

MÉTODOS E ROTEIROS PARA AVALIAÇÃO DE EXPERIÊNCIAS DE BAIXO CUSTO, DESTINADOS AO ENSINO DE FÍSICA.

Josenildo Marreira Silva¹
José Charles Ribeiro de Sousa²
Antônio Joel Ramiro de Castro³

RESUMO

A utilização de experiências nas aulas de física tem se tornado cada vez mais comum, entre os profissionais da área. Sendo assim, surge uma necessidade de analisar como essas práticas experimentais são avaliadas. Portanto, este artigo tem como objetivo analisar criteriosamente, métodos e roteiros de como avaliar um aluno ou equipe de alunos durante e/ou após a realização de experiências de baixo custo. Realizou-se uma pesquisa bibliográfica em artigos, monografias, dissertações, teses e livros por meio de consultas em base de dados da internet, os quais enfatizam em sua constituição modelos ou conceitos sobre métodos e roteiros de avaliação de experiências em aulas destinadas ao ensino de física. Conclui-se que ao realizar uma atividade experimental, esta deve ser bem avaliada qualitativamente frente a sua maior expectativa que é o aprendizado dos conceitos e procedimentos de fenômenos físicos, os quais os alunos vivenciam ou observam no seu dia-dia.

Palavras-chave: Experimento de baixo custo, Avaliação, Ensino de física.

INTRODUÇÃO

Este trabalho busca analisar os métodos e roteiros que são utilizados nas experiências de baixo custo, nas aulas de física adotadas pelos professores e a avaliação, quando da realização desta prática pedagógica. Também apresentar as expectativas esperadas pelos docentes quando os alunos realizam experimentos no ambiente escolar.

Verifica-se nos estudos de ARAÚJO e ABIB,

A análise do papel das atividades experimentais desenvolvidas amplamente nas últimas décadas revela que há uma variedade significativa de possibilidades e tendências de uso dessa estratégia de ensino de Física, de modo que essas atividades podem ser concebidas desde situações que focalizam a mera verificação de leis e teorias, até situações que privilegiam as condições para os alunos refletirem e reverem suas ideias a respeito dos fenômenos e conceitos abordados, podendo atingir um nível de aprendizado que lhes permita efetuar uma reestruturação de seus modelos explicativos dos fenômenos (ARAÚJO, ABIB, 2003, p.177).

¹ Mestrando do Curso de Mestrado Profissional em ensino de Física-Profissional da Universidade Estadual do Ceará – UECE-Campus Quixadá, josenildo.marreira@aluno.uece.br;

² Mestrando do Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física-Profissional da Universidade Estadual do Ceará – UECE-Campus Quixadá, jcharles.ribeiro@aluno.uece.br;

³ Orientador-Professor da Universidade Federal do Ceará – UFC-Campus Quixadá, joelcastro@fisica.ufc.br;

Sendo assim, da mesma forma que os experimentos são selecionados como também confeccionados, os métodos e roteiros de avaliação dos fenômenos e conceitos físicos podendo ser analisados para um diagnóstico melhor quanto ao aprendizado do aluno. Esta análise de aprendizado em um procedimento experimental estará sujeita a vários fatores, extrínsecos a experiência e que demanda do professor uma sensibilidade maior na avaliação.

A LDB 1996 foi formulada para oferecer ao aluno um ensino que desenvolva-o intelectualmente, humanisticamente e profissionalmente no mundo moderno e contemporâneo.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino médio (PCN e PCN+) foram elaborados para seguir como guia dos docentes e proporcionar aos alunos o desenvolvimento de competências e habilidades.

Portanto, na busca de um caminho que vislumbre da melhor forma os anseios dos alunos, dos professores e também dos mecanismos estruturais da educação. Este artigo analisa o quadro teórico de referência que tem esses objetivos e tenta aproximar cada vez mais, possibilidades dos métodos e roteiros serem determinantes na avaliação de experiências em sala de aula.

Assim, analisa-se de maneira simplificada o ensino de física e algumas teorias de aprendizagem que são apontadas pelos pesquisadores na formação e exercício da docência. Também, os tipos de experimentos, com ênfase nos de baixo custo, muna perspectiva quanto à utilização e avaliação dos métodos e roteiro de experiências.

METODOLOGIA

Realizou-se uma pesquisa bibliográfica em artigos, monografias, dissertações, teses e livros, por meio de consultas em base de dados na internet, as quais enfatizam em sua constituição, modelos ou opiniões sobre métodos e roteiros de avaliações de experiência em aulas destinadas ao ensino da física.

DESENVOLVIMENTO

O ensino de física - O ser humano se diferencia dos demais seres vivos por sua capacidade de pensar, interagir e mudar o meio onde habita. A física estuda os componentes básicos de determinado fenômeno e as leis que governam suas interações, torna-se ainda base de outras ciências e da tecnologia.

Todavia, o ensino de física continua evoluindo conforme a necessidade do objeto, do sujeito e do meio onde essa interação ocorre. Ensinar necessita de recursos, viabilidade, modelos, técnicas, métodos, roteiros entre outras alternativas para interpretar o evento.

Dentro da diversidade de como ensinar física, Claro enfatiza:

Nas últimas décadas, a experimentação tem sido defendida como estratégia de ensino-aprendizagem no ensino de Física no Brasil e também no ensino das ciências da natureza, especialmente com a implantação de projetos de ensino nacionais e internacionais a partir das décadas de 1960-1970. (CLARO, 2017. p 14.)

Portanto, o professor como agente transformado da relação professor-aluno-aprendizado encontra-se na condição de encontrar as melhores condições de práticas didáticas, fazendo com que o aluno seja desenvolvido de forma integral.

As teorias - As teorias mais citadas no referencial teórico pesquisado são referente a teoria do construtivismo de Vigotsky. Conforme Vieira,

O sujeito do conhecimento que Vygotsky traz, não é um sujeito apenas ativo, mas interativo porque se constitui a partir de relações intra e interpessoais. É na troca com outros sujeitos e consigo próprio que vão se internalizando conhecimentos, papéis e funções sociais, o que lhe permite a constituição de conhecimento e da sua própria consciência (VIEIRA, 2007, 34);

Teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (1976) evidencia que o aluno já tem algo aprendido por sua vivência a respeito do objeto, ou seja, traz consigo um aprendizado prévio. Conforme Moreira (2009):

A definição principal da teoria de Ausubel é o de aprendizagem significativa, um processo através do qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não-litera) e não-arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo. Neste processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel chama de “conceito subsunçor” ou, simplesmente “subsunçor”, existente na estrutura cognitiva de quem aprende (MOREIRA, 2009, p. 8).

Dessa forma, os autores torna possível levantar informação sobre o que o aluno já sabe e depois do contato com o novo, aumentando assim o crescimento intelectual dos envolvidos; e Teoria das Situações Didáticas de Brousseau (2008), a sequência didática (SD) vem sendo pesquisada no contexto da didática francesa, na década de 1980, Tem caráter investigativo.

A autora Carvalho, interpreta as teorias de Piaget e Vigotsky como base da SD chamando de Sequencia de Ensino Investigativo (SEI) e destaca,

na maioria das vezes a SEI inicia-se por um problema, experimental ou teórico, contextualizado, que introduz os alunos no tópico desejado e dê condições para que pensem e trabalhem com as variáveis relevantes do fenômeno científico central do conteúdo programático. É preciso, após a resolução do problema, uma atividade de sistematização do conhecimento construído pelos alunos.(CARVALHO. 2013)

De acordo com outros autores a sequência didática, processo didático ou módulo didático sugere um acompanhamento concentrado em todas as etapas de aprendizado de um fenômeno/experiência.

Os experimentos - Os procedimentos para investigar os fenômenos da natureza foram variando de acordo com a evolução do conhecimento. As pesquisas apontam que o método experimental surgiu com Galileu, por volta de 1600. Ele foi o primeiro a descrever esse método no estudo sobre a queda dos corpos. No entanto, esse método se propagou e foi aceito pelos cientistas principalmente pelo fato que qualquer pessoa pode realizar o experimento.

Ferreira, cita em seu artigo

a inserção da experimentação como parte indispensável do ensino de Física, através de atividades que vão desde a construção de experimentos com materiais alternativos e de baixo-custo, até a relação da observação construída com conteúdos estudados em sala de aula, possibilitando a análise científica de todo o trabalho e evitando com que ocorra o prevailecimento do método sobre o sujeito pensante. (FERREIRA, 2019)

E ainda uma breve análise de experimento de baixo custo no quadro 01 que diz respeita a conceitos de física em termodinâmica; está no anexo A deste artigo.

A respeito de experiências Aires comenta;

A atividade experimental, tem que ter caráter educativo não fazer experimentos por fazer, mas sim que a atividade venha demonstrar que a Física está intimamente ligada ao cotidiano dos alunos, buscando motivar os alunos pela ciência, deixando-os curiosos sobre os fenômenos, para que sintam a necessidade de entender a natureza a sua volta. (AIRES, 2018. p.10)

As possibilidades de exploração de experiências são muitas, porém o professor não poderá deixar de buscar uma estratégia para avaliar o aprendizado do aluno no desenvolvimento do experimento, pois só assim conseguirá ou não, mensurar se houve aprendizagem significativa com o instrumento utilizado.

Alguns estudos demonstram os Objetos de Aprendizagens-OAs e as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicações-TDICs, como dinamizadores e até modificadores das metodologias de ensino. Silva (2017) indica que “na construção do recurso didático há uma certa despesa, porém quando encontrado gratuitamente no ambiente virtual esse custo não existe. Assim, a busca do recurso através do laboratório de informática ou baixar o recurso no computador para ser usado em sala de aula, caracteriza um experimento virtual de baixo custo”.

Métodos e roteiros de avaliação - Método e Roteiro fazem parte da elaboração e execução de uma experiência. Pode surgir antes, durante ou no final do experimento, seja ele de baixo custo ou sofisticado. A seguir alguns exemplos:

Primeiro exemplo é a utilização de Pré-teste e Pós-teste, sendo que pode haver no meio do processo um novo teste. Essa forma de avaliar é bastante utilizada para examinar a evolução do evento e possibilita correção durante a realização do mesmo.

Segundo exemplo é chamado de método simples pelo fato de se valer de consideração gerais antes durante e após a realização da experiência. Segue configurado em quadro 01 abaixo.

Quadro 01: Método simples

Divisão de equipes de alunos 4 alunos ou menos. (uma equipe muito grande de alunos diminui participação individual, conseqüentemente compromete o aprendizado).	
Indicação do(s) experimento(s) do conteúdo de física estudado, através de sorteio ou escolha.	
Análise	Nota
Montagem e funcionamento do experimento.	-
Explicação com clareza conforme o entendimento do(s) alunos(s) a respeito do fenômeno físico descrito pelo experimento.	-
Entrega de um relatório simples contendo capa, descrição do material utilizado e uma aplicação.	-
A avaliação deve considerar a capacidade do aluno: concretizar e ordenar (mental); Ler, ouvir e falar (comunicação); e observar, descrever e explicar fenômenos de processos (conhecimento científico).	

Fonte: Baseado na Taxonomia de Bloom.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para uma análise melhor sugere-se a Taxonomia de Bloom um instrumento que tem como finalidade auxiliar a identificação e a qualidade dos objetos ligados ao desenvolvimento cognitivo, possibilitando o processo ensino aprendizagem. Claro, define como “uma estrutura de organização hierárquica de objetivos educacionais, que vai do objetivo mais simples para o mais complexo”.

Desenvolvida por Benjamin S. Bloom em 1956, popularizada nos Estados Unidos. Agora este instrumento é usado por diversas nacionalidades para diagnosticar o desenvolvimento cognitivo do aluno, durante um processo de aprendizagem.

Por contribuir com eficácia para ajuste em procedimento, teorias, instrumento, métodos e roteiros, encontra-se em anexo B, tabela 1. Referente a Níveis da Taxonomia de Bloom e seus respectivos verbos.

Na perspectiva de viabilizar possibilidade de perguntas para avaliação, Claro concorda com (ROCA TORT, 2001, apud ROCA TORT, 2006, p.75), conforme o quadro 02 logo abaixo.

Quadro 2: Tipos de Perguntas

EXPLORAÇÃO	
Responder a perguntas centradas na opinião da pessoa em torno de situações com um contexto bem definido, problemas atuais. Planejar problemas ou situações atuais e contraditórias que provoquem o desafio de encontrar explicações. Propor paradoxos. Fazer perguntas produtivas que focalizem o objeto de estudo.	O que você acha? Como você imagina? Por que você acha ...? Como talvez no entanto, se? Sobre esse tema, o que você acha?
INTRODUÇÃO	
Fazer perguntas que levem à descrição dos componentes e processos envolvidos no fenômeno. Encontrar explicações para as relações que ocorrem	Como? Onde? O quê? Quantos? O quê? Como? Por quê? Por causa do que? Como o que ...?
Ler textos que introduzem alguns conhecimentos. Ler textos sobre experiências ou dados	O que diz o texto que nós não sabíamos? Como se pode saber? Como é que eles sabem? Como isso é feito?
Analisar situações abertas e contextualizadas	O que pode ser deduzido a partir dos dados? Por que tomar essas medidas e não outras? Por que comparar estes dados? Por que esses materiais?
Realizar experiências	
ESTRUTURAÇÃO	

Ler textos que dão uma imagem global. Incentivar a elaboração de textos que sintetizam as ideias gerais.	O que diz o texto? Como você diria com suas palavras? Como explicar o fenômeno a um companheiro que não entende?
APLICAÇÃO/AVALIAÇÃO	
Aplicar os conhecimentos para prever situações futuras.	Quais são as consequências? Poderia ser? O que aconteceria se?
Aplicar o conhecimento para dar soluções a situações problema.	O que você pode fazer? Como você pode resolver?
Elaborar textos com o objetivo de expressar opiniões, argumentar.	O que você acha sobre? Argumente usando alguma justificação baseada em teorias científicas. O que você acha? O que é para você mais importante?

Fonte: Adaptado de: Roca Tort (2006, apud SILVA e TOMMASIELLO, 2017, p.191)

Existe uma vasta quantidade de métodos e roteiros para avaliação de experiência de baixo custo ou experimento que precise de uma tecnologia mais sofisticada. Alguns podem ser encontrados nas referências deste artigo e utilizados pelos interessados, os quais poderão ser alterados conforme a realidade da escola ou referente ao quantitativos a ser examinado pelo professor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através desta pesquisa para a elaboração deste trabalho, percebe-se que cuidadosamente os experimentos possam ser adequados conforme o nível dos alunos. E que ajudem a fazer com que o aluno vá desenvolvendo a capacidade de aprender a aprender, e ainda, que sejam cada vez mais autônomos em seu aprendizado.

As escolhas dos experimentos e a forma de avaliação do aprendizado do aluno quanto à utilização de experiência deve estar em conformidade com a Lei de Diretrizes e Base (LDB) e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN e PCN+). Com foco nas competências e Habilidades, visto que o objetivo da atividade experimental é potencializar ainda mais o aluno.

Assim, conclui-se que feito uma escolha e análise do experimento identificando sua potencialidade, teremos um método e/ou roteiro para construção de uma avaliação qualitativa da aprendizagem do discente. Observou-se que a avaliação diagnóstica aplica-se a um conjunto de alunos, grupos ou classe e diagnóstica, quando se refere a cada aluno. O objetivo é o mapeamento dos conhecimentos prévios, avanços e dificuldades dos alunos, oferecendo

subsídios para o docente refletir seus métodos de ensino, confirmando e direcionando processos didáticos utilizados.

REFERÊNCIAS

A teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. In: MOREIRA, M. A e MASINI, E. F. S. (Orgs.). *Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos*. São Paulo: Vetor, 2008.

Aires, Fleberon Saraiva . *Metodologia alternativa para o ensino de física – a construção e demonstração de experimentos com materiais de baixo custo*. / Fleberon Saraiva Aires. - Sumé - PB: [s.n], 2018.

CARVALHO, A. M. P. *O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas*. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.) **Ensino de ciências por investigação - Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

FERRAZ, Ana Paula do Carmo Michel; BELHOT, Renato Vairo Taxonomia de Bloom: *revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais*. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010 Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/gp/v17n2/a15v17n2>

Ferreira, Alexandre Marques. *Experimento de baixo custo como ferramenta para o ensino de física no ensino médio (recurso eletrônico)* / Alexandre Marques Ferreira. – 2019. 1 CD-ROM: il.; 4 ¾ pol.

ROCHA, Ricardo Florencio Alves et al; DICKMAN, Adriana Gomes. *Ensinando Termodinâmica por meio de Experimentos de Baixo Custo*. *Abakós*. Belo Horizonte, v. 4, n. 2, p. 71-93, maio 2016 - ISSN: 2316-9451

ROCA, Tort Monserrat. *Aprender i ensenyar a formular bones preguntes*. IES Pla de les Moreres, 2006. Disponível em: <http://www.xtec.cat/sgfp/llicencies/200506/memories/1126m.pdf>>. Acesso em: 27 jul. 2019.

VIEIRA, Antonia de Fátima Alves. *A formação de conceito na perspectiva de Vygotsky*. 2007. 38f. Monografia (Graduação em Psicologia), UniCEUB, Brasília, 2007.

SILVA, Josenildo Marreira. *Demonstração do comportamento da informação em uma onda utilizando experimento reais e virtuais em sala de aula para o ensino de física*-Trabalho de conclusão de curso (graduação)-Universidade Federal do Ceará. Instituto UFC Virtual. Curso de Física, Fortaleza.2017.

Anexo A: extraído do artigo de FERREIRA.

Quadro 1 – Experimentos abordando conceitos de Termodinâmica

Experimentos	Conceitos abordados						
	Calor	Temperatura	Condução	Convecção	Radiação	Densidade	Pressão
A garrafa que encolhe ^(a)	X	X					X
Balão a prova de fogo	X	X	X				X
Balão na garrafa	X	X		X			
Barquinho à vapor	X	X	X				
Barra de alumínio	X	X	X				
Fonte de Água quente	X	X	X	X		X	
Lâmpada de lava ^(b)	X	X		X	X	X	
Maquina à vapor	X	X	X				X
O Gênio da garrafa	X	X				X	
Queimando dinheiro	X	X	X				
Termômetro de galileu	X	X	X				X
Termômetros e escalas	X	X	X				

Elaborado pelos autores. Todos os experimentos podem ser encontrados no site Netto (1999).

Também encontrado em (a) Marques (2015) e (b) Fogaça (2015)

Anexo B: Tabela extraída do Artigo de Carvalho.

Tabela 1. Níveis da Taxonomia de Bloom e seus respectivos verbos

Conhecimento	Compreensão	Aplicação	Análise	Síntese	Avaliação
Enumerar	Alterar	Aplicar	Analisar	Categorizar	Avaliar
Definir	Construir	Alterar	Reduzir	Combinar	Averiguar
Descrever	Converter	Programar	Classificar	Compilar	Escolher
Identificar	Decodificar	Demonstrar	Comparar	Compor	Comparar
Denominar	Defender	Desenvolver	Contrastar	Conceber	Concluir
Listar	Definir	Descobrir	Determinar	Construir	Contrastar
Nomear	Descrever	Dramatizar	Deduzir	Criar	Criticar
Combinar	Distinguir	Empregar	Diagramar	Desenhar	Decidir
Realçar	Discriminar	Ilustrar	Distinguir	Elaborar	Defender
Apontar	Estimar	Interpretar	Diferenciar	Estabelecer	Discriminar
Relembrar	Explicar	Manipular	Identificar	Explicar	Explicar
Recordar	Generalizar	Modificar	Ilustrar	Formular	Interpretar
Relacionar	Dar exemplos	Operacionalizar	Apontar	Generalizar	Justificar
Reproduzir	Ilustrar	Organizar	Inferir	Inventar	Relatar
Solucionar	Inferir	Prever	Relacionar	Modificar	Resolver
Declarar	Reformular	Preparar	Selecionar	Organizar	Resumir
Distinguir	Prever	Produzir	Separar	Originar	Apoiar
Rotular	Reescrever	Relatar	Subdividir	Planejar	Validar
Memorizar	Resolver	Resolver	Calcular	Propor	Escrever um review sobre
Ordenar	Resumir	Transferir	Discriminar	Reorganizar	Detectar
Reconhecer	Classificar	Usar	Examinar	Relacionar	Estimar
	Discutir	Construir	Experimentar	Revisar	Julgar
	Identificar	Esboçar	Testar	Reescrever	Selecionar
	Interpretar	Escolher	Esquematizar	Resumir	
	Reconhecer	Escrever	Questionar	Sistematizar	
	Redefinir	Operar		Escrever	
	Selecionar	Praticar		Desenvolver	
	Situar			Estruturar	
	Traduzir			Montar	
				Projetar	