorre pois em sua obra, o precursor da Teoria da Aprendizagem Significativa, no ensino de Física no Brasil, Marco Antonio Moreira (2010) apresenta princípios viáveis para facilitar a ocorrência de aprendizagem significativa.

Moreira foi um dos primeiros pesquisadores no Brasil a propor o uso da teoria da aprendizagem significativa com o ensino de física, e posteriormente contribuiu para esta área ao propor a teoria da aprendizagem significativa crítica, em que cita que o uso de recursos didáticos diferenciados, como as simulações virtuais, pode facilitar o processo de aprendizagem significativa.

Diante deste cenário se justifica a escolha de realizar uma pesquisa que investiga a relação entre as simulações e a teoria da aprendizagem significativa. As simulações são recursos que podem auxiliar no ensino de FMC, na visualização de experimentos relevantes para o entendimento de conceitos complexos, possivelmente motivando os alunos e despertando interesse pela ciência envolvida, além de que se usada de forma interativa permite um papel ativo do aluno. E o uso de simulações é amparado por princípios da aprendizagem significativa, como o da não utilização do quadro-de-giz. Da participação ativa do (a) aluno (a). Da diversidade de estratégias de ensino (MOREIRA, 2010).

METODOLOGIA

Este trabalho consiste em uma revisão sistemática de literatura (OKOLI, 2019) que segue o método organizacional descrito na Análise de Conteúdo de Bardin (2011). A análise de conteúdo é um conjunto de técnicas para efetuar uma análise sistemática do conteúdo de mensagens, pode ser aplicada na análise de diferentes gêneros de documento, dentre eles os artigos. Logo foi usada para definir os passos a serem seguidos na revisão bibliográfica, que se decompôs em três processos, a pré-análise, à exploração do material e à análise dos resultados.

Na pré-análise ocorreu a exploração das bases de dados, para reunir os materiais a serem investigados, as bases utilizadas foram o catálogo de teses e dissertações, atas de três eventos relacionados ao Ensino de Física, o Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), o Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF), e o Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), e em periódicos nacionais da área de ensino publicados em revistas de estrato A1, A2 e B1 segundo o Qualis Periódicos-Plataforma Sucupira. Foi delimitado um período de onze anos (2010 a 2022) para as buscas, com objetivo de mapear as produções acadêmicas recentes. As palavras-chave utilizadas nos



buscadores foram: “Física Moderna”, “Simulações Virtuais/Computacionais” e “Aprendizagem Significativa”.

Na etapa de exploração do material foram elaboradas Unidades Temáticas (UT), em que cada uma agrupa os trabalhos científicos de acordo com suas características predominantes. A última etapa foi uma análise crítica de todo o material selecionado e organizado em UT, o que permitiu elaborar interpretações e expor dados que dão significado ao material bruto da revisão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos trabalhos identificados nas bases de dados, por meio da primeira leitura, foi feita a escolha dos artigos que passariam para a próxima etapa da revisão. Essa escolha se deu mediante o uso do seguinte critério: artigos fundamentados na teoria da aprendizagem significativa e que apresentavam o uso de simulações para o ensino de FMC.

Efetuada as buscas em periódicos. Foram encontrados 140 artigos a respeito de FMC. Após uma leitura refinada foram separados para análise 13 artigos que se distribuem entre cinco revistas: Caderno Brasileiro de Ensino de Física (5); Ciência e Educação (1); Investigações em Ensino de Ciências (2); Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia (4); Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (1). Em relação aos trabalhos identificados nos eventos científicos analisados, foram encontrados 86 trabalhos publicados nos três eventos e após uma primeira leitura 6 trabalhos foram incorporados à revisão, 4 foram publicados no SNEF, um foi publicado no EPEF, e um foi publicado no ENPEC. Dentre as 62 teses e dissertações encontradas, somente 24 (02 teses e 22 dissertações) foram selecionadas para a revisão.

A próxima fase da revisão foi a exploração do material, nela foram feitas leituras cuidadosas a fim de elaborar Unidades Temáticas (UT), nas quais foram agrupados os artigos de acordo com suas características predominantes. No Quadro 1 estão presentes as UT elaboradas e a classificação do material.

Quadro 1 - Classificação das obras analisadas

Unidades Temáticas	Registros
UT1: Unidades de Ensino potencialmente significativas (UEPS)	09
UT2: Sequências didáticas que utilizam simulações como um dos recursos didáticos	11
UT3: Implementação de simulações em sequências didáticas	25

Fonte: Produção do próprio autor (2023).

A UT1 contém quatro artigos que apresentam Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), que utilizam simulações, ou seja, sequências didáticas que usam os passos de uma UEPS para estruturar as abordagens didáticas. A seguir são listados dois exemplos da UT1.

Silva (2015) que apresenta uma UEPS, fundamentada na utilização de aspectos de História e Filosofia da Ciência e uso de simulação computacional, que contempla os



conceitos de Efeito Fotoelétrico para alunos de um Curso de Educação Profissional Técnica de Nível Médio Integrado.

Benaquio (2016) apresenta um relato da aplicação de um Material Instrucional baseado nos aspectos teóricos da Aprendizagem Significativa e nas orientações para a elaboração de UEPS, que aborda conceitos relacionados ao Efeito Fotoelétrico e utiliza simulações virtuais para facilitar o processo de aprendizagem significativa, ou seja, espera-se que as simulações funcionem como materiais potencialmente significativos.

A UT2 contém 11 artigos em que as simulações virtuais são utilizadas como recursos para enriquecer o aprendizado, ou seja, atuam como ferramentas para complementar uma determinada abordagem de conteúdos de FMC.

Como na obra de Silva, Júnior e Nobre (2011), que apresenta um curso sobre FMC ministrado para alunos do 3º ano do EM, do setor público e privado da cidade de Juazeiro do Norte - CE. O objetivo da abordagem era verificar se houve aprendizagem significativa ao se abordar tópicos de FMC com o uso de mídias. O curso continha uma revisão de conteúdos da FC e introduzia FMC de forma bem ampla. Durante a inserção de FMC foram usadas as seguintes simulações da Physics Education Technology (PhET) Interactive Simulations: Modelos do Átomo de Hidrogênio, Fissão Nuclear, Efeito Fotoelétrico e Espectro da Radiação do Corpo Negro.

Como exemplar desta UT2, Tironi et al. (2013) apresentam um relato sobre atividades desenvolvidas em turmas de alunos do 3º do EM, e envolve os seguintes temas: Nanotecnologia e Efeito Fotoelétrico e os fenômenos presentes nas tecnologias atuais. O objetivo era verificar a ocorrência de uma aprendizagem significativa associada ao uso de TICs, em especial a simulação do PhET sobre efeito fotoelétrico e funcionamento físico do LED.

Os 25 artigos presentes na UT3 permitem analisar pesquisas focadas em recursos computacionais, esta UT contém artigos em que o uso das simulações nas sequências didáticas é planejado de forma sistemática e as simulações não são apenas uma ferramenta para facilitar a aprendizagem, mas possuem grande papel para cumprir os objetivos educacionais das abordagens. Logo nos artigos é descrita de forma detalhada a implementação das simulações na sala de aula.

Como na obra de Cardoso (2011) que apresenta uma sequência de atividades para o ensino de Efeito Fotoelétrico para alunos do EM do Instituto Regina Pacis. A sequência possui as seguintes atividades: pré-teste, organizadores avançados, simulação computacional usando um roteiro de atividades, organizadores explicativos, e teste de avaliação final. Essa sequência foi caracterizada pelo uso de simulações de forma articulada a teoria da aprendizagem significativa.

Outro exemplar é a obra de Joaquim (2013) que elaborou um sistema Hipermídia para o ensino de Teoria da Relatividade de Einstein para alunos do EM. O sistema continha simulações dentre suas diversas mídias. Durante todas as fases da abordagem o sistema hipermídia foi relacionado com a teoria da aprendizagem significativa.



Ao analisar todos os artigos presentes na UT2 e UT3, foi possível perceber que as simulações estão sendo utilizadas seguindo a três abordagens diferentes, no que diz respeito ao grau de interatividade dos alunos com as simulações: 1) Demonstrativa; 2) Interativa por meio de atividades investigativas e 3) Interativa por meio de roteiros e/ou atividades propostas pelo professor.

Analisando estes diferentes trabalhos é possível perceber que as simulações inseridas no ensino de FMC apresentam objetivos educacionais distintos, e isso reflete na maneira com que são usadas na sala de aula. O grau de interatividade dos estudantes com as simulações depende dos objetivos da abordagem, de maneira que os docentes podem optar pela melhor maneira de conduzir as atividades em sala de aula, visto que ambas as abordagens trouxeram bons resultados e alternativas, como relatado pelos autores. Porém, vale ressaltar que abordagens voltadas para a interação dos alunos com as simulações podem facilitar a aprendizagem significativa, já que fornece autonomia aos alunos, permitindo que eles explorem as TICs de forma mais livre. O que é amparado por dois princípios apresentados por Moreira, o princípio da aprendizagem pelo erro e o da participação ativa do aluno, e da diversidade de estratégias de ensino.

Ao efetuar a análise de dados foi possível perceber que certos trabalhos relacionaram as simulações utilizadas com as cinco estratégias pedagógicas de Ausubel. Ou seja, além de serem usadas como facilitadoras da aprendizagem e como recursos para diversificação, as simulações foram empregadas de forma planejada em estratégias direcionadas a aprendizagem significativa. Exemplos destes trabalhos são:

Maciel (2015) utiliza as simulações como uma ferramenta para promover a Reconciliação Integradora dos conteúdos. A Reconciliação diz que durante o processo de ensino de um conteúdo, devem ser apresentadas semelhanças e diferenças importantes entre os conceitos. E este trabalho realiza esta orientação ao estabelecer uma relação entre a teoria apresentada e a real funcionalidade dos experimentos por meio dos simuladores.

Benaquio (2018) utiliza estas estratégias em duas seções de seu material instrucional. Em uma seção do material é trabalhada a diferenciação progressiva do papel da intensidade no efeito fotoelétrico, com foco na intensidade, através do uso de uma simulação Phet e um experimento. Em seguida a simulação do efeito fotoelétrico é usada novamente, agora com foco na frequência de corte para ocorrência do efeito fotoelétrico. Procurando incentivar a reconciliação integradora, através da diferenciação progressiva dos conceitos de intensidade e frequência da luz.

E por último os trabalhos de Silva (2015) e Cardoso (2015) que relacionam o uso das simulações com os princípios programáticos: a Diferenciação progressiva, Reconciliação Integrativa, Organização sequencial e Consolidação. Ambos os artigos dedicam uma parte de seu texto para explicar de forma detalhada cada uma das estratégias e relacionar com as simulações, e como elas podem contribuir para o processo de aprendizagem significativa.

Um dado importante encontrado é que não foram encontrados trabalhos que usaram as simulações como organizadores prévios. De acordo com Moreira (2012) não existe uma



definição precisa e definitiva de que material deve ser usado como um organizador prévio, pode envolver a leitura de um texto, a observação de uma imagem, ou até a interação com uma simulação. Logo, este resultado abre brecha para se usar as simulações em novos contextos, ou seja, explorar as contribuições das simulações como organizadores prévios no ensino de FMC.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta Revisão ajudou a evidenciar que nas publicações na área de ensino de FMC, existem diversas abordagens para o ensino de FMC, muitas delas voltadas para o uso das simulações como recursos didáticos, pois despertam interesse nos alunos, facilitam a aprendizagem, e promovem interações com experimentos que não seriam possíveis em uma reprodução real.

Foi possível evidenciar a articulação entre o uso de simulações com princípios da aprendizagem significativa nas pesquisas analisadas, que sugerem potencialidades do uso das simulações para facilitar a aprendizagem. Em especial os trabalhos que apresentam UEPS, que são sequências didáticas cujo objetivo principal é promover aprendizagem significativa.

Outra forma eficiente de inserir simulações de forma conjunta com a aprendizagem significativa é relacionar os recursos computacionais com os princípios programáticos de Ausubel. Esta relação foi explorada por um número pequeno de trabalhos, mas torna as abordagens didáticas melhor planejadas e com objetivos mais claros. Enquanto a maioria dos trabalhos usou as simulações como recursos para motivar os alunos e promover diversidade de materiais pedagógicos, estratégias também amparadas pela teoria da aprendizagem significativa.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. P. de. **Tópicos de Física quântica no ensino médio utilizando simulações computacionais**. 2018. 198 f. Dissertação (Mestre em Ensino de Física) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, MNPEF, Universidade Federal do Tocantins. Araguaína.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BENAQUIO, W. C. **Elaboração e aplicação de um material instrucional baseado na aprendizagem significativa sobre o efeito fotoelétrico para alunos do Ensino Médio**. 2016. 163 f. Dissertação (Mestre em Ensino de Física) - Programa de Pós Graduação em Ensino de Física, MNPEF, Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória.

CARDOSO, S. O. de O. **Ensinando o efeito fotoelétrico por meio de simulações computacionais: elaboração de um roteiro de aula de acordo com Teoria da Aprendizagem Significativa**. 2011. 118 f. Dissertação (Mestre em Ensino de Física) - Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica, MG.



GONÇALVES JR., M. A.; GOMES, M. B. A introdução de conceitos de Física Moderna através de simuladores computacionais didáticos: uma perspectiva neurocientífica. *In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, XXIII., 2019, Salvador, BA. Atas.*

GOULART, G. S.; LEONEL, A. A. Levantamento sobre as publicações referente ao ensino de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio. *In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, XXIII., 2019, Salvador, BA. Atas.*

JOAQUIM, W. M. **Ensinando a teoria da relatividade por meio de um sistema hipermídia.** 2013. 100 f. Dissertação (Mestre em Ensino de Física) – Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica - MG, Belo Horizonte.

MOREIRA, M. A. Unidades de enseñanza potencialmente significativas - UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v 1, n. 2, 2011.

MOREIRA, M. A. Organizadores prévios e aprendizagem significativa. **Revista Chilena de Educación Científica**, ISSN 0717-9618, Vol. 7, Nº. 2, 2008, pp. 23-30. Revisado em 2012.

PAGLIARINI, C. R.; ALMEIDA, M. J. P. M. de. Leituras por alunos do ensino médio de textos de cientistas sobre o início da física quântica. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 22, n. 2, p. 299-317, 2016.

SILVA, A. D. S.; REIS, J. C. D. O.; REGO, S. C. R. Publicações sobre o ensino de Física Moderna: relações construídas entre Artes e Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 36, n. 2, p. 366-382, ago. 2019.

SILVA, A. F. G.; JÚNIOR, J. A. A.; NOBRE, F. A. S. Física Moderna e Contemporânea: um estudo de caso com Ensino público e privado da cidade de Juazeiro no Norte-CE. *In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, XIX., 2011, Manaus, AM. Atas.*

SILVA, R. S. da. **A abordagem do Efeito Fotoelétrico no Ensino Médio:** contribuições de uma unidade de ensino potencialmente significativa. 2015. 201 f. Dissertação (Mestre em Ensino de Ciências) -Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande.

TIRONE, C. R. et al. A Aprendizagem Significativa no Ensino de Física Moderna e Contemporânea. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, IX., 2013, Águas de Lindóia, SP. Atas.*