



ELABORAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE FÍSICA DE PARTÍCULAS NO NÍVEL MÉDIO A LUZ DA TEORIA PSICOGENÉTICA

ELABORATION OF A DIDACTIC SEQUENCE FOR THE TEACHING OF PARTICLE PHYSICS AT THE MIDDLE LEVEL THE LIGHT OF THE PSYCHOGENETIC THEORY

AUTORES: Geilson da Silva Rodrigues¹

Lucas Pereira Gandra²

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: geilsonrodrigues367@gmail.com

Fecha de recepción: 13-01-2018

Fecha de aceptación: 23-02-2018

RESUMO

Os documentos oficiais para a Educação no Brasil, em consonância com pesquisas atuais no Ensino de Ciências prezam por um ensino que supere o sistema educacional tradicional pautado na transmissão de conteúdos. Nesse sentido o Ensino de Física Moderna e mais especificamente de Partículas, ainda encontra obstáculos para efetiva inserção no Ensino Médio. Sendo assim a presente pesquisa teve como objetivo desenvolver uma sequência didática que possui os eixos norteadores da Divulgação Científica e a História da Ciência, aliado aos pressupostos da Psicogênese do conhecimento, balizado pelos aportes construtivos de uma sequência que são as características factual, conceitual, procedimental e atitudinal. Dessa forma a organização da sequência está dividida em nove momentos compostos por suas respectivas aulas. Portanto a sequência desenvolvida possui potencial para proporcionar o aprendizado dos discentes, pois ao alicerçar o uso de textos de Divulgação Científica, bem como, textos que reflitam os aspectos da História da Ciência em consonância com o filme/documentário científico constitui-se uma das vertentes, para propiciar a inserção efetiva da Física de Partículas no Ensino Médio.

¹ Licenciado em Química pelo IFMS e Mestrando em Ensino de Ciências PPEC-UFMS. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

² Licenciado em Química pelo IFMS, Licenciado em Matemática pelo Claretiano. Licenciado em Física pela UNIMES. Especialista em Educação a Distância pela UNOPAR. Professor da Fundação Educacional de Coxim, da Escola Santa Teresa e Responsável Técnico e Tutor de Aulas Práticas da UNOPAR-Pólo Coxim/MS e da Anhanguera- São Gabriel do Oeste/MS, Coxim, Mato Grosso do Sul, Brasil. E-mail: luca.gandra@hotmail.com

PALAVRAS CHAVE: Teoria de Equilíbrio Cognitiva; Estrutura da Matéria; Conceitos Científicos.

ABSTRACT

The official documents for Education in Brazil, in consonance with current researches in the Teaching of Sciences, favor a teaching that surpasses the traditional educational system based on the transmission of contents. In this sense the Teaching of Modern Physics and more specifically of Particles, still finds obstacles for effective insertion in High School. Thus, the present research had as objective to develop a didactic sequence that has the guiding axes of Scientific Divulcation and the History of Science, allied to the presuppositions of the Psicogênese of knowledge, marked by the constructive contributions of a sequence that are the factual, conceptual, procedural characteristics and attitudinal. In this way the organization of the sequence is divided into nine moments composed by their respective classes. Therefore, the developed sequence has the potential to provide the students' learning, since to base the use of Scientific Dissemination texts as well as texts that reflect the aspects of the History of Science in consonance with the scientific film / documentary was one of the aspects, to promote the effective insertion of Particle Physics in High School.

KEYWORDS: Theory of Cognitive Equilibration; Structure of the matter; Scientific concepts.

INTRODUÇÃO

Atualmente as pesquisas em Ensino de Ciências primam pela utilização de metodologias que superem o ensino tradicional pautado na mera transmissão de conteúdos e procuram de diversas formas promoverem a construção do conhecimento científico em prol da formação dos discentes de forma que estes estejam engajados na resolução de problemas presentes em seu cotidiano (MOURA e GUERRA, 2016; SASSERON e DUSCHI, 2016).

Essa discussão vai ao encontro com as premissas estabelecidas por documentos oficiais para a Educação no Brasil, tais como o Parâmetro Curricular Nacional do Ensino Médio (BRASIL, 1999) que aponta a importância dos estudantes compreenderem o aspecto dinâmico da Ciência a partir de uma interpretação de diversos fenômenos da natureza que permitam a construção do conhecimento científico.

Além disso, o conhecimento escolar deve fomentar o diálogo entre saberes de modo a propiciar a todos os discentes o acesso a tópicos indispensáveis para a compreensão das diferentes realidades no plano da natureza, da sociedade, da cultura e da vida (BRASIL, 2002).

É importante ressaltar que esses saberes devem embasar os estudantes, para dar-lhes condições de buscar e analisar novas referências e novos conhecimentos, e para que sejam capazes de

adquirir as habilidades necessárias à utilização adequada das novas tecnologias, assim como, de dominar procedimentos básicos de investigação e de produção de saberes científicos (BRASIL, 2013).

Tais pressupostos supracitados são pertinentes a todos os componentes curriculares, porém quando se trata do ensino de Física Moderna no nível médio, sua efetiva inserção no Ensino Médio, ainda encontra dificuldades devido a formação deficiente dos docentes nessa área (PAULO E MOREIRA, 2011). Além disso a Física Moderna encontra-se descontextualizada dos aspectos históricos, epistemológicos e de suas aplicações tecnológicas quando apresentados em livros didáticos, bem como, apresenta um elevado formalismo matemático (SILVA e ALMEIRA, 2011). Esses fatores contribuem para o desinteresse dos docentes e discentes pelo estudo da Física Moderna.

DESENVOLVIMENTO

Panorama do ensino de física moderna no nível médio

As pesquisas acerca da Física de Partículas no Ensino Médio, começaram a aflorar no Brasil nos trabalhos de Ostermann e Cavalcanti (2001) e Ostermann (2001). No primeiro artigo os pesquisadores elaboraram um pôster com quatro tabelas, contendo as interações fundamentais e a classificação das partículas, abordando também orientações pedagógicas referentes a utilização do pôster no ensino de Física de Partículas.

Em relação ao segundo trabalho a autora realizou um percurso histórico epistemológico sobre a evolução dos estudos sobre a estrutura da matéria desde os atomistas gregos passando pelas interações fundamentais e pela constituição do modelo padrão.

Por sua vez na pesquisa de Londero e Mosinahti (2015a), realizaram o mapeamento do estado do conhecimento nas pesquisas educacionais de Física de Partículas no Brasil, nas atas do Simpósio Nacional de Ensino de Física, Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, e no Encontro Nacional de Educação em Ciências, sendo que os pesquisadores levaram em consideração todas as edições publicadas online.

Sintetizando os resultados do levantamento as abordagens teórica/metodológica utilizadas versavam sobre a Transposição Didática, Aprendizagem Significativa, Alfabetização Científica, Construção do Objeto Científico de Gaston Bachelard, Teoria Sócio-interacionista de Lev S. Vygotsky, a Pedagogia da Autonomia de Paulo Freire, a Teoria das Situações Didáticas, Aprendizagem Cooperativa de Jean Piaget, Epistemologia de Forquin, sendo que os cinquenta e um trabalhos levantados foram categorizados e os construtos categoriais menos frequente de pesquisas envolvem a formação de conceitos e modelos explicativos.

Logo, mesmo com um campo vasto de publicações acerca do Ensino de Física de Partículas as estratégias didáticas encontram-se limitadas em tópicos importantes, tais como a formação de noções científicas.

Em uma continuidade dessa pesquisa supracitada, os autores Londero e Mosinahti (2015b) realizaram um novo mapeamento dessa vez em Teses e Dissertações disponibilizadas no repositório da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), considerando o recorte temporal de publicações de 1995 a 2004. Como resultado obtiveram dezesseis trabalhos sendo quinze dissertações e uma tese. No qual a maior parte das pesquisas versavam acerca de investigações para Abordagem no Ensino Superior.

No que tange os aspectos teórico/metodológico, foram sumarizados em ordem decrescente de publicações os seguintes eixos norteadores: Aprendizagem Significativa de David Ausubel, Mapa Conceitual de Novak, Visão interacionista Social de Gowin, Aprendizagem Significativa Crítica de Moreira, Transposição Didática, Alfabetização Científica, Teoria Sócio-interacionista de Lev Vygotsky, a Construção do Objeto Científico de Gaston Bachelard, Trabalho Cooperativo, Pedagogia da Autonomia, Crenças Educacionais, Teorias das Situações Didáticas, Educar pela Pesquisa e Engenharia didática.

As categorias mais incipientes relacionadas as publicações refere-se a Divulgação Científica, Formação de Conceitos, Avaliação da Aprendizagem e pôr fim a Análise Curricular. Com isso observa-se uma congruência entre os temas publicados em formato de artigos nas atas e a pesquisas nas dissertações e teses.

Enfim, a partir dessa abordagem na literatura acerca do Ensino de Física de Partículas, o presente trabalho foi ao encontro das categorias pouco exploradas em pesquisas.

Dessa forma o objetivo da presente pesquisa trata-se de desenvolver uma sequência didática balizadas pelo uso da Divulgação Científica e da História da Ciência de cunho historiográfico aliado aos pressupostos da Psicogênese do conhecimento de Jean Piaget, visando contribuir para a Formação de Conceitos Científicos aos discentes.

Bases teóricas da sequência didática: A construção de noções científicas a partir da Psicogênese do conhecimento de Jean Piaget

Jean Piaget foi um dos principais epistemólogos do século XX, a sua obra foi vasta e variada. Um dos campos de pesquisas elaborados por Piaget trata-se da construção das noções científicas, esse tema foi objeto de estudo inicialmente na década de 1930, porém a consolidação das pesquisas nesse campo ocorreu em 1950, contribuindo para o desenvolvimento da Epistemologia Genética (CARNEIRO, CALUZI e ROTHBERG, 2014). Sendo assim para os mesmos autores essa Epistemologia tem como cerne a discussão da evolução do conhecimento no indivíduo, assim como, na História da Ciência desde seus primórdios.

De acordo com Carvalho et.al. (1993), a Epistemologia de Piaget abre diversas possibilidades para elaboração de pesquisas no

Ensino de Ciências, na qual uma delas refere-se, como os estudantes constroem os conceitos de Ciências (Psicogênese dos conceitos). Somando-se a isso Aguiar-Júnior, (1999) contribui para essa discussão ao descrever a Teoria da Equilíbrio como uma forma de analisar a passagem das fases iniciais e ainda incompletas do conhecimento para estados mais agregados, ou seja, de maior validade científica.

Nesse sentido Piaget e Garcia (2011) retrataram a aplicação da Epistemologia Genética na Física e elencaram novas possibilidades que transcendem as fronteiras da Ciência Psicológica e da História da Ciência constituindo um campo importante de estudo da teoria piagetiana. Contribuindo com essa discussão Bartelmebs (2014), discorreu que o objetivo central desses autores supracitados é refutar a hipótese que o conhecimento é linear.

Esse processo de acordo com os autores Rocha e Villanova (2015) também possui consonância com a História da Ciência, na qual deve-se separar o sujeito do objeto para compreender a gênese do conhecimento. Permitindo que o indivíduo outorgue uma proposição aos fenômenos organizando de maneira lógica, os fatos que observa.

Segundo Piaget e Garcia (2011) os domínios epistemológicos e históricos podem ser sintetizados nas estruturas de Equilíbrio que leva os indivíduos a construir novos recursos (operatórios, práticos e conceituais) a partir de interações com o real. Aguiar-Júnior (1999) reitera para essa discussão que a Equilíbrio leva a um novo status mais coerente com as correntes científicas, tendo como decorrência a contrapartida de conhecimentos novos, que possam ser identificados pelos indivíduos que levam ao desequilíbrio cognitivo da sua compreensão acerca de determinados fenômenos.

Para Piaget (1976) existe três fases de Equilíbrio que são respectivamente a INTRA, INTER e a TRANS.

A primeira forma tem como premissa fundamental a relação entre os esquemas e os objetos (conceituais) no qual ocorre a assimilação. Essa etapa é conhecida como uma fase preliminar de mudança conceitual, uma vez que os conceitos ainda não estão suficientemente interligados entre si (BARTELMEBS, 2014).

Segundo Aguiar-Júnior (1999) essa fase constitui-se uma etapa necessária da evolução conceitual para a ensino de novos conhecimentos, propiciando uma primeira forma de Equilíbrio ainda com lacunas.

O segundo nível corresponde ao INTER, que apresenta uma interligação dos esquemas da fase anterior que não podem permanecer desfragmentadas. Essa fase leva a uma série de inserções do tipo recíprocas, visando a estabilização na qual o foco sofre um deslocamento dos estados e atributos que marcam a fase intra para atingir a almejada transformação e relações que caracterizam a fase INTER (BARTELMEBS, 2014; AGUIAR-JÚNIOR, 1999).

O terceiro nível denominado de TRANS refere-se ao mais alto processo cognitivo de equilíbrio na qual as partes relacionam-se com o todo, levando a uma relação intrínseca entre as partes que compõem as fases anteriores (AGUIAR-JÚNIOR, 1999). Além disso Costa (1996) discorreu que nessa etapa ocorre a busca de vínculos que leva a abstrações e, por conseguinte ocorre a construção ou mesmo reconstruções das estruturas mentais, levando ao desenvolvimento de novos conhecimentos.

Sendo assim essas três etapas apresentadas constituem uma hierarquia de explanação teórica em nível crescente, além de categorias de análise cada vez mais abstratas. Desse processo de Equilíbrio ocorre uma expansão das possibilidades para o entendimento e ampliação da estrutura cognitiva no sentido de levar a uma maior complexidade dos conceitos científicos.

Portanto o presente trabalho buscou incorporar esses três níveis em uma sequência didática de forma a favorecer a construção de noções científicas dos conceitos que embasam a Física de Partículas no Ensino Médio.

A sequência didática como prática educativa: Aspectos metodológicos

De acordo com Silva-Júnior (2015), a elaboração de uma sequência didática visa a construção sistemática afim de englobar as características do contexto histórico, assim como, do referencial teórico de forma a permitir a aprendizagem dos discentes acerca de determinados tópicos. Nesse viés as sequências didáticas são compostas por um número pré-determinado de aulas que tem como premissa central proporcionar que os discentes construam os conhecimentos científicos.

Sendo assim Zabala (1998) dissertou sobre o cerne das sequências didáticas, que devem oportunizar um agrupamento de distintas atividades, com uma estrutura pré-definida tendo como meta a promoção de objetivos didáticos, que apresentam um início e término conhecido. Além disso o autor apontou que as sequências são compostas pelas seguintes características: valorização dos conhecimentos prévios, proposição de desafios alcançáveis pelos estudantes, estímulo ao conflito cognitivo de forma a estabelecer relações entre novos saberes com os conhecimentos prévios.

Quadro 1: Características das Sequências Didáticas a partir de Zabala (1998).

Característica	Descrição Sucinta
1 - Factual	Apresentação de conteúdos levando a um modelo expositivo e estudo sistemático de exercícios
2- Conceitual	Emprego de atividades de significância e identificação de conhecimentos prévios
3 - Procedimental	Modelos de Desenvolvimento e compreensão dos procesos de desenvolvimento das teorias científicas
4 - Atitudinal	Vinculação de aspectos cognitivos com o afetivo (atitudes)

Fonte: Autoria Própria

Além disso no quadro 1 segue uma descrição sucinta de quatro características essenciais propostas por Zabala (1998) para maior eficiência no desenvolvimento de sequências didáticas.

Dessa forma, o presente trabalho adotou o caráter não estático dessas características, ou seja, essas propriedades podem ser aplicadas em uma mesma etapa devido as especificidades do ensino de Física de Partículas.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A estrutura das aulas que compõem a sequência didática estão descritas de forma sucinta no quadro 2, assim como, suas relações com os aportes metodológicos de construção de sequências e está aliado aos aspectos do referencial teórico.

Quadro 2: Organização das aulas.

Momentos	Descrição	Características de Zabala (1998)	Fases de Equilíbrio
1°	Sondagem inicial	Factual, Conceitual.	Intra
2°	Identificação de conhecimentos prévios	Factual, Conceitual, Procedimental.	Intra
3°	Contribuições teóricas e experimentais para a Física de Partículas: A busca pelo méson π e os aportes de César Lattes	Conceitual, Procedimental, Atitudinal.	Inter
4°	A origem do universo e as forças fundamentais e a busca por partículas elementares	Factual, Conceitual, Procedimental.	Inter
5°	O Modelo padrão de Física de Partículas	Conceitual, Procedimental.	Inter
6°	A Antimatéria e a Física de Partículas	Conceitual, Procedimental.	Inter
7°	Aceleradores de Partículas	Procedimental, Atitudinal.	Trans
8°	Partículas elementares e o Modelo Padrão	Procedimental, Atitudinal.	Trans
9°	O modelo padrão e a classificação de Partículas elementares	Procedimental, Atitudinal.	Trans

Fonte: Autoria Própria.

1º Momento: Investigação da estrutura da matéria do macro para o micro.

(Sondagem inicial- Identificação de conhecimento prévios) - 1 aula de 50 minutos.

Objetivos da aula:

- Analisar a compreensão dos estudantes acerca da estrutura da matéria.
- Identificar concepções espontâneas dos discentes acerca do átomo.

Inicialmente propor uma discussão em torno das seguintes questões básicas:

1. Do que o Mundo é feito?
1. O que compõem a matéria?
2. Qual a composição do átomo?
3. Quais são as unidades constituintes do átomo?

Para identificar os conhecimentos prévios dos estudantes propõem-se o seguinte questionário (quadro 3) que deverá ser respondido individualmente.

Quadro 3: Questionário inicial.

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">1. Quais são os postulados de Dalton?2. Quais os indícios experimentais apontavam que os átomos são constituídos por partículas ainda menores?3. Quais foram as principais conclusões obtidas por Thomsom que possibilitaram a constituição de seu modelo atômico?4. Quais as conclusões obtidas por Rutherford do experimento de Geiger e Marsden que levaram a formular o seu modelo atômico? |
|--|

Fonte: Autoria Própria.

2º Momento: A descoberta do Nêutron a terceira partícula elementar?

(Identificação de conhecimentos prévios) - 2 aulas de 50 minutos cada.

Objetivo da aula:

- Investigar o processo histórico-científico que levou a descoberta do nêutron.

Essa aula será norteadada pela seguinte indagação: O número de prótons justifica toda a carga do núcleo, porém somente os prótons são suficientes para explicar a massa do núcleo?

Após essa indagação distribuir um texto para os discentes explorarem o processo de descobrimento a partir de discussões em torno dos experimentos que levaram a comprovação do Nêutron. Para isso o trabalho de Pinheiro, Costa e Moreira (2011) deverá ser consultado para evidenciar os indícios experimentais do Nêutron.

Em seguida os discentes devem responder algumas questões norteadoras (quadro 4) para auxiliar a discussão coletiva.

Quadro 4: Evidências experimentais da existência do Nêutron.

1. Qual a importância da comunicação científica para o avanço das pesquisas?
2. Os resultados das experiências realizadas antes do experimento de Chadwick apontavam diretamente para a existência de uma segunda partícula constituinte do núcleo atômico? Justifique.
3. O elétron, próton e o nêutron são as partículas verdadeiramente elementares? Justifique

Fonte: Autoria Própria.

3º Momento: Contribuições teóricas e experimentais para a Física de Partículas: A busca pelo méson π e as contribuições de César Lattes

(2 aulas de 50 minutos cada).

Objetivos da Aula:

- Reconhecer o problema de estabilidade do núcleo.
- Apontar as contribuições teóricas e experimentais que levaram a descoberta do méson π .
- Identificar as contribuições de Lattes para a descoberta do méson π .

A aula deve iniciar com a questão-limite que reflete acerca da descoberta do Nêutron que suscitou o problema de estabilidade do núcleo. De acordo com Moreira (2007) esse problema consistia na seguinte situação: como explicar a existência de prótons e nêutrons no núcleo em um espaço muito reduzido? As teorias apontavam que a repulsão elétrica seria imensa e levaria o núcleo a colapsar.

Logo para ampliar as discussões a turma deve ser disposta em grandes grupos para a leitura e discussão do texto intitulado cinquenta anos do méson π^3 . E após a leitura desse texto apresentará-se um artigo de Vieira (2005)⁴ que reflete as contribuições de Lattes para a Física de partículas. Esse texto foi escolhido por apresentar características que permitirão a sua utilização na divulgação científica de acordo com as premissas de Reis (2005), sendo os seguintes parâmetros adotados: Popularização da ciência, divulgação dos processos da ciência e a natureza da ciência

A partir da leitura dos textos os discentes irão debater em grupos as seguintes questões apresentadas (quadro 5).

³ Texto original disponível em: <http://www.ghtc.usp.br/meson.htm>. Acesso em 27/06/2017.

⁴ Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/fne/edicoes/category/25-volume-06-n-2-outubro?download=236:lattes-nosso-heroi-da-era-nuclear>. Acesso em 29/06/2017.

Quadro 5: As contribuições de Lattes para a Física de Partículas.

1. Qual a importância de uma previsão teórica para o desenvolvimento da ciência?
2. As evidências experimentais obtidas apontavam para qual anomalia nos mésons?
3. Quais foram as modificações propostas por Lattes para investigar os mésons?
4. Qual era o contexto histórico, social e econômico na Europa na ocasião da ida de Lattes para Bristol?
5. Por que o experimento de Giuseppe Occhialini não apresentou os resultados corretos nos montes Pireneus? E explique por que o experimento obteve os resultados melhores ao ser exposto no Monte Chacataya?
6. Na sua opinião o grupo de pesquisas na qual Lattes estava trabalhando apropriou-se dos trabalhos do pesquisador Brasileiro? Justifique.
7. Você conhecia algum cientista, antes de ler os dois textos? Caso a resposta seja sim, cite quais e as áreas de atuação dos mesmos.
8. Quais eram as vantagens da utilização de aceleradores de partículas, em relação ao método convencional de ir a campo em busca da detecção de partículas?
9. A utilização das técnicas experimentais para detectar partículas apontou para quais avanços na área?
10. Qual a importância de Lattes para o desenvolvimento da Ciência?

Fonte: Autoria Própria.

4º Momento: A origem do universo e as forças fundamentais e a busca por partículas elementares

(2 aulas de 50 minutos).

Objetivos da Aula:

- Compreender a importância das quatro forças fundamentais para a Física de Partículas.
- Formular um esboço de classificação das partículas elementares.

Para essa aula os discentes devem ser dispostos em grupos para a leitura e discussão do capítulo 4, páginas 95-100 do livro Feynman & Gell-Mann Luz, Quarks, Ação (ROSENFELD, 2003). Após a discussão os discentes deverão assistir ao vídeo Modelo Padrão de Física de Partículas- as 4 Forças Fundamentais⁵. E o docente

⁵ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=9PxqIV-LidE>. Acesso em 07/07/2017.

deverá incentivar as discussões acerca dos temas abordados no vídeo em consonância com o texto trabalhado na aula.

Os estudantes deverão formular individualmente um esboço das partículas elementares abordadas até então e criar meios de classificar essas partículas. O docente irá sanar dúvidas pontuais, porém não irá fornecer “respostas prontas”. Após as sugestões de classificação dos estudantes, o docente deve sugerir que os alunos socializem entre si o esboço de classificação, bem como, as partículas elementares identificadas por cada estudante. Ao final da atividade os estudantes devem entregar o esboço para o docente.

5º Momento: O Modelo Padrão de Física de Partículas

(2 aulas de 50 minutos cada).

Objetivos da Aula:

- Identificar as partículas elementares.
- Compreender como é classificado as partículas elementares no modelo padrão.

A aula iniciará com a distribuição do texto que pode ser adaptado conforme as especificidades de cada docente a partir do trabalho de Moreira (2004)⁶ na qual discorreu acerca das partículas elementares e as suas interações. Para nortear a discussão os estudantes irão resolver as questões e o professor irá mediar as discussões e irá propor as indagações apresentados no quadro 6.

Quadro 6: Classificação das partículas elementares.

1. Explique com as suas palavras o que seria o princípio de exclusão de Pauli?
2. Por que o gráviton ainda não foi detectado experimentalmente?
3. Na sua opinião existe alguma limitação conceitual no termo partículas quando esta é apresentado? Justifique.

Fonte: Autoria Própria.

6º Momento: A Antimatéria e a Física de Partículas

(2 aulas de 50 minutos cada).

Objetivo da aula:

- Entender a Antimatéria e a sua importância para o modelo padrão.

Nessa aula o docente irá distribuir o texto a Antimatéria e o Universo⁷ que deverá ser adaptado conforme as particularidades do seu cenário. A turma irá discutir os aspectos norteadores da

⁶ O texto original está disponível em <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vo15/Num2/v5n1a03.pdf>. Acesso em 09/07/2017.

⁷ O texto original está disponível em <http://lhcb-public.web.cern.ch/lhcb-public/en/lhcb-outreach/documentation/ArtigoAntimateria.pdf>. 09/07/2017.

Física de Partículas com a mediação do docente de forma a estimular o debate dos conceitos apresentados. Após isso os estudantes responderam as questões expostas no quadro 7 e iram debater em grupos as respostas apresentadas individualmente.

Quadro 7: A Antimatéria.

1. O que é simetria? E assimetria?
2. O universo é simétrico ou assimétrico? Justifique.
3. Qual a importância dos experimentos com altas energias em aceleradores de partículas para o estudo da Antimatéria?

Fonte: Autoria Própria.

7º Momento: Aceleradores de Partículas

(1 aula de 50 minutos).

Objetivo da aula:

- Compreender como funciona um acelerador de partículas.

Inicialmente os discentes assistirão o vídeo LHC- a busca por explicar o universo.⁸ O objetivo desse vídeo é ter um contato inicial de como funciona o maior acelerador de partículas da atualidade. Após esse momento será distribuído o texto de Pereira (2011), intitulado LHC: o que é, para que serve e como funciona.⁹ Os estudantes realizarão a leitura e a discussão auxiliados pelo docente e responderão a partir dessas discussões as questões a seguir (quadro 8).

Quadro 8: Investigando a estrutura da matéria.

1. Por que acelerar partículas até próximo da velocidade da luz permite estudar a estrutura da matéria?
2. Como funciona o Grande Colisor de Hadrões (LHC)?
3. Existem outros aceleradores que investigam a estrutura da matéria? Quais as diferentes desses aceleradores para o LHC?

Fonte: Autoria Própria.

8º Momento: Partículas elementares e o Modelo Padrão

(4 aulas de 50 minutos cada).

Objetivos da aula:

- Identificar as concepções dos estudantes acerca do LHC.
- Descrever as abrangências e limitações do modelo padrão de Física de Partículas.

A divulgação científica deve envolver aspectos da popularização da ciência, divulgar a ciência e ser norteado pela natureza

⁸ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=HW6j363Q8uo>. Acesso 13/07/2017.

⁹ Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vo112/Num1/lhc.pdf>. Acesso 15/07/2017.

humanística, ou seja, vincular as características sociais, históricos e econômicas no contexto da produção de ciência. Sendo assim para esse momento propõem-se o documentário da BBC Particle Fever: The Hunt for the Higgs Boson (Febre de partículas: A busca pelo Bóson de Higgs), pois esse documentário engloba os fatores supracitados. Fato esse viabiliza a sua utilização em aulas não apenas como um mero objeto educacional, mas sim como uma ferramenta que auxilia o ensino desde que um roteiro exploratório esteja aliado de forma a refletir os conceitos científicos do filme/documentário, visando explorar os aportes da divulgação efetiva da ciência.

Para guiar a discussão propõem-se no quadro 9 questões norteadoras acerca do filme/documentário de forma a explorar o potencial educativo.

Quadro 9: Análise do documentário.

1. Você já ouviu falar do acelerador de partículas (LHC) em jornais, revistas, televisão, internet? Caso seja sim a sua resposta, quais informações as notícias retratavam?
2. Como você acha possível a colaboração de cientistas de países inimigos em um projeto científico?
3. Na sua opinião a ciência é um investimento ou uma despesa? Justifique
4. Qual a relação entre a Física Teórica e a Física Experimental?
5. O que é o modelo padrão?
6. Qual a função da partícula de Higgs no modelo padrão?
7. A ciência deve gerar ganhos financeiros sempre?
8. O acelerador de partículas (LHC) é um desperdício de verbas financeiras? Você conhece algum produto/processo desenvolvido no acelerador de partículas? Caso seja sim a sua resposta cite exemplos.
9. Você acha que o acelerador de partículas pode destruir o planeta terra? Justifique.
10. Qual(is) caminho(s) poderão ser percorridos pela ciência com a descoberta do bóson de Higgs?

Fonte: Autoria Própria.

A aula seguinte tratará da discussão acerca do documentário e será norteado pelas questões do quadro 9. Com isso os alunos responderão as questões e o docente irá auxiliando os estudantes sem fornecer “respostas prontas”.

9º Momento: O modelo padrão e a classificação de Partículas elementares.

(1 aula de 50 minutos).

Objetivo da aula:

- Organizar os conceitos de Física de Partículas de forma que os estudantes possam construir um modelo de classificação dessas partículas.

Para esse momento sugere-se que os discentes formulem individualmente a relação de partículas abordados no decorrer das aulas, para então produzirem um pequeno texto acerca da evolução da Física de Partículas e exponham como seria a classificação para essas partículas. Em seguida os estudantes devem socializar entre si os esquemas e o texto desenvolvido e tentarem identificar limitações na forma que foi expresso o modelo de classificação pelos colegas de classe. O docente irá mediando esse processo de forma a estimular que os alunos identifiquem por si só as limitações que o modelo padrão da Física de Partículas possui. Ao final os estudantes devem entregar as atividades produzidas para o docente que realizará o fechamento das atividades explanando os principais pontos debatidos no decorrer das aulas.

CONCLUSÕES

Tendo como norte o pressuposto construtivista assumido com a escolha do referencial teórico, elaborou-se um material didático que pode propiciar a aprendizagem de Física de Partículas. Assume assim a importância, nessa perspectiva, a promoção dos debates propostos acerca da natureza da produção do conhecimento científico, tendo a premissa da indissociabilidade entre os fatores culturais, sociais, históricos e econômicos. Nesse sentido a utilização dos aspectos metodológicos permite ir ao encontro dessas discussões ao ressaltar a importância dos conhecimentos prévios dos estudantes, assim como, da articulação entre os saberes que embasam a Física de Partículas.

Dessa forma a sequência didática desenvolvida possui potencial para despertar o aprendizado dos discentes. Pois ao alicerçar o uso de textos de Divulgação Científica, bem como, trabalhos que reflitam os aspectos da História da Ciência em consonância com o filme/documentário científico constituiu-se uma das vertentes, para propiciar a inserção efetiva da Física de Partículas no Ensino Médio.

Em relação ao nível de aprendizado requerido a Física de Partículas comumente é apresentada no terceiro ano do Ensino Médio no Brasil, no qual os estudantes apresentam normalmente entre dezesseis e dezessete anos. Segundo os estágios de desenvolvimento propostos por Piaget essa idade é caracterizada pela fase das operações formais pois o adolescente apresenta a capacidade de raciocinar acerca de hipóteses sendo capaz de apresentar esquemas conceituais próprios de natureza abstrata e a partir disso executar operações marcados pela lógica formal (PIAGET, 2003).

Sendo assim as atividades propostas estão de acordo com o estágio cognitivo dos discentes, pois apresenta um desafio alcançável de

acordo com o nível cognitivo dos estudantes. Por fim a sequência didática, permitirá concatenar os conhecimentos prévios dos discentes acerca da estrutura da matéria que possivelmente serão: os elétrons, prótons e os nêutrons, com as partículas ainda mais elementares da matéria. Propiciando assim que os discentes estabeleçam relações entre os novos saberes e os conhecimentos prévios subsidiados pelos aportes da Psicogênese dos conhecimentos científicos.

REFERÊNCIAS

- Aguiar-Júnior, O. (1999). As três formas da Equilíbrio: Análise do material didático de um curso de eletricidade básica. Caderno Catarinense de Ensino de Física. v.16, n.1, p.72-91.
- Batelmébs, R,C. (2014). Psicogênese e História da Ciências: Elementos para uma epistemologia construtivista. Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências. v. 16, n.2, p. 147-165.
- BRASIL. (1999). MEC. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Brasília: MEC/SEMTEC.
- BRASIL.(2002). MEC. PCN+: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Brasília: MEC/SEMTEC.
- BRASIL. (2013). MEC. Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília: MEC, SEB, DICEI.
- Carneiro, M, C.; Caluzi, J, J.; Rothberg, D. (2014).(Orgs) História e Filosofia das Ciências e o Ensino de Ciências. 1 ed. Bauru: Cultura Acadêmica.
- Carvalho, A, M, P.; et al.(1993).A história da Ciência, a psicogênese e a resolução de problemas na construção do conhecimento em sala de aula. Revista da Faculdade de Educação. v.19, n.2, p.245-256.
- Costa, L, Q. (1996).As três etapas da teoria de Jean Piaget. Ciência e Educação. v.3, s/n, p. 55-59.
- Londero, L.; Mosinahti, G, L. (2015a). As pesquisas sobre o Ensino de Física de Partículas: Um estudo baseado em atas de congressos científicos. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. ANAIS. X, Águas de Lindóia. ENPEC: 8p.
- Londero, L.; Mosinahti, G, L.(2015b).As pesquisas sobre o Ensino de Física de Partículas: Um estudo baseado em Teses e Dissertações. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. ANAIS. X. Águas de Lindóia. ENPEC: 8p.
- Moreira, M, A. (2007). A física dos quarks e a epistemologia. Revista Brasileira de Ensino de Física. v. 29, n.2, p. 161-173.
- Moreira, M, A.(2004).Partículas e Interações. Física na Escola. v. 5,n.2, p. 10-14.
- Moura, C, B. Guerra, A.(2016).História cultural da ciência: Um caminho possível para a discussão sobre as práticas científicas no ensino de ciências? Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. v.16, n.3, p. 725-748.
- Ostermann, F. (2001).Partículas elementares e interações fundamentais. Texto de apoio ao professor de Física n.12. Porto Alegre: Instituto de Física-UFGRS.
- Ostermann, F.; Cavalcanti, C, J, de H.(2001). Um pôster para ensinar Física de Partículas Na Escola. Física na Escola. v. 2,n.1, p. 13-18.
- Paulo, I,J,C.De. Moreira, M,A.(2011).O problema da linguagem e o ensino de Mecânica Quântica no nível médio. Ciência e Educação.v. 17,n.2, p. 421,434.

Pereira, M, M. (2011).LHC: o que é, para que serve e como funciona. Física na escola. v. 12, n.1.p.37-41.

Piaget, J. (1976).Equilíbrio das estruturas cognitivas. Tradução Marion Samuel Penna.1.ed. Rio de Janeiro: Zahar.

Piaget, J. Garcia, R.(2011). Psicogênese e História das Ciências. Tradução Gisele Unti.1. ed. Petrópolis. Vozes.

Piaget, J. (2003). Seis estudos de Psicologia. Tradução Maria Alice Magalhães D' Amorim e Paulo Sérgio Lima Silva. 24. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária.

Pinheiro, L, A.; Costa, S, S, C.; Moreira, M, A.(2011).Do átomo grego ao Modelo Padrão: Os indivisíveis de hoje. Texto de apoio ao professor de Física. v.22, n.6. Porto Alegre: Instituto de Física- UFRGS.

Rocha, D, B.; Villanova, K, S. (2015). A evolução a causalidade na psicogênese e na História da Ciência em Piaget. Diálogos em Psicologia. v.3,n.3, p. 4-18.

Reis, J.; O que é divulgação científica. (2005). Disponível em: <http://www2.eca.usp.br/nucleos/njr/>. Acesso em 27/05/2017.

Rosenfeld R. (2003).Feynman & Gell-Mann: Luz quarks, ação. 1.ed. São Paulo: Odysseus.

Sasseron, L, H. Duschi, R, A.(2016).Ensino de Ciências e as práticas epistêmicas: O papel do professor e o engajamento dos estudantes. Investigações em Ensino de Ciências. v.21, n.2, p. 52-67.

Silva, A,C. Da. Almeida,M,J,P,M,da.(2011).Física Quântica no Ensino Médio: O que dizem as Pesquisas. Caderno Brasileiro de Ensino de Física. V.28,n.3, p. 624-652.

Silva,-Júnior, O, P.(2015).O mirabolante mundo das partículas elementares: Uma sequência didática para professores de Física. 86f. Dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Física- Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciência e Tecnologia. Presidente Prudente.

Viera, C, L.(2005).Lattes: Nosso herói da era nuclear. Física na Escola. v.6, n.2, p. 44-49.

Zabala, A. (1998). A prática educativa: Como ensinar. Tradução Ernani F. da F. Rosa. 1 ed. Porto Alegre: Artmed.