



MARIA JUANNA LIMA HERMETO

**"A PROFESSORA MALUQUINHA": A BUSCA
POR UM OLHAR REFLEXIVO SOBRE A
PRÓPRIA PRÁTICA**

LAVRAS – MG

2019

MARIA JUANNA LIMA HERMETO

**"A PROFESSORA MALUQUINHA": A BUSCA POR UM OLHAR
REFLEXIVO SOBRE A PRÓPRIA PRÁTICA**

Monografia apresentada à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do Curso de
Licenciatura em Física, para a obtenção do título de
Licenciado em Física.

Prof. DSc. Iraziet da Cunha Charret
Orientadora

Prof. MSc Jefferson Adriano Neves
Coorientador

LAVRAS – MG

2019

Para citar este documento:

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. Biblioteca Universitária. "**A Professora Maluquinha**": a busca por um olhar reflexivo sobre a própria prática. 1. ed. Lavras, 2019. Disponível em: <<http://www.biblioteca.ufla.br/repositorio.pdf>>. Acesso em: data de acesso.

**Ficha catalográfica elaborada pela Coordenadoria de Processos Técnicos
da Biblioteca Universitária da UFLA**

Hermeto, Maria Juanna Lima

"A Professora Maluquinha": a busca por um olhar reflexivo sobre a própria prática / Maria Juanna Lima Hermeto, Iraziet da Cunha Charret, Jefferson Adriano Neves. 1ª ed. – Lavras : UFLA, 2019.

88 p. :

Monografia de Graduação (Licenciatura)–Universidade Federal de Lavras, 2019.

Orientadora: Prof. DSc. Iraziet da Cunha Charret.

Bibliografia.

1. Identidade Docente 2. Professor Reflexivo 3. Prática Profissional 4. Professor 5. Ensino de Física. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-808.066

A reprodução e a divulgação total ou parcial deste trabalho são autorizadas, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Este documento possui páginas em branco para facilitar a impressão frente-e-verso.

Aos meus professores, que ao longo de todo o percurso acadêmico me incentivaram e me auxiliaram para que eu chegasse até aqui, em especial à Iraziet e ao Jefferson pela orientação e coorientação neste trabalho de conclusão de curso. Aos meus futuros alunos, pois é por eles que eu trabalho pelo meu constante aprimoramento.

AGRADECIMENTOS

Aos professores Iraziet e Jefferson, pela orientação, apoio e empenho dedicado à elaboração deste trabalho.

Aos meus colegas de curso que compartilharam as dores e alegrias do percurso acadêmico e auxiliaram de alguma forma no meu aprendizado.

Agradeço ainda, a todos os professores do Curso de Licenciatura em Física do Departamento de Ciências Exatas da UFLA, por me proporcionarem o conhecimento, não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional e pessoal.

Por fim, mas não menos importante, agradeço à professora regente da turma onde foram desenvolvidas as atividades e aos alunos participantes.

"Educação não equivale ao ato de encher uma jarra, mas sim ao de acender uma chama." (Plutarco, filósofo grego)

RESUMO

O presente trabalho consiste em uma pesquisa qualitativa que apresenta o olhar auto reflexivo de uma professora em formação ao analisar a sua prática docente, dentro da perspectiva da reconstrução racional da história da própria prática educacional. O objetivo do trabalho é retratar as reflexões, desde a proposição à realização, de uma sequência de ensino, e a importância desse processo no desenvolvimento da identidade docente. Como metodologia, foi elaborada uma Sequência de Ensino (SE), que foi desenhada com estudantes do 3^o ano do Ensino Médio de uma escola pública da cidade de Lavras, durante o ano de 2018. A SE serviu de ponto de partida para as reflexões, subsidiadas a partir de referências como Mion (2009) e Pimenta (1996). Assumir uma postura reflexiva mostrou-se relevante para a construção de uma maior consciência sobre a realidade da profissão docente e seus desafios, contribuindo assim para o processo de construção da identidade docente.

Palavras-chave: Identidade Docente, Professor Reflexivo, Prática Profissional, Professor, Ensino de Física

ABSTRACT

The present work consists of a qualitative research that presents the gaze of a reflective teacher when analyzing her teaching practice, within the perspective of rational reconstruction of the history of the educational practice itself. The objective of this paper is to portray a reflective process of professional practice itself, from the proposition to the accomplishment of a teaching sequence, and its importance in the development of a teaching identity. As a methodology, a Teaching Sequence was elaborated and applied, which served as a starting point for the reflections, subsidized by references such as Mion (2009) and Pimenta (1996). Taking a reflective posture proved relevant to a greater awareness of the reality of a teacher's profession and its challenges, thus contributing to the process of building the teaching identity.

Keywords: Teaching Identity, Reflective Teacher, Professional Practice, Teacher, Physics Teaching

LISTA DE QUADROS

Quadro 4.1 – Planejamento das atividades desenvolvidas dentro da Sequência de Ensino.	40
Quadro 5.1 – Resumo das ações em sala de aula.	41
Quadro .1 – Planejamento das atividades desenvolvidas dentro da Sequência de Ensino.	62
Quadro .2 – Cont. - Planejamento das atividades desenvolvidas dentro da Sequência de Ensino.	63

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	MUITO PRAZER!	21
3	A DOCÊNCIA E A ESCOLA: UM BREVE OLHAR TEÓ- RICO ACERCA DO SER PROFESSOR	25
3.1	O Ambiente Escolar	25
3.2	A Formação de Professores à luz da reconstrução racional da história da própria prática educacional	27
3.3	A docência: Identidade e Saberes	29
4	Construção da pesquisa: Um olhar metodológico	35
4.1	A Sequência de Ensino	39
5	Um olhar para a ação em sala de aula: O Diário de Campo e os Materiais escritos	41
6	Considerações (não) Finais	51
	REFERÊNCIAS	59
	APENDICE A – Sequência de Ensino Reformulada	61

1 INTRODUÇÃO

Ensinar e aprender é uma relação fundamental na constituição das sociedades. Antes de existirem as instituições de ensino, conforme as conhecemos hoje, informações, procedimentos e conhecimentos eram transferidos de geração para geração, de mestre para aprendiz, enfim, de um parente mais velho para seu descendente, por exemplo. Isso sempre se deu não somente no sentido de uma educação específica e relacionada a uma determinada área do conhecimento, mas também no sentido de uma educação que se relacionava ao modo de viver, ao cotidiano e ao entendimento de mundo em cada época, ou seja, buscando inseri-lo na cultura vigente.

Em todos os processos de transferência¹ de saberes é possível enxergar alguma forma de aprendizado e, é provável que estes tenham sido, em vários momentos, fundamentados por uma vontade sincera e verdadeira, tanto de ensinar quanto de aprender. É primordial que o indivíduo que se propõe a construir algum conhecimento o queira realmente, (e claro, que o professor tenha disposição para ensinar e busque uma excelência). Quando as duas coisas acontecem, o processo é extremamente facilitado! Quando não há vontade de aprender, seria interessante que o professor trabalhasse, antes de mais nada, na motivação² do estudante. Nesse sentido, o professor deve usar de seu repertório de atividades, linguagem e estratégias para tentar fazer nascer no estudante uma vontade autêntica em aprender, uma genuína curiosidade, uma disposição para passar por esse processo de aprendizagem.

As vontades de ensinar e, principalmente, de aprender se perderam, em parte, na burocracia das escolas e no formalismo da cultura da escola, em seus aspectos estrutural e burocrático e, em parte, na própria cultura escolar, que pode ser traduzida a partir do que acontece na escola em termos de convivência, cul-

¹ O termo transferência aqui é considerado em um âmbito maior, mais geral, no qual está inserida a construção de conhecimento, a aprendizagem de técnicas e manejos.

² <https://br.psicologia-online.com/teoria-de-ensino-de-bruner-184.html>

tura e aprendizado, já que é possível identificar fatores desestimulantes no ensino-aprendizagem também nesta esfera (CARVALHO, 1999).

Mion (2009, p.51) nos diz que a ação é uma relação social e cultural. A maioria das escolas, ou instituições de ensino, deixou de ser um lugar agradável, lugar de se aprender algo novo e interessante, de interagir socialmente, para representar uma obrigatoriedade. As analogias entre os sistemas prisional e escolar são claras e, para o estudante, isso não se justifica. Ser professor se tornou uma profissão desmotivante e, como retroalimentação dessa situação toda, desse cenário, tem-se o estudante em um contexto que não favorece o processo do seu aprendizado. Isso tudo colabora para o cenário de desmotivação de todos os personagens que desempenham seus respectivos papéis dentro da escola. Falta criatividade e vontade de inovar, talvez de todas as partes envolvidas. (CARVALHO, 1999)

O aprendizado, o conhecimento, não é algo pronto³ e concreto que o aluno recebe e põe no bolso. É um processo dialético entre as informações que ele recebe e as conexões que ele faz com o seu mundo pessoal, ou seja, seu cotidiano, conceitos científicos, concepções, ideias, entre outras coisas, através do caminho de aprendizado que é construído. Esta construção pode ocorrer com o professor, ou com o parceiro mais capaz (GASPAR, 2014) ou pelas experiências da vida.

Plutarco, filósofo grego, já afirmava que a “Educação não equivale ao ato de encher uma jarra, mas sim ao de acender uma chama.”⁴ Se o ato de educar, então, não é entregar algo pronto, “de bandeja”, vejo que ensinar é justamente facilitar a construção do conhecimento. Essa construção é um processo que pode se dar do livro para uma pessoa, da internet para uma pessoa, e até de uma pessoa para outra, porque às vezes a linguagem de quem transmite (em relação ao modo de falar do emissor e de seus recursos metodológicos) não é a linguagem de quem recebe, e então é preciso um mediador, no sentido apontado por Vigotski , de

³ Ghedin (2008)

⁴ Plutarco, filósofo grego. Anais do XVII SEMPEM, 2017

parceiro mais capaz (GASPAR, 1997; VIGOTSKI, 1989) que faça a tradução da linguagem utilizada.

A pessoa que se propõe a ensinar ajuda nesse processo de construção, mas é sabido que a construção do conhecimento necessita de outros momentos, como por exemplo, o estudo em grupo e a elucubração individual. Assim como as verdades, o conhecimento está constantemente sendo engendrado, evoluindo, se transformando. O processo não é só guiado pelo professor, mas também mediado (VIGOTSKI, 1989), influenciado e repleto de subsídios que são fornecidos para que o aluno tenha contato com os conceitos que precisa desenvolver, conhecimentos dos quais precisa se apropriar.

Na formação do professor acredito que isso seja uma constante, ou seja, não se extingue ou se esgota em um data específica. Vamos contextualizando, repensando, reformulando, resignificando e solidificando esses conhecimentos, num processo que é demorado, pois se desenrola ao longo de toda a formação.

Cada vez mais me parece que ser professor é uma decisão que envolve muita doação e a disposição para desenvolver um verdadeiro “trabalho de formiguinha”, que deve ser exercido quase que por ideologia mesmo, por enxergar-se a principal peça responsável pela mudança almejada. Trabalhar diretamente com seres humanos, procurando entender suas concepções prévias e seus contextos sócio-culturais demanda grandes esforços e carinho. Não é sempre que professor e aluno estão motivados a desempenharem plenamente seus papéis. Por isso, é preciso ter, além de tudo, capacitação e reflexão constantes, no intuito de adquirir, além de conhecimento específico na área, habilidades para construir uma relação saudável de admiração e respeito com os estudantes no processo de ensino-aprendizagem.

Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo retratar um processo auto-reflexivo da própria prática, desde a proposição à realização de uma sequência de ensino, e sua importância no desenvolvimento da identidade docente.

Este trabalho está estruturado da seguinte forma. Abordo no capítulo 2 quem sou eu, autora desta pesquisa. No capítulo 3 apresento as fundamentações teóricas que guiaram as minhas reflexões, no capítulo 4 discorro sobre a metodologia empregada para o desenvolvimento deste trabalho, na seção 4.1 apresento a primeira versão da Sequência de Ensino que deu origem as minhas reflexões, no capítulo 5 estão as minhas reflexões construídas no processo da construção da Sequência de Ensino e durante o seu desenvolvimento com os estudantes e, finalmente, no capítulo 6 traço as considerações finais do processo de auto-reflexão. A Sequência de Ensino reformulada é apresentada no apêndice A.

2 MUITO PRAZER!

Para compreender melhor o processo autorreflexivo aqui proposto é relevante que você, leitor, conheça um pouco sobre a minha pessoa, pois através disso busca-se identificar o quanto a realização da Sequência de Ensino descrita contribuiu e vem contribuindo para a minha constituição do "ser professor".

Nasci no ano de 1980, sou filha única e fui criada somente pela minha mãe (professora de História da Educação Básica, com 1 cargo e duas horas extras). Assim, cresci em direto contato com a experiência de uma professora, onde reclamações constantes sobre alunos bagunceiros, precariedade da estrutura da escola e falta de valorização profissional, fizeram com que eu tivesse somente uma visão negativa da profissão. Isso perdurou mais ou menos até a metade do curso de licenciatura em física, quando comecei a me enxergar como uma possível boa professora, com habilidades para driblar os diferentes obstáculos que se apresentam nas experiências do lecionar. Entendo como bom professor o profissional que proporciona condições para o aprendizado do aluno e o faz se interessar pelo assunto. De acordo com Pimenta (1996, p.77): “Enquanto somos alunos, sabemos o que significa ser professor, mas não nos identificamos.” Neste período, da metade da graduação em diante, houve um processo de mudança da minha visão de aluna para a de futura professora, durante o qual se deu a mudança de ver o professor à partir da minha visão de aluna para a perspectiva de me enxergar como professora.

Um dos meus primeiros interesses foi pelas artes, mas ao longo da vida demonstrei curiosidade por assuntos variados, o que pode explicar a vontade em relacionar a física à outras áreas de conhecimento, até porque isso, em geral, desperta algum tipo de interesse nos alunos, já que o mundo que cerca o indivíduo é formado pelo ensino disciplinar e essas várias disciplinas envolvem várias áreas do conhecimento. Assim, as disciplinas devem dialogar, uma vez que cada uma representa uma parte da realidade, ou uma interpretação da mesma. As atividades interdisciplinares podem favorecer o entendimento de conceitos, uma vez que os

contextualiza na complexidade do mundo como um todo. “Não se pode conhecer as partes sem conhecer o todo, nem conhecer o todo sem conhecer as partes”¹.

O interesse pela física surgiu, então, somente na época do cursinho pré-vestibular, devido à dois professores fantásticos (um que sabia explicar muito bem e outro que trabalhava diretamente com coisas práticas). Trabalhar desde cedo não favoreceu a dedicação necessária que a vida acadêmica exige e, ao longo de minha vida escolar, foi-se acentuando uma deficiência em conteúdos e disciplinas que exigiam mais tempo de dedicação e esforço, como as disciplinas de física teórica.

Tendo feito um curso técnico, não passei pelas disciplinas que normalmente se estudam no Ensino Médio. O que sabia de física ao ingressar na graduação era o que havia experienciado em 6 meses de cursinho. Mesmo sem uma base matemática boa, o motivador para a escolha do curso foi mais forte: a curiosidade (de fato, muitos estudantes ingressam no curso de física acreditando que irão descobrir “os segredos do universo”).

Eu sempre tive um perfil de fazer muitas perguntas, em relação à tudo. A curiosidade e a vontade de aprender (mas fora do sistema escolar) sempre foram motivadores em minha vida; na época da escola, havia coisas que eu gostava ou tinha facilidade em aprender apesar do sistema de ensino, ou da metodologia usada em sala de aula. Mas, quando o estudante não tem facilidade ou aptidão para o assunto, a metodologia pode representar uma barreira (ou, por outro lado, uma via de acesso ao conhecimento, que o aluno está disposto a percorrer).

Resgatando um pouco do processo no meu percurso acadêmico, os anos que fiquei dentro do curso de física, logo depois que eu entrei na universidade até

¹ Falando da relação entre transposição de fenômenos do mundo real para a linguagem científica que usamos ao ensinar física, podemos pensar em um conhecimento “que não mutila o seu objeto” e é difícil imaginar que isso não ocorra em nenhum grau, já que o próprio conhecimento é um processo que precisa passar por alguma linguagem para ser adquirido (no caso em questão, a linguagem científica). “O ser humano é um ser simbólico” (E. Cassirer). Língua e linguagem científica são símbolos através dos quais se adquire cultura e conhecimento, e através dos quais se interpreta o mundo. É um canal de interação do homem com o mundo que o cerca.

o período em que eu comecei a desenvolver a Sequência de Ensino para o TCC, é possível destacar algumas etapas. Uma das partes que eu considero ruim, mas que também trouxe vários aprendizados, inclusive em termos de metodologia e em como “não ensinar”, está associada a várias disciplinas que cursei, momentos em que tive contato com professores que sequer planejavam suas aulas e que não se importavam se o aluno estava entendendo ou aprendendo o conteúdo. Eles me fizeram sofrer para aprender as coisas que eu julguei que seriam super legais de aprender. Então, me deparei com obstáculos difíceis, além do meu nível. Claro que tive ótimos professores também, mas eles se restringiram aos professores específicos da Licenciatura em Física.

Diversas atividades contribuíram para a minha formação docente. Dentre elas, o projeto A Magia da Física e do Universo, os estágios, a própria escrita do TCC (que se desenvolveu dentro da disciplina de Estágio III) e, principalmente, o PIBID - Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência, da CAPES.

Em relação ao “Magia”, quando eu entrei no curso, trabalhar com astronomia foi encantador, porque a gente não costuma ver isso no ensino médio. O “Magia” era divertido porque a gente tentava explicar fenômenos do cotidiano em experimentos simples e pensando “fora da caixinha”. Então, era uma oportunidade de pensar em como o conhecimento se constrói, como o conceito científico se constrói na cabeça das pessoas, como o que ela vê que está acontecendo no experimento interfere na sua interpretação do fenômeno e, conseqüentemente, no entendimento do conceito. Por isso, era bastante interessante, porque a gente trabalhava com o imaginário das pessoas. Era uma ruptura, um confronto constante, no sentido de tentativa de diálogo, da cultura não elaborada, o conhecimento cotidiano que as pessoas têm, o senso comum, com o que a ciência interpreta em sua linguagem científica. Foi possível pensar sobre como entender melhor a maneira com que as pessoas pensam fora da linguagem científica, como elas enxergam os fenômenos físicos sem a tradução da linguagem científica.

Depois eu tive uma experiência longa e marcante no PIBID (devo ter ficado uns três ou quatro semestres no programa). Realizávamos experiências nas quais a gente tinha oportunidade de interagir com as turmas das escolas de uma maneira diferente, já que a gente não era nem professor regente nem estagiário. Muitas vezes desenvolvíamos uma atividade diferenciada, com o intuito de auxiliar no conteúdo que o professor vinha trabalhando em sala de aula. Podíamos colocar em prática várias das coisas que aprendíamos durante o curso e outros conhecimentos novos que adquiríamos dentro do próprio PIBID. Foi um período excelente para refletir acerca das estratégias e metodologias adotadas, bem como repensá-las dentro de seus aspectos pertinentes ao cotidiano de cada classe, de cada escola.

Além desses dois momentos, no "Magia" e no PIBID, também houve experiências em congressos, dentro dos estágios obrigatórios do curso, dentro das disciplinas (como aspectos metodológicos do ensino de física e produção de material didático), mas acho que o momento de maior peso na minha formação foi mesmo o tempo no PIBID, pela diversidade de experiências que a gente vivenciou e pelo período que eu permaneci no Programa.

Como eu fiquei muito tempo no curso, durante esses anos várias coisas aconteceram na minha vida pessoal que me fizeram, ou trancar o semestre, ou perder o semestre (por baixo CRA - coeficiente de rendimento acadêmico) e chegou num ponto que eu não tinha mais tempo hábil para me formar (seria jubilada). Então, optei por fazer o Enem e entrar de novo, no mesmo curso, porque eu queria terminar o curso. Além do mais, peguei três semestres de greve. Quando eu entrei na universidade, achei que seria fantástico entender os fenômenos naturais e aprender coisas novas.

Bom, essa era a estudante Majuh antes de iniciar a sua jornada autorreflexiva... o leitor irá conhecer a professora Majuh ao final do trabalho.

3 A DOCÊNCIA E A ESCOLA: UM BREVE OLHAR TEÓRICO ACERCA DO SER PROFESSOR

O presente capítulo aborda alguns teóricos que nos ajudaram a olhar para o movimento de autorreflexão sobre a prática em formação. A primeira seção, dedicada ao Ambiente Escolar, traz uma discussão sobre o tema A alegria na Escola, ponto central de uma das obras de Georges Snyders, analisada por Carvalho (1999), e que está relacionada ao conteúdo escolar, à cultura escolar, ao ambiente físico da escola e à transposição de conhecimentos (do nível do senso comum à cultura elaborada, ou seja, à linguagem científica). Essa seção aborda diversos elementos relacionados às características e metodologias das atividades desenvolvidas com os alunos e na escrita do TCC.

A seção seguinte trata da pesquisa-ação, uma vez que está intimamente relacionada à definição de investigador ativo, papel que acredito ter desempenhado durante o desenvolvimento do trabalho, e que representa o conjunto das próprias práticas educacionais, objeto de indagação e conhecimento desse trabalho. A última seção, trata do processo de construção da identidade do professor e sua forte relação com o contexto escolar, que se realiza em três passos, onde mobilizar um dos saberes docentes é o primeiro deles.

3.1 O Ambiente Escolar

Essa seção foi construída tendo como fundamento o estudo de Carvalho (1999), que aborda os trabalhos de Georges Snyders acerca da pedagogia progressista. A Pedagogia Progressista de Snyders é uma síntese do tradicional e do moderno, resultando em uma nova proposta de inspiração ou aporte teórico marxista, em que a escola é apresentada como o palco das lutas de classes.

Segundo Carvalho (1999), para chegar a essa nova proposta, Snyders define pontos negativos e positivos para cada modelo de educação, fazendo críticas tanto à pedagogia tradicional quanto à Escola Nova. Na visão dele, o problema é

mais em relação ao quê e para quê se ensina, e não tanto com os modelos e métodos adotados. "A alegria na escola" é entendida por Carvalho (1999) como um aprofundamento da pedagogia progressista e trabalha com 3 temas principais:

A renovação da escola, em termos de transformações de seus conteúdos culturais. Há uma substituição do conceito de conteúdo pelo de cultura, uma vez que, embora a pedagogia progressista priorize os conteúdos, ela os considera somente como o ponto de partida. A função da escola é ressaltada em dois aspectos: i) como espaço para a preparação para a vida adulta e ii) em relação ao tempo que as crianças e jovens permanecem nas escolas ao longo de seus desenvolvimentos enquanto pessoas. Esse é um período onde se poderia proporcionar momentos para o aluno ser feliz. Nessa perspectiva, a alegria pode ser trazida aos alunos através da renovação dos conteúdos culturais, e não por exemplo, na autonomia da escolha do tema a ser estudado.

A cultura escolar, definida por ele como o aspecto cultural e de experiências vivenciadas pelo aluno (distintamente do que Snyders define como cultura da escola, que representa a sua parte estrutural e burocrática), resultado da articulação dos dois primeiros temas. Existem dois tipos de cultura: a cultura primeira, não sistematizada, formada no cotidiano, imediata: é a que o aluno possui e está relacionada à cultura popular, ou seja, ao senso comum e a cultura escolar sistematizada, representada pelo professor e que está relacionada ao conhecimento científico, ou seja, à ciência. Entre as duas culturas mencionadas existem diferenças, mas não antagonismos, uma vez que a cultura primeira é entendida aqui como um nível superficial da cultura elaborada.

Ter alegria na escola não implica em se ter ausência de dificuldades e ausência de exercícios e acontece, inclusive, durante a passagem da cultura primeira para a cultura elaborada. Para Snyders, a escola é o local onde deve ser feita essa ponte entre as duas culturas, entre o conhecimento do professor e o do aluno.

Para que o aluno tenha alegria na escola, para que esta alegria seja significativa, tenha um significado e lhe dê respostas às suas indagações, a escola deve partir da cultura dos alunos, de sua experiência imediata e, a partir daí, realizar a ruptura, apresentando-lhe a cultura elaborada. (CARVALHO, 1999, p.)

A alegria, para Snyders, está, então, intimamente relacionada às concepções prévias dos estudantes, e o professor teria a incumbência de fazer a tradução dessas concepções dos estudantes para a linguagem científica. A escola é um lugar para ser feliz e isso é alcançado através das satisfações que a cultura proporciona.

Embora essa discussão de alegria e cultura escolar, para Snyders, tenha embasamento na Pedagogia Progressista, vejo que ela é facilmente destacável deste fundamento teórico e pode ser usada no presente trabalho, porque aqui o cerne da questão é “como pensar a escola para que o aluno seja feliz através de uma cultura” e não “como usar a escola para fornecer ao aluno armas dentro de uma luta de classes”.

3.2 A Formação de Professores à luz da reconstrução racional da história da própria prática educacional

Define-se o investigador ativo como aquele profissional que exerce simultaneamente as funções sociais de professor e de pesquisador, em nosso caso, em ensino de física. Este profissional pesquisa a sua própria prática, refletindo sobre os dados obtidos e possui características centrais como compromisso, colaboração, intenção e ato de escuta aguçado.

O objeto de indagação e conhecimento da pesquisa-ação é o conjunto das próprias práticas educacionais, cuja análise proporcionará construir conhecimentos novos, os quais guiarão as mudanças na nossa práxis como professores.

A definição de Angulo (1990) de pesquisa-ação, mais ampla, é considerada por Mion (2009) como a mais apropriada:

é um processo epistemológico de indagação e conhecimento, um processo prático de ação e mudança, e um compromisso ético de serviço para a comunidade social e educativa. (Angulo, 1990, p. 40) (MION, 2009)

De acordo com Mion (2009), os momentos metodológicos no processo de pesquisa-ação são:

- AÇÃO - relação social e cultural: elaborar/construir um projeto de pesquisa,
- OBSERVAÇÃO - momento metodológico da coleta de dados: coletar os dados, durante a observação/desenvolvimento das atividades educacionais ou planos de aula;
- REFLEXÃO - estudo e interpretação dos dados coletados referentes ao que ocorreu na ação e ao planejamento: fazer a análise crítica dos dados obtidos, realizando a interlocução entre teoria e prática. O processo culmina no que seria o seu quarto momento, o de
- SISTEMATIZAÇÃO do novo conhecimento.

Os pressupostos da investigação-ação educacional de vertente emancipatória são: interlocução entre teoria e prática, colaboração, dialogicidade, intenção e racionalidade comunicativa. O principal desafio parece ser o de analisar as próprias ações e construir mecanismos para fazê-lo com rigor científico (MION, 2009).

A reconstrução da história das próprias práticas educacionais “Significa uma reconstrução racional, pois é uma interlocução entre teoria e prática, que representa, na análise de dados, a relação entre objetividade e subjetividade” (MION, 2009, p.51). Enquanto reflexão “... é o estudo e a interpretação dos dados coletados referentes ao que ocorreu na ação e ao planejamento.” (MION, 2009, p.51), sendo parte do processo da reconstrução.

O processo de formação inicial de professores de Física “implica identificar e detectar situações problemáticas em dada situação; escolher uma para estudar; e, depois, saber problematizar essa situação...” “além de construir um caminho para solucioná-la, e isto é, construir um projeto de pesquisa, coletar e analisar os dados.” (MION, 2009, p.51)

Duas das atitudes do pesquisador que trabalha dentro da vertente emancipatória estão identificadas na realização do presente trabalho: a construção de propostas próprias de trabalho e a reflexão crítica da própria prática educacional (MION, 2009).

As principais características do processo de reconstrução racional da história da própria prática educacional são: processo de amadurecimento teórico lento e cheio de incertezas; necessidade de se elegerem premissas de apreciação que nortearão a análise crítica dos dados coletados, um distanciamento da prática para indagá-la, problematizá-la e compreendê-la; análise crítica sobre as informações registradas: o investigador revisita sua experiência construída, desenvolvida e documentada, à luz de suas teorias-guia com o propósito de reconstruí-la, reinventá-la (MION, 2009).

3.3 A docência: Identidade e Saberes

A sociedade mudou, sua demanda também, e por isso o papel do professor hoje é outro. Assim, é necessário repensar o currículo para que ele forme o professor dos novos tempos. Em relação à sua identidade profissional, o professor não é considerado aqui como um mero reproduzidor de conhecimentos, mas sim como um mediador dos processos que constituem a cidadania dos alunos. A prática docente e pedagógica escolar deve ser considerada em seu contexto, e é o principal objeto de análise para repensar a formação inicial e continuada de professores (PIMENTA, 1996).

Critica-se a eficiência dos programas que buscam desenvolver nos professores habilidades desconectadas de seus contextos escolares, tanto na formação inicial quanto na continuada. Não é, portanto, uma formação real e eficiente, uma vez que não está contextualizada! Neste modelo asséptico de professor, o mesmo acaba por não dialogar suas práticas com a realidade da escola e isso não proporciona a tradução de novos conhecimentos adquiridos em novas práticas.

Existe uma relação entre formação do profissional, sua identidade e a profissão, bem como a forte conexão destes elementos com a realidade das escolas. Nesta perspectiva, um currículo que contemple conteúdos e atividades de estágio contextualizados, bem como as reflexões geradas à partir destes contextos, é o que efetivamente contribui para uma nova identidade docente.

A atitude investigativa, para Pimenta (1996), se traduz na ressignificação dos processos formativos pelos próprios alunos dentro das licenciaturas, à partir da reconsideração dos saberes necessários à docência. Para isso, colocam-se a prática pedagógica e docente como objeto de análise.

São pressupostos para a construção da identidade do professor: mobilizar os saberes da experiência como primeiro passo para a construção da identidade docente; contribuir para a construção histórico-social do aluno, preparando-o para interagir ativa e criteriosamente com a sociedade e suas tecnologias; dialogar seus saberes específicos da área para trabalhar interdisciplinarmente e coletivamente nas escolas. O curso de formação inicial deveria formar o professor no sentido de colaborar para o exercício da prática docente, e principalmente em relação à sua identidade profissional que também é historicamente situada. Nesse sentido é necessário que o professor saiba reconhecer quais são as práticas pedagógicas já consagradas, mas que saiba também inserir novas, à partir de diálogo entre teoria e atuação nas escolas.

É fundamental repensar também o processo formativo, dentro do qual se situam os saberes necessários à docência, que devem ser reconsiderados. São eles:

- Saber da experiência: produzido no cotidiano perante uma prática reflexiva. Aqui trata-se dos saberes da experiência no aspecto do papel de aluno e dos saberes da experiência no aspecto do papel de professor atuante.

O primeiro passo no processo de construção da identidade dos professores é mobilizar esses saberes, uma vez que, ao ingressarmos em um curso de licenciatura, já temos uma ideia do que é ser professor, pois já fomos alunos.

Enquanto somos alunos, sabemos o que significa ser professor, mas não nos identificamos. O movimento de refletir sobre a própria prática, dialogando as ações com o contexto das escolas e levando em consideração a interação com os demais profissionais da escola, bem como as complexidades e problemáticas do cotidiano docente, contribui para formar a identidade profissional, no sentido de fazer com que o aluno da licenciatura veja-se como professor.

- Os saberes científicos ou do conhecimento: o licenciando deve pensar sobre qual é o significado desses conhecimentos (saberes específicos), em relação à si mas também em relação à sociedade contemporânea. Depois de mobilizar os saberes, o segundo passo no processo de construção da identidade dos professores é discutir a questão do conhecimento no qual se é especialista (matéria) no contexto da contemporaneidade. É função do professor também, como mediador do processo de construção do conhecimento, desenvolver a capacidade do aluno de digerir, classificar, analisar e contextualizar as informações que recebe (sabendo eliminar os excessos), além de buscar desenvolver habilidades específicas, atitudes e valores. Assim, cria vínculos úteis e pertinentes, transformando as informações em conhecimento. É preciso produzir condições para a produção do conhecimento, bem como ter consciência de seu poder!

- Os saberes pedagógicos e didáticos: os alunos das licenciaturas entendem que não bastam os conhecimentos específicos e a experiência. O termo “didática” como sinônimo de “saber ensinar” é um senso comum entre os estudantes de licenciatura, mas eles ainda esperam que a disciplina de didática lhes dê um manual técnico pronto e infalível para ensinar. Para saber ensinar não bastam experiência e conhecimentos específicos, é preciso também os saberes pedagógicos e didáticos. Os saberes pedagógicos devem ser moldados pelo real; se produz na ação!

Depois de mobilizar os saberes e de discutir a questão do conhecimento no qual se é especialista no contexto da contemporaneidade, o terceiro passo no processo de construção da identidade dos professores é ver e analisar as escolas existentes com olhos de futuros professores. Quando isso acontece, ocorre a passagem da visão de aluno para a de professor.

Uma atitude investigativa está relacionada aos saberes que constituem a docência (da experiência, científicos, pedagógicos) e à reflexão sobre a prática. A atitude investigativa não é entendida somente em relação à uma pesquisa científica, mas também em relação às ações cotidianas em sala de aula. O professor reflexivo investiga a própria prática. Ele ressignifica, à partir dos saberes docentes, o processo formativo e, posteriormente, as ações e posturas adotadas em sala de aula. Daí a importância do contexto escolar e da ressignificação da prática dentro desta realidade. A pesquisa não é vista só como princípio cognitivo de compreensão da realidade, mas também como princípio formativo na docência. “Para além...” ...”o professor não é uma atividade burocrática. . .”. (PIMENTA, 1996, p.75)

A identidade docente não é imutável, pois faz parte do processo de construção histórica do sujeito, no qual a prática pedagógica é o objeto de análise. O professor, nesta perspectiva, é autor e ator, pois doa e compartilha parte da sua visão de mundo e do seu ser com bagagem histórica. Dentro do triplo movimento de Schon (1990), a “reflexão na ação, a reflexão sobre a ação e a reflexão sobre a pró-

pria reflexão na ação”, o professor reflexivo é valorizado como um profissional em processo contínuo de formação. Nesse sentido, é possível afirmar que o professor exerce a auto-formação, já que reelabora saberes no seu cotidiano escolar.

O professor reflexivo é valorizado como um profissional em processo contínuo de formação, exercendo a autoformação, já que reelabora saberes no seu cotidiano escolar. Além disso, de acordo com o segundo movimento de Schon (SCHON, 1990), a reflexão na ação proporciona ao professor subsídios para repensar metodologias e formas de enxergar os problemas envolvidos na sua prática, desenvolvendo novos raciocínios na direção de buscar solucionar esses problemas.

O terceiro movimento de Schon (SCHON, 1990), a reflexão sobre a própria reflexão na ação, está presente na etapa de escrita do presente trabalho, em que foram feitas reflexões sobre a formação inicial de professores embasadas nos referenciais constantes do capítulo 3. De acordo com Mion (2009), eleger novas premissas é uma das três características do processo de reconstrução racional da história da prática educacional. Foi uma questão de, segundo Pimenta (1996), colocar a prática pedagógica e docente escolar como objeto de análise, inclusive porque é desse cotidiano que nascem os saberes da experiência, quando se adota uma postura reflexiva constante (que faz parte de uma atitude investigativa). Aqui, o conhecimento dialoga com o processo de amadurecimento intelectual/ profissional pelo qual estou passando (ainda que de forma superficial).

4 CONSTRUÇÃO DA PESQUISA: UM OLHAR METODOLÓGICO

Este estudo consiste em uma pesquisa qualitativa, que, de acordo com Minayo (2010),

... trabalha com questões muito específicas e pormenorizadas, preocupando-se com um nível da realidade que não pode ser mensurado e quantificado. Atua com base em significados, motivos, aspirações, crenças, valores, atitudes, e outras características subjetivas próprias do humano e do social que correspondem às relações, processos ou fenômenos e não podem ser reduzidas às variáveis numéricas.

Bogdan e Biklen (1994, p.47) apresentam como principais características da pesquisa qualitativa:

- i) tem o ambiente natural como fonte dos dados e o pesquisador como instrumento chave;
- ii) é essencialmente descritiva;
- iii) os pesquisadores estão preocupados com o processo e não somente com os resultados e produto;
- iv) os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente;
- v) o significado é a preocupação principal.

Mais propriamente dito, este trabalho consiste em uma pesquisa-ação, onde o objeto de análise é a ação do professor em formação e como este vem se constituindo como professor.

As primeiras ideias sobre o trabalho nasceram de um desejo pessoal em aprender Física Quântica e pensar em como ensiná-la na Educação Básica, depois de estudos iniciais realizados em livros textos, tais como: Eisberg e Resnick (1985), Pietrocola (2010), Tipler e Mosca (2000).

A partir disso, começou-se a se pensar em uma Sequência de Ensino (SE) que pudesse contribuir para a construção do conceito que os alunos têm sobre a luz e suas interações. A Sequência de Ensino foi pensada e confeccionada, levando-se em consideração a construção de propostas próprias de trabalho, uma das atitudes do pesquisador dentro da vertente emancipatória, conforme apresentado por Mion (2009, p.51) e considerando-se o engendrar de novas práticas pedagógicas (PIMENTA, 1996), justamente para culminar na discussão do Ensino de Física.

A SE foi construída, em consenso com o professor da turma, em cima dos tópicos elencados como fundamentais para que o aluno fosse capaz de discutir o experimento do efeito fotoelétrico, incluindo seus resultados, e também a compreensão da explicação proposta por Einstein.

Este conjunto de aulas abrange atividades diversas para guiar o estudante por um caminho de descobertas, confrontos entre modelos científicos, experiências e validações de seus modelos particulares, para explicar, ao fim, as interações da luz com a matéria.

Reconhecendo a importância da racionalidade prático-reflexivo na formação inicial e continuada do professor, o presente trabalho emergiu das reflexões ao avaliar a realização dessa SE no terceiro ano do Ensino Médio. Nesse sentido, depois de diversas idas e vindas dos dados, diário de campo e respostas dos estudantes, foi realizado um distanciamento da prática para indagá-la, problematizá-la e compreendê-la.

A análise específica dos resultados do material na aprendizagem dos estudantes e a reflexão crítica da prática profissional estão articulados. Conforme deve acontecer, em relação ao processo descrito no presente trabalho, a formação do professor está se dando à posteriori e é possível dizer também que com algum grau de simultaneidade – durante a confecção da SE, uma vez que foram realizadas leituras sobre filosofia e história da ciência para poder traçar o caminho da discussão conceitual sobre a natureza da luz.

Não é só o desenvolvimento dessas atividades que faz parte do processo de formação, elas representaram mais um elemento, já que, segundo Pimenta (1996), o profissional, aquele reflexivo, que aprimora a própria prática durante o processo educativo, fazendo a inter-relação entre ação e reflexão, nunca termina a sua formação, nunca deixa de estar em formação, uma vez que esta é uma construção constante.

Conforme Pimenta (1996, p.84) esse processo de reflexão da prática docente é um processo dialético, uma vez que ele é confrontado e modificado por novas teses, que suscitam em uma síntese. É um diálogo das ideias sobre a experiência que tive com as ideias apresentadas nos referenciais teóricos.

É a dialética da teoria e prática presente a todo instante, que é uma particularidade da vertente emancipatória. O termo emancipatório citado em Mion (2009) vem de Paulo Freire e representa um estágio de maturidade profissional onde se tem condições de fazer a conexão entre ação e prática. É como se o professor alcançasse um estágio de desenvolvimento profissional "libertador", uma vez que conseguiria sair de uma posição limitadora e olhar criticamente a sua ação, de fora. O professor conseguiria, dentro dessa perspectiva, nesse momento, se libertar de todas as amarras, e do pensamento compartimentado, onde o embasamento teórico é separado da prática. Apesar de eu não estar exatamente dentro da vertente emancipatória, durante a escrita desse trabalho ocorreu um olhar para o que foi feito e o que vem sendo digerido, entendendo, interpretando, ressignificando e modificando à partir das minhas bagagens teórica e prática.

A realização da SE transcorreu em uma das escolas estaduais da cidade de Lavras, Minas Gerais, dentro da disciplina de Estágio III do curso de Licenciatura em Física da UFLA. O fato da Sequência de Ensino (SE) ter sido realizada aos sábados, gerou uma mudança na dinâmica da escola, e o resultado foi tão positivo, que chegou às casas dos estudantes. Bons professores e boas escolas (clima bom, ambiente saudável) são primordiais para proporcionar um ambiente adequado ao

ensino-aprendizagem. Aparece aqui explicitamente a importância da alegria na escola, conforme apontado por Carvalho (1999) quando fala sobre o trabalho de Snyders.

4.1 A Sequência de Ensino

Nesta seção apresentamos a Sequência de Ensino (SE), cuja construção tinha como primeira preocupação pensar no melhor design, no sentido de metodologias e estratégias, para possibilitar aos estudantes construir o conhecimento em sala de aula. A todo instante, durante a elaboração das atividades e com sua realização em sala de aula, havia um questionamento sobre se aquele determinado formato era propício para que os estudantes entendessem e modificassem ou formassem algum conceito para explicar a luz e suas interações.

Outra preocupação preponderante era a de variar as estratégias e materiais, a fim de atingir vários perfis de aprendizado. Na verdade, o que eu prezava muito desde o início era que eles estivessem realmente gostando, curtindo o processo como um todo e, não menos importante, motivados. Eu queria que as coisas fizessem sentido para eles.

A primeira versão da SE foi bastante diferente da versão final, pois a mesma foi sendo adequada durante o processo, ou seja, conforme uma atividade era desenvolvida, a próxima era modificada (de acordo com tempo disponível, intervalo de tempo entre uma atividade e outra e melhorias na abordagem do conteúdo). A ideia inicial era que as atividades fossem realizadas semanalmente, aos sábados, nas dependências da escola. No entanto, nada impede que outros professores as realizem de acordo com seus contextos. A SE realizada em sala de aula é composta por 8 atividades, presentes no anexo 1, e contempladas em 16 aulas de 50 minutos cada que, no nosso caso, representaram 6 encontros com os alunos, sendo o último deles realizado nas dependências do Departamento de Ciências Exatas da UFLA. Esse foi o encontro de maior duração, pois foi o encerramento da SE, no qual se buscou uma síntese de todos os conceitos trabalhados nas atividades anteriores. No quadro (4.1) são apresentados o nome da atividade, o tempo de realização e os objetivos de ensino.

Quadro 4.1 – Planejamento das atividades desenvolvidas dentro da Sequência de Ensino.

Atividades (duração)	Título	Objetivos de Ensino
1 (50 min)	Investigando as concepções prévias	Desenvolver a habilidade de síntese de comunicação escrita; Instigar a explicitação de ideias com o uso do vocabulário próprio do estudante; Estimular a formulação de hipóteses, ainda que primárias e superficiais, à respeito da natureza da luz.
2 (50 min)	Relação entre os ângulos de incidência e de reflexão	Promover uma reflexão aprofundada sobre o fenômeno em questão; Vivenciar o processo de experimentação; Promover as interações aluno-aluno e aluno-experimento; Favorecer a relação entre as concepções prévias e as novas ideias que poderão surgir durante o experimento; Desenvolver competências específicas em relação às medições, análises e capacidade de argumentação.
3 (50 min)	Refletindo um pouco mais	Mostrar que o mesmo fenômeno pode ser interpretado por dois modelos diferentes; Promover uma reflexão acerca da heterogeneidade de pensamentos científicos, mesmo que seus atores tenham vivido na mesma época ou em épocas muito próximas.
4 (150 min)	O embate entre modelos: Newton X Huygens”	Fazer com que o aluno tenha conhecimento da discussão, incluindo os pontos de vista e outros argumentos de cada cientista na defesa de seu modelo.
5 (50 min)	Conceitos fundamentais - A luz como onda	Proporcionar diferentes visualizações de um mesmo fenômeno; Começar a diferenciar ondas mecânicas de ondas eletromagnéticas; Relembrar os alunos das características fundamentais que descrevem uma onda.
6 (100 min)	A luz como onda - Interferência e difração	Proporcionar diferentes visualizações de um mesmo fenômeno; Apresentar os fenômeno de interferência e difração, conceito de frente de onda, fonte de ondas secundárias, pontos de máximo e mínimo de intensidade luminosa para formar o Padrão de Interferência.
7 (100 min)	Luz e Energia	Começar a construir uma relação entre luz, onda eletromagnética e energia.
8 (200 min)	O Efeito Fotoelétrico: novo confronto entre modelos e a proposta de Einstein”	Colocar o aluno frente aos impasses do modelo ondulatório para a explicação do Efeito Fotoelétrico; Levar o estudante a concluir que o modelo corpuscular de Einstein é o que melhor explica o Efeito Fotoelétrico em seus vários aspectos, inclusive em relação aos pontos em aberto quando se tentar usar o modelo ondulatório.

Fonte: Autor (2019).

5 UM OLHAR PARA A AÇÃO EM SALA DE AULA: O DIÁRIO DE CAMPO E OS MATERIAIS ESCRITOS

A Sequência de Ensino, descrita na seção 4.1, foi desenvolvida em 6 encontros, entre setembro e novembro de 2018. Todos os encontros se realizaram aos sábados que, a princípio, seriam consecutivos, mas foi necessário lidar com imprevistos, feriados e o calendário da escola. As atividades foram desenvolvidas em uma escola estadual da cidade de Lavras (MG), como parte do Estágio Supervisionado III do curso de Licenciatura em Física da UFLA. No quadro (5.1) é apresentada uma breve descrição das ações realizadas em sala de aula.

Quadro 5.1 – Resumo das ações em sala de aula.

Data	Duração	Breve descrição
29/09/2018	9h às 11h10	Execução das atividades 1 e 2 (“Investigando as concepções prévias” e “Relação entre os ângulos de incidência e de reflexão”).
06/10/2018	8h às 11h	Execução das atividades 3 (fechamento da atividade 2) e 4 (“Refletindo um pouco mais” e “O embate entre modelos: Newton X Huygens”).
13/10/2018	–	Feriado.
20/10/2018	–	–
27/10/2018	7h50 às ?	Execução da atividade 5 (“Conceitos fundamentais - A luz como onda”).
03/11/2018	8h10 às 11h50	Execução da atividade 6 (“A luz como onda - Interferência e difração”).
10/11/2018	8h às 11h	Execução da atividade 7 (“Luz e Energia” ?) e sobre a Feira de Ciências.
17/11/2018	8h30 às 12h	Execução da atividade 8 (“O Efeito Fotoelétrico: novo confronto entre modelos e a proposta de Einstein”).

Fonte: Autor (2019).

Todas as descrições, relatos e reflexões têm como fonte primária o diário de campo e as citações foram retiradas integralmente dele.

A primeira e a segunda atividades foram realizadas em 29 de setembro de 2018, com duração de 130 min. Me apresentei, falei do projeto e, por considerar que os alunos, de certa maneira, avaliam o professor já nos primeiros contatos,

desde a primeira atividade usei o meu jeito descontraído e a linguagem jovem utilizada como ponto positivo para criar um vínculo com os estudantes. Além do jeito descontraído e da linguagem, acredito que o fato de estar com uma camisa *nerd* possa ter contribuído no primeiro contato.

Durante as atividades iniciais,

Identifiquei algumas coisas que precisam ser melhoradas.

A professora me ajudou nas dinâmicas e principalmente no domínio da classe, que eu ainda não tenho. (Autor, Diário de Campo)

Foram montados 5 grupos de trabalho com os 28 alunos. Aparentemente, os alunos gostaram da proposta, da atividade e da dinâmica como um todo, pois

... o pessoal da escola ouviu os alunos comentando sobre no momento da saída. (Autor, Diário de Campo)

Não foi possível terminar a atividade 2 como previsto no planejamento, pois tive 50 minutos a menos do tempo que estava planejado inicialmente.

Ao analisar as respostas dos estudantes constatou-se que alguns itens das atividades ficaram sem respostas. Além disso, eles têm muita dificuldade em escrever suas respostas, mesmo depois de uma discussão coletiva. A primeira atividade demorou cerca de 20 minutos e percebi que não fiz as perguntas uma a uma como era a intenção original.

Durante a atividade 1,

... sugeri que eles lessem as perguntas e pensassem uns minutinhos sozinhos e depois compartilhassem as ideias no grupo para, então, chegarem à um consenso e registrarem suas respostas.

Para as perguntas sobre as concepções iniciais desta atividade considerei que deveria dar 10 min para a discussão e 10 min para a formalização no papel, mas ainda assim eu e a professora tivemos que agilizar os estudantes. (Autor, Diário de Campo)

Desde o começo eles já quiseram fazer desenhos esquemáticos. Alguns alunos participaram ativamente, demonstrando bastante entusiasmo.

Em 06 de outubro de 2018 foram realizadas as atividades 3 e 4. Como haviam alguns alunos que não estavam presentes no primeiro sábado, retomei rapidamente o tema central do meu trabalho e falei sobre ciência, cientistas, modelos, perguntas e respostas.

Parece que eles continuam dispostos a colaborar, mas se cansam fácil com leitura de textos e elaboração de raciocínio próprio. (Autor, Diário de Campo)

Ainda assim, de maneira geral, os alunos participaram bastante das atividades.

Identifiquei dificuldade de leitura e extrema dificuldade para ler em voz alta. Alguns são mais proativos enquanto outros mais ‘pensantes’, apesar da vergonha em expor seus pensamentos. (Autor, Diário de Campo)

Retomamos a discussão da reflexão dos raios luminosos, utilizando o barbante no experimento apresentado no trabalho de Roberto (2009) e fiz a reflexão da bolinha na parede. Dei ênfase na questão do barbante estar apenas representando o caminho que a luz percorre.

Senti a necessidade (mais de uma vez) de falar que não há respostas certas e erradas. Que eu preciso é conseguir entender como eles estão pensando. Vou continuar falando isso nas atividades seguintes! (Autor, Diário de Campo)

Na atividade 3,

Para motivar a dúvida e a especulação na cabeça dos estudantes, fiz a seguinte pergunta antes da reflexão da bolinha (no espelho!): Será que uma partícula também se comportaria assim, como a luz? Sofreria reflexão da mesma maneira? Joguei a bolinha no espelho e depois perguntei se eu poderia eliminar o espelho da história... se daria no mesmo, e refiz o experimento jogando a bolinha na parede. (Autor, Diário de Campo)

Após a conclusão de que os ângulos de incidência e reflexão da luz são iguais, o que também se verifica para a reflexão de uma partícula, pedi para um aluno de cada grupo filmar a reflexão da bolinha na parede e comparar os dois resultados.

Uma aluna fez uma arte em cima do vídeo que haviam produzido da reflexão da bolinha e me mostrou, comprovando que os ângulos de incidência e reflexão para a bolinha são iguais. Mas às vezes parece que eles não sabem a diferença entre “ângulo de incidência” e “ângulo de reflexão”. Na hora de responder às questões, eles ficaram chamando à mim e à professora para dar a resposta e/ou dizer se o que eles estavam pensando estava correto. Eu sempre respondo com outra pergunta ou falando que eu quero é ver como eles pensam.

Na atividade 4, como os alunos demoraram muito para responder as perguntas da atividade anterior, e ainda houve o intervalo para o recreio, conseguimos somente ler e fazer algumas observações à respeito do embate entre os modelos. Eles responderam às questões copiando trechos e usando os termos do próprio texto. Não coloquei a pergunta “Qual a diferença entre um feixe de luz laser e o feixe que sai de uma lâmpada incandescente” antes da atividade 5.

No dia 27 de outubro de 2018 finalizou-se o texto da atividade 4 e iniciou-se a realização da atividade 5. Foi solicitado que eles instalassem o aplicativo do *Physics Toolbox* para o experimento a ser realizado com os fones de ouvido na próxima atividade.

A atividade 6 foi realizada em 03 de novembro de 2018. Deveria ter sido iniciada às 7h50 mas, como não havia chegado ninguém, eu esperei alguns minutos. A atividade teve início então, com atraso e com apenas 2 alunos presentes. Pedi que eles terminassem as questões do texto que ainda faltavam e eles se concentraram em fazê-lo. Os demais alunos chegaram bastante atrasados e ficaram até 9h30 terminando o texto. Terminado o texto (sem a parte da discussão), foram feitas as demonstrações no laboratório virtual.

Como tínhamos acabado de falar dos dois modelos, eu repeti a justificativa de que precisávamos entender melhor coisas relacionadas à ondas, já que esse era um dos modelos defendidos, e que iríamos ver coisas acontecendo como se fosse no mundo real. (Autor, Diário de Campo)

No meio da atividade eles falaram

“Puxa, então eu estava defendendo o cara errado!”

Na sequência realizamos a atividade sobre interferência, com os fones de ouvido. Como haviam poucos alunos, eles formaram um só grupo e se posicionaram em volta da mesa com os fones. Os alunos já haviam baixado o aplicativo *Physics Toolbox* e dei as coordenadas de maneira clara e simples, sem muitos rodeios e exemplificando as ações no decorrer do experimento. O meu celular ficou sendo o gerador dos 3440hz e uma pessoa se posicionou com o ouvido na linha entre os fones. Depois repetimos com um outro celular captando o som entre os fones. Não funcionou muito bem porque uma pequena variação na distância causava uma grande variação de registro.

A atividade foi bem sucedida pelo aspecto qualitativo, pois mesmo os alunos que estavam em torno do experimento estavam percebendo bem as regiões de som e “não-som”.

Os alunos não conseguiram medir com precisão as regiões de interferência construtiva e destrutiva e eu intervi me colocando como ouvinte para ajudar na identificação desses pontos. (Autor, Diário de Campo)

Sobre o fenômeno da interferência, comecei pelo som,

fazendo uma analogia com o que havíamos acabado de ver no experimento com os fones de ouvido, utilizando o laboratório virtual Som, do PhET. (Autor, Diário de Campo)

Na sequência, questionei se o mesmo fenômeno acontecia com ondas na água e mostrei o mesmo experimento com as duas torneiras, onde manipulei frequência e amplitude e, depois com a luz (havia mencionado rapidamente que luz é onda eletromagnética na atividade passada quando usei alguns slides) e dessa vez acabei falando de “onda luminosa”.

Falei sobre o argumento que aparece no texto que fala sobre onda não atravessar paredes, mas busquei relacionar isso com o comprimento de onda no laboratório virtual *Interferência de Ondas*, que comporta também a opção de difração (com fendas sendo os obstáculos). Eles argumentaram que uma fenda não é como um muro! Eu perguntei como isso se relaciona com o comprimento de onda.

Será que o comprimento de onda não está relacionado à capacidade que a onda tem de contornar (ou pular) obstáculos? Dei o exemplo de um farol que chega até o navio mesmo havendo um montanha na frente (ou no meio do caminho). (Autor, Diário de Campo)

Mostrei a difração em uma fenda e trabalhamos a relação do aumento de amplitude da onda (relacionando com o que havia falado nos slides) e a intensidade do fenômeno. Voltando ao exemplo da luz “contornar” o muro (como o som o faz), perguntei se essa questão não estaria relacionada à fonte luminosa. Se fosse

uma lanterna, um farol, ou outro tipo de luz, isso aconteceria. Eles não fizeram a atividade do vídeo de modos de vibração na corda e nem me responderam as questões restantes do texto pelo WhatsApp, como havia sido combinado.

Em 10 de novembro de 2018 foi realizada a atividade 7 e também falamos sobre a Feira de Ciências. A atividade teve início com 3 alunos, às 8h50. Depois fiquei sabendo que uma das alunas (uma das que chegou atrasada mas esteve presente em todas as atividades) estava fazendo uma prova da Secretaria de Educação, na escola mesmo. No final da manhã haviam 8 alunos (o equivalente a 4 grupos dos originais). Me chamou a atenção o fato de que um dos alunos não saiu correndo para o intervalo com os outros, mas ficou escrevendo o texto final da atividade.

Parece que o desenvolvimento das atividades em si está causando um efeito positivo na vida pessoal dos alunos e isso está sendo percebido pelos pais. A atividade desenvolvida foi a com o texto sobre o Microondas e questões iniciais sobre conhecimentos prévios. Como a professora comunicou que realmente haveria esta atividade de última hora,

não foi possível imprimir o material preparado e nem pegar o projetor. (Autor, Diário de Campo)

Usando o da escola eu comecei, então, apresentando as questões iniciais e ajudando os estudantes a pensar, sempre fazendo perguntas que não tivessem respostas prontas. Mais uma vez, tive que ressaltar que não existe “certo” e “errado” nas respostas às perguntas do tipo “Você acha...”, “O que você pensa...”, “Como você imagina...”. Entreguei alguns rascunhos e pedi que eles respondessem às questões iniciais e a questão da atividade em si em uma folha e que deixassem uma outra folha só com o texto final.

Logo após a atividade e a confecção do texto, eles assistiram ao vídeo de pouco mais de 2 minutos sobre a descoberta das ondas eletromagnéticas e Hertz. Durante a leitura do texto, fiz algumas intervenções e percebi que eles confundem

potência (do microondas) com a frequência das ondas. A pergunta que eu fiz em relação à isso foi “...e se a frequência das ondas fosse bem menor do que 2450GHz ? Por exemplo, 50GHz , bem abaixo da frequência que “conversa” com a frequência de ressonância da água”?

Recapitulei que frequência era uma característica de uma onda, que era para eles lembrarem do que tínhamos discutido na aula de slides sobre características básicas das ondas e na seguinte (difração e interferência no PhET) e perguntei “E se a frequência fosse muito maior, o que aconteceria?”. Se eles associam aumento de frequência com aumento de energia como parece, já está bom. Os estudantes continuaram demonstrando a dificuldade em passar as ideias das suas cabeças para o papel. Ainda assim, conseguiram montar um pequeno texto resumindo as ideias discutidas na atividade do dia.

Eles saíram bastante animados com a ideia da atividade final ser na UFLA! A professora quis usar uns 10 minutos finais da manhã para falar sobre a Feira de Ciências, uma vez que a ideia era usar o que ela chamou de “Minicurso de Física Moderna” para embasar as ideias dos experimentos. Ficou “decidido” que eles fariam um poster (ou exposição de cartazes) sobre o “Minicurso”. Uma menina disse que queria levar um experimento com batata para ligar a lâmpada (provavelmente essa ideia surgiu porque tínhamos acabado de falar de energia e luz).

Comecei com os slides da revisão, que recuperam o que foi visto nas atividades anteriores e ressaltam as conclusões que tivemos. Por conta do atraso dos alunos, passei rapidamente em alguns slides e a revisão foi efetivamente rápida! Durante esta parte, busquei interação com os alunos e, embora 4 deles tenham participado da maior parte das atividades, os estudantes de maneira geral neste dia não falaram muito. Havia um outro professor na sala. Em um dos slides ressalttei a relação entre comprimento de onda e frequência, mas não usei isso na hora do efeito fotoelétrico. Algumas perguntas que eles me fizeram na hora eu não soube aproveitar, no sentido de redirecionar a discussão para um outro caminho e

chegar na síntese que eu queria. Eu não falei que o modelo ondulatório continua sendo válido para explicar outros fenômenos! Também nesta atividade ficou claro a dificuldade dos alunos em se expressarem por escrito.

Desde o início constatei nos estudantes uma dificuldade em passar suas ideias para o papel e penso que eu poderia ter trabalhado esta habilidade com eles de forma gradativa com a Sequência de Ensino. Com esse olhar crítico-reflexivo (reconstruindo todo o percurso de acordo com (MION, 2009; PIMENTA, 1996) e Snyders), identifico este fato como uma “falha” da SE, mas acredito que, no fim das contas, todo o processo contribuiu nesse sentido, mesmo não sendo esse aspecto um dos objetivos do trabalho. Sempre busquei maior interação com os alunos, seja nas atividades da SE, no seu desenvolvimento, ou durante a formulação das atividades. Apesar disso, uma outra espécie de “falha” que identifico é que poderia ter sido promovida uma maior interação entre os estudantes dentro de seus grupos e entre os próprio grupos.

É evidente que o processo de reconstrução racional da minha própria prática profissional suscitaria novas considerações e ideias de melhoria para a SE, além das que eu já havia registrado (as quais estão demonstradas na análise do material dos estudantes).

Em relação às primeiras perguntas da SE, não sei o quanto foi prejudicial (e se realmente foi) tê-las apresentado todas de uma só vez. A ideia era apresentá-las individualmente, para uma não influenciar na resposta da seguinte. Posteriormente pensei que, mesmo uma a uma, olhar as perguntas todas juntas e repensar poderia ter sido bom! Acredito que o fato de o aluno reconhecer o próprio caminho cognitivo seja benéfico para o seu aprendizado.

6 CONSIDERAÇÕES (NÃO) FINAIS

Considerando que o processo de formação profissional, conforme dito anteriormente, não tem uma data de término, as considerações a seguir não são "finais", mas representam as reflexões sobre a minha prática, já com outra mentalidade, após os efeitos de todo o processo sobre a minha identidade docente.

Ao realizar a Sequência de Ensino, os seguintes desafios foram encontrados: (a) *Em relação ao planejamento*: no início, sua realização foi planejada para ocorrer em sábados consecutivos. Porém, devido às situações particulares da escola, isso não foi possível. Por esse motivo, no início de todas as atividades, os raciocínios que vinham sendo construídos foram retomados. (b) *Na relação professor-aluno*: no começo eu não conhecia a turma, os alunos, então tive um pouco de dificuldade em relação ao domínio de classe, até porque o formato não era o de uma "aula tradicional". Então, como fazer para conseguir algum "controle" num formato diferente do que eu havia experienciado até então? Deixei rolar; (c) *Em relação aos objetivos conceitual-atitude-procedimental*: por causa da resposta dos estudantes frente ao texto de uma das atividades (eu nem imaginei que eles tivessem tanta dificuldade de leitura). Mesmo depois que eu identifiquei a falta de disposição deles frente ao desafio (que, para eles, era grande) de ler um texto "grande", eu não refiz o planejamento, optei por não trocar o texto por um menor e não pensei em dividi-lo e trabalhar por partes (diminuindo assim o impacto de um texto grande). A dificuldade que eles tiveram em se expressar também foi um desafio, afinal de contas, eu entendo que estamos tratando de modelos científicos, mas no início eles simplesmente não conseguiam colocar um raciocínio no papel.

Anteriormente ao desenvolvimento da SE na escola, havia um dos estudantes que se recusava a interagir nas aulas da professora e não conversava com ela, sendo que durante o desenvolvimento da SE ele era um dos que sempre ligava para os demais convocando-os para estarem presentes nas atividades. Por isso, e também pelo relato verbal da professora, acreditamos que tenha ocorrido uma mu-

dança na relação entre a professora da turma e os estudantes (e é muito gratificante fazer parte desse acontecimento).

“A ação é uma relação social e cultural. . . “ (MION, 2009, p.57). Lecionar carrega consigo uma enorme responsabilidade, pois se trata de lidar com seres humanos em desenvolvimento, adolescentes construindo habilidades para interpretar o mundo em que vivem, buscando entender a linguagem das ciências, bem como amadurecendo intelectualmente. Tudo isso com o professor tendo de ser capaz de promover, considerando que o mesmo é, conforme Pimenta (1996), autor e ator da sua ação em campo, já que compartilha parte da sua visão de mundo e do seu ser, com sua bagagem histórica, com os estudantes.

O professor comprometido, na concepção de Paulo Freire, veste a camisa da classe e preza pelo seu profissionalismo, sendo um professor reflexivo e se valendo de metodologias, didáticas e materiais adequados e bem planejados para o processo de ensino, adaptado a cada realidade, ou seja, a cada classe. Reflete não só sobre o que ensinar mas, também, como ensinar e por que ensinar determinado conteúdo.

Mion (2009, p.51) destaca a necessidade da "Reflexão crítica da própria prática educacional", e esta é uma das atitudes do pesquisador dentro da vertente emancipatória. Olhando para trás, entendo que houve uma atuação como investigadora ativa de minha parte (uma vez que eu refleti sobre os dados), desempenhando as funções sociais de professora (ação em sala de aula) e pesquisadora ao mesmo tempo, observadora e questionadora do que via, dialogando de certa forma com a investigação-ação, inclusive porque isso, de novo, é uma característica pessoal minha, e que agora eu pesquiso também sobre a minha própria prática, sobre o meu desenvolvimento e construção profissional.

Dentro de um processo que Mion (2009) define como ‘Reflexão crítica de sua própria prática educacional’, e que, no meu caso, está em andamento; pois

já estava sendo reflexiva enquanto utilizava a SE, bem como enquanto prosseguia com o seu desenvolvimento.

Mudar a racionalidade e o juízo que fazemos de nossas próprias práticas significa tratá-las com mais razão. Isso significa aguçar e aprofundar cada vez mais nossas interpretações com relação às nossas ações e escolhas. (MION, 2009)

Entendo que o processo de escrita do presente trabalho representa o estágio de Reflexão sobre a reflexão na ação. Acredito estar desenvolvendo no momento da escrita do TCC uma das características do processo de reconstrução racional da história da prática educacional, a ‘Análise crítica sobre as informações registradas, onde o investigador revisita sua experiência construída, desenvolvida e documentada, à luz de suas teorias-guia com o propósito de reconstruí-la, reinventá-la.’ (MION, 2009).

Com o objetivo de concatenar as ideias apresentadas no presente trabalho e refletir sobre o processo descrito construímos as seguintes questões: (a) O que é ser professor de física? e (b) A realização da sequência de ensino ocorreu de acordo com a minha perspectiva do ser professor? Mesmo sabendo da profundidade, da complexidade e que as referidas questões não possuem uma única resposta ou até mesmo uma resposta correta, buscou-se pensar acerca delas para a construção dessas considerações finais.

Ser professor é inspirar. Ser professor e, em específico, ser professor de física é conseguir fazer nascer no aluno o interesse pela construção dos conceitos que ele vivencia no seu cotidiano, só que na linguagem científica, e enxergando a beleza dos fenômenos naturais, enxergando o que a física sintetizou em modelos científicos que explicam e predizem esses fenômenos. Ser professor de física é também se professor de lógica, matemática, filosofia, história, português. Acredito que um professor de física deva buscar auxiliar o estudante na tradução da cultura primeira para a cultura elaborada e, claro, tentar fazer com que o aluno enxergue

beleza em: observar, questionar, propor uma explicação e comprovar se aquela explicação é sempre válida, confrontando-a com novos experimentos.

Durante o desenvolvimento da SE, eu vinha analisando coisas que podiam ser modificadas, no sentido de tentar melhorá-las. Dentre os fatores que influenciaram na realização da SE eu elencaria: o perfil da turma, coisa na qual à princípio eu não tinha pensado, a questão de tempo, pois várias vezes eu tive que ajustar a duração das atividades.

A minha perspectiva do ser professor está relacionada à algumas características, alguns fatores que, para mim, definem um bom professor: deve-se estar preparado, deve-se ter domínio do assunto (não diria um domínio total e absoluto, mas um bom domínio) e imaginar o caminho cognitivo que o aluno faria e, ao mesmo tempo, entender esse caminho como uma ramificação, uma possível variação do caminho cognitivo que você fez e pelo qual você quer conduzi-lo. Então você acha que você faz um planejamento para si mesmo (da sua aula) e acha que o estudante vai seguir aquele mesmo raciocínio. Mas às vezes ele não segue, ele faz um outro caminho cognitivo, que foi diferente do que você fez ou pensou que ele faria. Assim, um bom professor eu acredito que leve isso em consideração. Os saberes docentes, sem dúvida, são primordiais.

Os saberes da experiência, que eu carreguei de toda a minha vivência de atividades desenvolvidas durante o curso de física; os saberes do conhecimento, o conhecimento científico do saber, eu enxergo que eles estão representados pelos estudos que eu fiz para me preparar para a elaboração da SE e todo o estudo teórico sobre a luz, história da física e a evolução do conceito de luz, que foi baseado no que eu tinha visto das disciplinas duras; os saberes pedagógicos, que foram colocados em prática na confecção e realização da SE, os saberes pedagógicos que eu retirei de disciplinas como aspectos didáticos e metodológicos do ensino de física.

Então, sem dúvida, os saberes docentes têm de estar presentes dentro na minha concepção do que é ser um professor. Globalmente falando, ser um professor da área de ciências é ser um tradutor do conhecimento de mundo que o aluno tem para a linguagem científica, ou seja, o professor é um mediador do processo de construção, que é ao mesmo tempo um processo de construção do conhecimento, porque uma vez que você traduz o conhecimento do senso comum para a linguagem científica, você repensa, lapida e reformula esses conceitos, essas ideias. Então, ao mesmo tempo em que o professor é um tradutor de linguagem nesse processo, ele ajuda na própria construção do conceito que se está buscando traduzir, no sentido de fazê-lo desenvolver e perceber habilidades para vivenciar a vida acadêmica e fazer a tradução dos conhecimentos da vida para o conhecimento dentro da linguagem científica.

De maneira geral, o professor é principalmente uma pessoa que inspira, que motiva e que ressalta no aluno as suas qualidades intelectuais e humanas. O professor tem que ser aquela pessoa que inspira e motiva.

Especificamente em relação à profissão do professor, espera-se que ele seja comprometido e reflexivo, no sentido de buscar refletir criticamente sobre a própria prática e em diálogo com isso buscar sempre melhorar e buscar entender o contexto no qual se está trabalhando, para adaptar as melhores metodologias e estratégias e entender a realidade dos alunos e da escola, bem como buscar entender essas realidades, porque é também da reflexão sobre os saberes da experiência que nascem as melhorias na prática docente, e buscar capacitação constante.

Hoje penso que serei uma boa professora, mas não acho que vou ser feliz dando aulas tradicionais. Tenho mil ideias de projetos e aulas “diferentonas” que gostaria de colocar em prática. Ziraldo já sabia que é da “professora maluquinha” que os alunos gostam mais.

Se me perguntassem “Que impactos você quer causar no mundo?” eu diria que é fazer as pessoas felizes, os estudantes felizes. Mas para isso eu preciso

estar bem! Preciso estar confiante no domínio do conteúdo, motivada etc. Afinal, (...) "nada pode pela felicidade de outrem, aquele que não sabe ser feliz ele próprio!"(Snyders, 1988:21). Então nasce outra pergunta: Consigo levar alegria às pessoas ensinando Física? Como diz Pimenta (1996), um currículo que contemple conteúdos e atividades de estágio contribui para gestar uma nova identidade docente mas, na minha opinião os estágios não representam o único responsável pelo desenvolvimento da prática docente. Por exemplo, a questão de eu ter feito parte do PIBID está relacionada à formação inicial do professor e à reflexão sobre a ação, uma vez que elaborávamos relatórios finais nos quais, inevitavelmente, resgatávamos o que havíamos feito e refletíamos sobre isso (MION, 2009).

Agora, resgatando minhas experiências dentro do PIBID, tendo desenvolvido o presente trabalho e, principalmente depois de sua escrita, vislumbro uma resposta afirmativa, ainda que com a plena consciência de que, conforme dito anteriormente, ensinar é uma responsabilidade tremenda, pois lida com a formação do ser humano! É uma obra realizada tijolinho por tijolinho, à longo prazo, uma batalha idílica. Lecionar é fundamentalmente se relacionar com pessoas, e em um âmbito muito mais profundo até, já que estamos lidando com a construção moral e intelectual dos estudantes. Isso eu tenho certo para mim já há alguns semestres.

Eu gostaria de favorecer que as pessoas fizessem a conexão da física que se vê na escola com os seus cotidianos! Talvez trabalhando com algo lúdico, com a física dos super heróis, a física dos esportes radicais, a física da culinária... ou seja, desenvolvendo atividades diferenciadas que, de repente, nunca foram testadas.

A relação professor-aluno é um processo, e é preciso, desde o início, ter consciência de que o seu desenvolvimento demanda tempo. A primeira proposta ou ideia desenvolvida, que se julga adequada e interessante, nem sempre dá o resultado previsto. Deve-se fazer o aluno acreditar no processo! Eu diria que isso de fato aconteceu, que eu construí uma relação de confiança com os estudantes. Eles

foram sentindo, tateando, experimentando, à princípio desconfiados e possivelmente não vendo muito sentido. Em um determinado momento, eles acreditaram no que eu estava propondo e se apropriaram do que eu estava apresentando. Penso que, se não existir uma conexão, o estudante simplesmente não entra no processo de aprendizado.

É natural a criança e o jovem gostarem de aprender e desejarem aprender, entrando assim no processo mencionado, talvez sejam as instituições de ensino que matem isso!

Nesse sentido, a relação construída com os alunos foi relevante para que o número de presentes na última atividade fosse relativamente grande, uma vez que esta foi realizada longe da escola. Dentro da questão da relação professor-aluno, percebi que, apesar da grande diferença de quórum da primeira para a última atividade, os alunos que permaneceram até o final se envolveram com a SE e comigo, numa relação com um grau de confiança considerável.

Continuemos, pois, com o trabalho de formiguinha!

REFERÊNCIAS

- ANGULO, J. F. Investigación-acción y currículum: una nueva perspectiva em la investigación educativa. **Investigación em la Escuela**, n. 11, p. 39–43, 1990.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução a teoria e aos métodos**. – Portugal: Porto, 1994.
- CARVALHO, R. M. B. Georges snyders: em busca da alegria na escola. **Perspectiva**, v. 17, n. 32, p. 151–170, 1999.
- EISBERG, R.; RESNICK, R. **Quantum physics of atoms, molecules, solids, nuclei, and particles**. 2^a. ed. [S.l.]: Willey & Sons, 1985.
- FORATO, T. C. de M. **A Natureza da Ciência como Saber Escolar: um estudo de caso a partir da história da luz**. 2009.
- GASPAR, A. Cinquenta anos de ensino de física: muitos equívocos, alguns acertos e a necessidade do resgate do papel do professor. Natal, RN, 1997.
- GASPAR, A. **Atividades Experimentais no Ensino de Física: uma nova visão baseada na teoria de Vigotski**. 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2014.
- MION, R. A. Investigação-ação educacional e formação de professores de física: tecendo uma análise da própria prática. **Educação e Tecnologia**, v. 14, n. 1, p. 49–59, 2009.
- PIETROCOLA, M. **Inovação curricular e gerenciamento de riscos didático-pedagógicos: o ensino de conteúdos de Física Moderna e Contemporânea na escola média**. São Paulo: FEUSP, 2010.
- PIMENTA, S. G. Formação de professores: saberes da docência e identidade do professor. **Revista da Faculdade de Educação**, v. 22, n. 2, p. 72–89, jul-dez 1996.
- ROBERTO, E. V. **Aprendizagem ativa em ótica geométrica: experimentos e demonstrações investigativas**. 2009.
- SCHON, D. **Educating the Reflective Practitioner**. San Francisco: Jossey-Bass, 1990.
- TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para cientistas e engenheiros: mecânica quântica, relatividade e a estrutura da matéria**. [S.l.]: Grupo Gen/LTC, 2000.
- VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

APÊNDICE A – Sequência de Ensino Reformulada

O desenvolvimento da Sequência de Ensino (SE) teve início em Maio de 2018, com estudos sobre óptica, história da física, bem como o desenvolvimentos dos conceitos físicos envolvidos.

Durante o processo do desenvolvimento das atividades na escola, a SE foi se modificando e adquirindo outros elementos e aspectos relativos ao perfil dos estudantes e a própria dinâmica da escola, se consolidando assim, na versão final apresentada aqui.

A SE tem o intuito de conduzir o estudante por um caminho cognitivo de descobertas e confronto de modelos científicos, dentro da temática do comportamento da luz e suas interações.

Engloba mais de um tipo de estratégia de ensino, com o intuito de proporcionar experiências agradáveis e motivadoras da curiosidade. São apresentados, para cada atividade: objetivos (de ensino e de pesquisa), metodologia, desenvolvimento, e material utilizado. As atividade foram desenvolvidas em uma escola estadual da cidade de Lavras (MG).

Ela é composta por 8 atividades que são descritas nos quadros (.1) e (.2), totalizando um tempo estimado de 16 aulas de 50 minutos cada.

Quadro .1 – Planejamento das atividades desenvolvidas dentro da Sequência de Ensino.

Atividades (duração)	Título	Descrição	Recursos
1 (50 min)	Investigando as concepções prévias	Apresentação/ justificativa do tema e problematização do tema do TCC da orientanda; Coleta de concepções prévias mediante questionário escrito.	Aplicação das 5 questões iniciais, mediante questionário entregue aos estudantes, com folhas para rascunho e lápis ou caneta.
2 (50 min)	Relação entre os ângulos de incidência e de reflexão	Subsídios para entender um dos argumentos expostos no texto da atividade 4; Atividade experimental (interativa / “Mão na massa” / com participação ativa dos aluno); Percebendo os ângulos no fenômeno da reflexão.	Atividade do Roberto. Régua, transferidor, papel, espelho, barbante, pedaço de tecido, lâmpada, soquete.
3 (50 min)	Refletindo um pouco mais	Fechamento da atividade 2: discussão conceitual e confronto com o fenômeno da reflexão para uma partícula; Experimentos de reflexão: atividade investigativa; Reflexão.	Material impresso a ser entregue para os estudantes e experimento demonstrativo da reflexão de uma bolinha jogada contra a parede.
4 (150 min)	O embate entre modelos: Newton X Huygens”	Texto sobre o modelo ondulatório de Huygens e o modelo corpuscular de Newton para explicar a luz e suas interações; Leitura do texto e questionário subsequente, com discussão.	Texto e questionário a ser entregue para os estudantes.
5 (50 min)	Conceitos fundamentais - A luz como onda	Revisão de conceitos básicos sobre ondas, em slides (Intensidade, comprimento, amplitude e frequência da onda, espectro, relação cor e frequência, fase, período).	Projetor, extensão de tomada e computador. Phet “Ondas em uma corda”.
6 (100 min)	A luz como onda - Interferência e difração	Experimento manipulativo de interferência em ondas sonoras, com fones de ouvido; Experimentos demonstrativos do fenômeno de interferência em diversas circunstâncias, através do uso do laboratório virtual Phet; Interação luz e matéria: Apresentação do fenômeno da difração, através do uso do laboratório virtual Phet.	Phet de ondas sonoras. Fones e celulares com o Aplicativo Physics Toolbox instalado.

Fonte: Autor (2019).

Quadro .2 – Cont. - Planejamento das atividades desenvolvidas dentro da Sequência de Ensino.

Momentos (duração)	Título	Descrição	Recursos
7 (150 min)	Luz e Energia	Leitura e discussão de texto (com questões de concepções prévias e elaboração de texto pelos estudantes). Em seguida, acontece a apresentação do vídeo sobre o experimento de Hertz.	Texto “Como funciona o forno de micro-ondas”. Vídeo “Descoberta das Ondas de Rádio - Maxwell & Hertz” (duração de 2:20). Computador, projetor e caixinhas de som.
8 (200 min)	O Efeito Fotoelétrico: novo confronto entre modelos e a proposta de Einstein”	Revisão de toda a SE com suas conclusões parciais, em slides, experimento no Laboratório Virtual PhEt “Efeito Fotoelétrico” (com roteiro), explicação de acordo com a proposta de Einstein para o EF e questionário pós.	Material impresso (roteiro do experimento e questões). Computador com o plug-in JavaScript e o PhET instalado, projetor.
Pós (na escola)	Entrevistas semi-estruturadas	Como os estudantes entendem a luz agora e como eles receberam as atividades (suas impressões, gravadas em áudio). Percepções da professora em relação ao desenvolvimento das atividades, em vários aspectos.	Material impresso com questões e gravador.

Fonte: Autor (2019).

Nas próximas seções estarão apresentadas as atividades que compõem a proposta de Sequência de Ensino.

Atividade 1 – Investigando as concepções prévias

Esta atividade é composta por 1 aula de 50 minutos, estruturada da seguinte forma:

Objetivos de Ensino

- Desenvolver a habilidade de síntese de comunicação escrita;
- Instigar a explicitação de ideias com o uso do vocabulário próprio do estudante;
- Estimular a formulação de hipóteses, ainda que primárias e superficiais, à respeito da natureza da luz.

Objetivos de Pesquisa

- Iniciar a coleta das ideias e concepções iniciais para a posterior constituição de um modelo explicativo sobre a luz e suas interações;
- Investigar como os estudantes explicam o claro e o escuro, bem como o processo de visão;
- Coletar concepções prévias a respeito na natureza da luz.

Metodologia

Conversar com os alunos sobre o tema da pesquisa e como se dará o seu desenvolvimento, mencionando a questão da luz que motivou grande parte da pesquisa de Albert Einstein. Questionário a ser entregue aos estudantes.

Desenvolvimento

Após a conversa inicial (aproximadamente 10 minutos), o professor sugere que os estudantes se organizem em grupos de 4 a 6 pessoas e leiam as perguntas, pensando por aproximadamente 10 minutos sozinhos, para depois compartilhar as ideias no

grupo e só então chegarem à um consenso (que será escrito na folha da atividade e deve durar aproximadamente outros 20 minutos). Não serão dadas respostas a estas 5 questões iniciais. Durante o desenvolvimento desta atividade podem surgir questionamentos à respeito de correlações do que está sendo perguntado com algum assunto de interesse dos estudantes (astronomia, por exemplo). Caso isso ocorra, pedir que o aluno escreva estas perguntas separadas em um pedaço de papel e entregue ao professor.

Material Utilizado

Material utilizado: Folhas em branco, lápis ou caneta e questionário.

Atividade 1 – Questionário

1. Como a luz se distingue da escuridão?
2. Para enxergarmos um objeto, basta que olhemos para ele? Como enxergamos os objetos?
3. Só conseguimos ver porque existe luz; se fecharmos os olhos, não vemos. Isso significa que, quando fechamos os olhos, não há luz?
4. As imagens que apresentam o espaço sideral são sempre escuras e não claras como nosso céu durante o dia. Isso significa que não existe luz no espaço?
5. Podemos dizer que a luz carrega informação sobre as coisas que vemos?
6. De onde vem a luz? Ela sai de alguma fonte e chega até nós?
7. Isso significa que ela se desloca? Em caso afirmativo, quanto tempo ela demora para sair da fonte e chegar até nós?
8. O que você compreende por luz?

Atividade 2 – Relação entre os ângulos de incidência e de reflexão

Esta atividade é composta por 1 aula de 50 minutos, estruturada da seguinte forma:

Objetivos de Ensino

- Promover uma reflexão aprofundada sobre o fenômeno em questão;
- Vivenciar o processo de experimentação;
- Promover as interações aluno-aluno e aluno-experimento;
- Favorecer a relação entre as concepções prévias e as novas ideias que poderão surgir durante o experimento;
- Desenvolver competências específicas em relação às medições, análises e capacidade de argumentação.

Objetivos de Pesquisa

- Instigar a formulação de uma representação e de uma hipótese para o fenômeno em questão;
- Promover a discussão a respeito de pontos de vistas e ideias diferentes.

Metodologia

Atividade experimental dinâmica.

Desenvolvimento

A atividade deve ser realizada em aulas consecutivas (ou, pelo menos no mesmo dia). Após a montagem do experimento, é entregue o material da atividade aos estudantes. 3 alunos se posicionarão em relação a um espelho e farão especulações a respeito de quem conseguirá ver a imagem da lâmpada refletida, discutindo entre

eles e entre seus respectivos grupos. Os estudantes farão esboços e esquemas para explicar suas hipóteses. Acontece conforme material da aula, a seguir (a fonte luminosa pode ser substituída pela lanterna do celular de um dos alunos, o que promove ainda mais interação).

Material utilizado

Régua, transferidor, papel, espelho, barbante, entre outros, espelho de aproximadamente $30\text{cm} \times 30\text{cm}$ com suporte para montá-lo na vertical sobre uma mesa, um pedaço de tecido para cobrir o espelho, uma lâmpada de filamento de cor branca (não transparente) e um soquete.

Atividade 2 – Materiais

Questão inicial – Você sempre vê as reflexões em espelhos?

Sobre a mesa temos um espelho de aproximadamente $30\text{cm} \times 30\text{cm}$ apoiado em um suporte capaz de deixá-lo na posição vertical sobre ela, além de termos um pedaço de tecido para cobrir este espelho, uma lâmpada de filamento de cor branca e um soquete (ou a lanterna do celular).

Parte 1 – investigando concepções iniciais

1. Sem visualizar a situação, qual é a ideia de vocês?
2. A luz reflete no espelho? Qual é a evidência de que isto acontece?
3. Qual é a ideia do seu grupo? Escrevam as diferentes ideias que o grupo elaborou.

Parte 2 – Especulando sobre o fenômeno

Peça a turma que escolha três estudantes para se posicionarem à frente do espelho, um mais à direita, outro no centro e um mais à esquerda do espelho. Utilizando al-

gum tipo de fita adesiva, cada estudante deve marcar sua posição inicial. Posicione a lâmpada um pouco à direita do espelho e ligue-a. Com o espelho ainda coberto, pergunte a turma:

1. Qual é a ideia de vocês?
2. Após o espelho ser descoberto, qual dos estudantes poderá ver a reflexão da lâmpada através do espelho?
3. Façam um desenho que represente sua ideia.
4. Após feita a representação, meçam os ângulos do raio de incidência e do raio refletido desenhados por vocês. Vocês acham que esses ângulos são iguais?
5. Reúnam-se nos grupos e discutam a ideia do grupo. Escrevam as diferentes ideias que o grupo elaborou.

Os três estudantes deverão voltar aos seus grupos e realizarem uma discussão sobre o que esperam que aconteçam.

Parte 3 – Fazendo observações

Após ter dado a oportunidade para todos representarem suas ideias, chame novamente os três estudantes a ocuparem as suas posições demarcadas e então descubra o espelho. Os grupos deverão responder as seguintes questões:

1. Qual dos estudantes será capaz de ver a reflexão da lâmpada?
2. O que foi observado está de acordo com as ideias previstas?

Parte 4 – Formalizando as observações

1. O que é necessário para ver a reflexão da lâmpada no espelho?

2. Porque não é possível ver a luz em qualquer posição em relação ao espelho?
3. Vocês observaram algo de especial em relação aos ângulos?
4. Representem as ideias sobre a reflexão da luz usando os barbantes para ilustrar o que imaginam ocorra na face do espelho e que permite a visualização da lâmpada.

Atividade 3 – Fechamento da atividade 2

Esta atividade é composta por 1 aula de 50 minutos, estruturada da seguinte forma:

Objetivos de Ensino

- Mostrar que o mesmo fenômeno pode ser interpretado por dois modelos diferentes;
- Promover uma reflexão acerca da heterogeneidade de pensamentos científicos, mesmo que seus atores tenham vivido na mesma época ou em épocas muito próximas.

Objetivos de Pesquisa

- Confrontar as ideias que os alunos possam estar construindo de que o modelo ondulatório é o melhor, já que explica bem fenômenos básicos da ótica geométrica;
- Fazer com que o aluno se sinta mais íntimo em relação aos ângulos de incidência e de reflexão, já que este é um dos pontos que favorece a discussão entre os modelos.

Metodologia

Discussão conceitual com base em alguns questionamentos que foram realizados na Atividade 2.

Desenvolvimento

Caso a atividade 3 aconteça em um dia que não seja o mesmo da atividade 2, fazer uma breve revisão de ideias/ observações/ conclusões importantes referentes à esta atividade (aproximadamente 10 min). Discussão com o intuito de síntese das ideias trabalhadas até o momento, através de perguntas e do confronto dos fenômenos de reflexão e refração na “forma corpuscular”. Logo antes de entregar o material da atividade para os alunos, são feitas as perguntas “Será que uma partícula também se comportaria assim, como a luz? Sofreria reflexão da mesma maneira?” Uma bolinha é jogada no espelho e depois é feito um questionamento sobre a possível eliminação do espelho e sobre o seu efeito na reflexão da bolinha. É refeita a jogada da bolinha na parede, desta vez sem o espelho. Após a conclusão de que os ângulos de incidência e reflexão são iguais tanto para a luz quanto para a partícula, é solicitado que um aluno filme o fenômeno utilizando o seu próprio celular, com a finalidade de visualização e comparação dos dois casos.

Material utilizado

Questões impressas em folha a serem entregues aos alunos.

Atividade 3 – Materiais**“Refletindo um pouco mais”**

1. O que você constatou em relação aos ângulos de incidência e de reflexão da luz?

2. Você imagina que este fenômeno aconteça com coisas que não sejam luz?
Uma bolinha, por exemplo?
3. Se sim, como aconteceria esse mesmo fenômeno para uma bolinha que batesse na parede? Explique com as suas palavras e também desenhe um esquema que represente o que você imagina que acontece.
4. O que acontece quando um feixe de luz cruza com outro, como no caso da luz vinda de duas lanternas? Existe alguma interação entre esses dois feixes luminosos? De que forma acontece essa interação? (você pode usar, além das palavras, desenhos e esquemas)
5. E quando a luz atravessa um vidro, como as janelas do carro? A luz interage com esse vidro? De que forma? O que acontece nessa interação? E quando uma luz não passa... o que acontece? Você conseguiria dar algum exemplo do seu dia a dia? Por que enxergamos a folha verde e não de outra cor?
6. Outros fenômenos (como por exemplo, a refração) foram estudados por cientistas diversos. Você acredita que eles podem ter concordado na explicação desses outros fenômenos? Eles podem ter usado os mesmos argumentos/ideias ou argumentos diferentes para explicar o mesmo fenômeno?

Atividade 4 – O embate entre modelos: Newton X Huygens

Esta atividade é composta por 2 aulas de 50 minutos (talvez 3). E consecutivas! Eu gastei quase 4 aulas, mas não foram consecutivas, e está estruturada da seguinte forma:

Objetivo de Ensino

- Fazer com que o aluno tenha conhecimento da discussão, incluindo os pontos de vista e outros argumentos de cada cientista na defesa de seu modelo.

Objetivos de Pesquisa

- Problematizar as diferentes visões dos cientistas e seus argumentos na discussão entre os modelos;
- Participar o estudante do debate entre os modelos para explicar a luz, com os argumentos relacionados aos fenômenos luminosos e suas interações ao longo de toda a Sequência de Ensino.

Metodologia

Leitura e discussão de texto selecionado.

Desenvolvimento

Leitura do texto entregue aos estudantes: cada grupo lê um parágrafo, repetindo o revezamento dos grupos, até o final do texto, incluindo as questões que encerram essa atividade. Após o término da primeira leitura geral, os grupos devem reler o texto, buscando pelas respostas das questões finais. Após esta fase, caso ainda hajam dificuldades apresentadas, o professor pode indicar em que parágrafo está cada resposta.

Material utilizado

Texto impresso a ser entregue aos alunos, folhas extras.

Atividade 4 – Materiais

“Fim do século XVII: corpúsculos ou ondas no éter?”

(Thaís Cyrino de Mello Forato (FORATO, 2009))

Dentre as diversas concepções elaboradas na Antiguidade para descrever a natureza da luz, os trabalhos de Aristóteles, Euclides e Ptolomeu tornaram-se os

mais conhecidos. Eles foram traduzidos para o árabe e tiveram grande importância nos estudos ópticos durante a Idade Média. Os árabes, entretanto, muito além de serem meros transmissores ou tradutores da cultura grega ou indiana, deram também importantes contribuições originais ao campo da óptica durante esse período, ao corrigirem, estenderem e aplicarem a ciência grega. Porém, até o final do século XVII, não havia uma explicação para a natureza da luz que fosse consenso entre os homens da ciência. Alguns pensadores acreditavam que a luz era composta de partículas que emanavam dos corpos materiais, enquanto para outros era uma modificação do meio material entre o objeto e o observador. Havia ainda aqueles que explicavam a luz como variações dessas idéias. Uma das teorias da luz que enfatizava o meio material entre o objeto e o olho é a do holandês Christian Huygens (1629-1695). A luz para ele era um movimento que ocorria numa espécie de matéria muito sutil, que os sentidos humanos não podem captar, e que preenchia todos os espaços vazios do Universo: o éter. Tal éter envolvia todos os corpos materiais, mas era tão “leve e rarefeito” que não atrapalhava o movimento dos objetos. Huygens imaginava que a luz era produzida aqui na Terra pelos corpos luminosos, como o fogo, que conteriam partículas em um movimento muito rápido. Tais movimentos provocariam vibrações que se propagariam no éter. Esse movimento no éter provocaria a sensação de visão quando atingisse os olhos das pessoas. A luz seria justamente esse movimento que ocorreria entre os objetos luminosos e os olhos.

Huygens elaborou sua teoria para a luz inspirado em uma analogia com as ondas sonoras. Como o som também se propaga em um meio invisível como o ar, por um movimento que passa sucessivamente de uma parte a outra, ele pensou que isso poderia ser semelhante para a luz: ela viria do corpo luminoso até os olhos, não pelo ar, mas pela matéria etérea que está entre eles. As ondas sonoras seriam produzidas pela vibração de um corpo inteiro, mas as ondas de luz nasceriam do movimento de cada ponto do objeto luminoso, caso contrário, não seria possível

perceber todas as diferentes partes do objeto. Desse modo, cada ponto da superfície do corpo comunicaria essa agitação aos corpúsculos do éter que estavam em contato com ele.

Com sua teoria, Huygens conseguiu explicar fenômenos como a propagação retilínea da luz, a refração e a reflexão, que já eram bem conhecidas nesse período (a famosa lei da refração que hoje chamamos de “Lei de Snell-Descartes” já havia sido elaborada). Outros filósofos naturais de sua época também apresentavam a luz como um tipo de onda no éter. Porém a teoria do inglês Isaac Newton (1642-1727), que propunha uma natureza corpuscular para a luz, foi a mais aceita e defendida pelos homens da ciência ao longo do século XVIII.

A luz não poderia ser uma onda no éter para Newton, pois, se fosse, ela contornaria os obstáculos como faz o som. O som de um sino ou de um canhão é ouvido além de uma montanha, mas não é possível vê-los. As ondas na água que passam margeando um obstáculo grande se curvam em direção às águas paradas do outro lado do obstáculo, mas as estrelas fixas deixam de ser vistas quando um planeta fica entre elas e a Terra. Como a luz poderia ser uma onda no éter se ela não contorna os obstáculos como o som e como as ondas na água?

Os raios de luz, segundo Newton, seriam como corpúsculos (partículas muito pequenas) emitidos pelas superfícies dos corpos. Esses corpúsculos deslocavam-se em linha reta até interagir com algum obstáculo. Dependendo das condições, eles poderiam ser refletidos, refratados ou mesmo aqueceriam o objeto. Assim, utilizando as leis da mecânica propostas por ele, era possível explicar os fenômenos ópticos da propagação retilínea da luz, a reflexão e a refração. Ele supunha, por exemplo, que havia uma força de atração entre as partes de um corpo transparente e as partículas da luz, por isso o raio luminoso penetrava em seu interior.

Além de não haver consenso entre as ideias sobre a natureza da luz, não havia também consenso na explicação do famoso “fenômeno das cores”: a formação de uma mancha com as cores do arco-íris quando a luz branca atravessa

um prisma. Esse fenômeno já era conhecido, e vários filósofos naturais tentaram explicá-lo. Eles achavam que a luz branca do Sol era o tipo mais simples de luz que existia. Ela sofreria uma transformação quando atravessava o prisma e projetava as cores do arco-íris ao sair do outro lado. Acreditava-se que o prisma produzia as cores, ou seja, a luz branca era transformada em várias outras cores.

Quando Newton iniciou o estudo desse fenômeno, ele percebeu uma coisa curiosa: se o buraco por onde passava a luz branca era redondo, e ela chegava de forma circular ao prisma, por que a imagem formada na parede era alongada? De acordo com as leis da refração aceitas na época, a imagem deveria ser circular. Se o prisma alterava a luz, por que ele mudaria o formato da imagem? Que relação havia? Será que era algum defeito do prisma?

Newton começou, então, a construir várias hipóteses para tentar entender o fenômeno. Uma delas foi bem interessante: “Será que a luz deixa de se mover em linha reta após atravessar o prisma? Ela poderia sofrer uma modificação que a faria ter uma trajetória curva do outro lado.” Ele começou a analisar essa hipótese. Repetia o experimento de várias maneiras diferentes. Mudava a posição do prisma, mudava a distância do anteparo onde se formava a mancha, fazia medidas e muitas análises matemáticas. Acredita-se que foi a primeira vez que alguém utilizou análises matemáticas e geométricas, associadas aos experimentos, para analisar esse fenômeno das cores. Assim, ele obteve os dados que o fizeram descartar essa hipótese: havia uma proporcionalidade entre o tamanho do buraco por onde passava a luz branca, o tamanho da mancha colorida na parede, e a distância entre a parede e o prisma. Os raios não se encurvavam para qualquer direção, mas mantinham uma proporção que mostrava que a luz continuava a se propagar em linha reta quando emergia do outro lado do prisma.

Ele formulou ainda outras hipóteses considerando que o prisma modificava a luz, mas que foram descartadas conforme realizava experimentos apoiados por análises matemáticas e geométricas. Curiosamente, foi um experimento qua-

litativo, isto é, sem análises matemáticas, que ele afirma ter sido muito importante para defender sua teoria das cores. Depois que a luz branca passava por um primeiro prisma, ele conseguiu que apenas uma cor passasse por um segundo prisma. Newton percebeu que o segundo prisma não modificava a luz. Se ela era a vermelha, continuava vermelha, se era azul, continuava azul, e assim acontecia com todas as cores que conseguia isolar. Além disso, ele percebeu que as diferentes cores sofriam diferentes deflexões (quanto cada cor “entorta” ao passar de um meio transparente para outro meio transparente.). Cada cor mantinha constante essa deflexão por qualquer prisma que passasse. O vermelho era sempre o menos refrangível e o violeta sofria sempre a maior refração. Ele percebeu que a refrangibilidade das cores era sempre exata e precisa, embora não tenha apresentado análises matemáticas desse experimento.

Newton realizou outros experimentos até propor sua teoria: a luz branca seria uma mistura heterogênea das demais cores, que possuem cada qual seu grau preciso de refrangibilidade. A mancha formada pelo prisma é alongada porque cada cor sofre um desvio diferente ao atravessá-lo. Ele recebeu muitas críticas na época. Seus contemporâneos aceitavam outras teorias e argumentavam que apenas a partir dos experimentos não era possível concluir que o prisma não modificava a luz. Os historiadores da ciência que analisaram as anotações deixadas por Newton reconhecem que, de certo modo, seus contemporâneos tinham razão. Newton combinou argumentos teóricos e experimentais para chegar a essas conclusões. Apenas observar os experimentos não era suficiente para concluir que o prisma separava a luz branca.

Os livros didáticos geralmente apresentam que um experimento com o prisma foi suficiente para concluir que a luz branca seria composta da mistura de sete outras cores. Mas, quando se observava esse fenômeno, era possível formular várias interpretações e hipóteses. Segundo outras teorias já existentes na época, a luz poderia ser ou parecer branca em sua forma pura como provém do Sol. Porém

ela era modificada e passaria a parecer colorida quando atravessava meios transparentes. Foram necessários muitos experimentos diferentes, além de uma análise bastante sofisticada, para compor a argumentação de Newton. Elementos experimentais e teóricos foram necessários para decidir entre as possíveis hipóteses.

Após a leitura do texto respondam as seguintes questões:

1. Para os mesmos fenômenos observados em relação à luz havia explicações ou interpretações diferentes. Como é possível que isso aconteça? Justifique.
2. “Se uma pessoa fala atrás de uma parede, você pode ouvir sua voz, pois o som contorna as extremidades da parede, mas você não pode vê-la.” Esse argumento poderia ter sido usado contra que teoria? Explique.
3. Como cada teoria explicava o fenômeno da reflexão da luz? E o da refração?
4. Considerando os textos que você estudou e as discussões realizadas em sala, dê argumentos para:
 - a) defender a teoria corpuscular;
 - b) rejeitar a teoria corpuscular;
 - c) defender a teoria ondulatória;
 - d) rejeitar a teoria ondulatória.

Antes de finalizarmos, discutam no grupo as questões a seguir e elaborem um texto contendo as ideias de vocês.

1. “Você imagina que Newton, Huygens e outros cientistas mais antigos teriam defendido seus modelos de forma diferente se tivessem vivido nos dias atuais? O fato de termos laboratórios e equipamentos mais modernos mudaria a forma de pensar desses cientistas?”

2. “Você teria uma explicação diferente desta?”
3. “Você considera que seria possível ‘descobrir’ as teorias científicas sem a utilização de instrumentos, laboratórios, equipamentos etc?”
4. “Você concorda com o ponto de vista de algum outro grupo? Qual? Mudaria o seu posicionamento por causa desse ponto de vista?”
5. “Como você relaciona a discussão na aula de hoje (as coisas que aprendeu) com as coisas que imaginava antes? Você mudaria (ou faria alguma correção) na sua forma de entender a luz?”

Atividade 5 – Conceitos fundamentais - A luz como onda

Esta atividade é composta por 1 aula de 50 minutos, estruturada da seguinte forma:

Objetivos de Ensino

- Proporcionar diferentes visualizações de um mesmo fenômeno;
- Começar a diferenciar ondas mecânicas de ondas eletromagnéticas;
- Relembrar os alunos das características fundamentais que descrevem uma onda.

Objetivos de Pesquisa

- Fazer com que o aluno tenha contato com outros pontos relevantes no embate entre os modelos, uma vez que o modelo corpuscular não explica os fenômenos da difração e da interferência;
- Mostrar que o modelo ondulatório explica alguns fenômenos luminosos que o modelo corpuscular não explica.

Metodologia

Slides, Simulação PhET “Ondas em uma corda”¹.

Desenvolvimento

Revisão de conceitos básicos de onda, apresentado em slides (elaborados pelo professor Jefferson Adriano Neves para o curso de Automação Industrial no IF do Rio de Janeiro, excluindo-se os exercícios ao final).

Material utilizado

Projektor, extensão de tomada e computador.

Atividade 6 – A luz como onda - Interferência e difração

Esta atividade é composta por 2 aulas de 50 minutos, estruturadas da seguinte forma:

Objetivos de Ensino

- Proporcionar diferentes visualizações de um mesmo fenômeno;
- Apresentar os fenômeno de interferência e difração, conceito de frente de onda, fonte de ondas secundárias, pontos de máximo e mínimo de intensidade luminosa para formar o Padrão de Interferência.

Objetivos de Pesquisa

- Fazer com que o aluno tenha contato com outros pontos relevantes no embate entre os modelos, uma vez que o modelo corpuscular não explica os fenômenos da difração e da interferência;

¹ Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/wave-on-a-string

- Mostrar que o modelo ondulatório explica alguns fenômenos luminosos que o modelo corpuscular não explica.

Metodologia

Experimento manipulativo utilizando fones de ouvido e um celular com o aplicativo Physics Toolbox Suite instalado.

Apresentação (experimento demonstrativo) do fenômeno de interferência sonora construtiva e destrutiva através do uso do laboratório virtual PhET².

Apresentação do fenômeno de interferência também com água e luz, bem como o fenômeno da difração, através do uso do laboratório virtual PhET³.

Desenvolvimento

Atividade com os fones de ouvido e aplicativo - os alunos são previamente comunicados de que devem chegar para a aula já com o app instalado e testado.

Os grupos se posicionam ao redor da montagem do experimento na mesa (que envolve régua, folha, caneta, fones de ouvido e celular). Os alunos elegem um “ouvinte” para posicionar seu ouvido entre os fones (os fones esquerdo e direito devem manter uma distância média de 40 cm), com a finalidade de localizar pontos onde é possível ouvir a sinal sonoro e onde o sinal fica mudo ou muito baixo. A orelha do estudante ouvinte deve estar voltada para e estar na linha que liga os dois pontos do fone de ouvido. O celular fica como emissor de frequência (3440 Hz), no qual os fones são conectados (“Gerador de tom”). Os demais integrantes do grupo marcam no papel as posições das interferências construtivas e destrutivas, utilizando um “X” para mudo e uma “bolinha” para som. Na sequência são apresentados dois laboratórios virtuais: “Som” (exemplificar o que os alunos verificaram na atividade dos fones de ouvido) e, posteriormente, “Interferência de

² Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/sound

³ Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/wave-interference

Ondas” (utilizando as abas água, som e luz para demonstrar interferência e difração). Ao final da interação com o PhET “Som”, pode ser questionado se o mesmo fenômeno acontece também para ondas na água e mostrado o mesmo experimento com as duas torneiras, onde frequência e amplitude são manipuláveis. Durante o PhET “Interferência de Ondas”, após apresentar o fenômeno da difração, pode ser feita uma correlação com um dos argumentos utilizados no texto sobre ondas não atravessarem paredes (o professor deve buscar relacionar isso com a questão do comprimento de onda). “Será que o comprimento de onda não está relacionado à capacidade que a onda tem de contornar os obstáculos?” Pode ser dado o exemplo de um farol, que está aceso atrás de uma montanha, mas cuja luz ainda se consegue enxergar de um navio distante, por exemplo. Ainda tratando de difração, no mesmo laboratório, trabalhar a relação do aumento da amplitude da onda com a intensidade do fenômeno (relacionando com o que foi apresentado nos slides da atividade anterior). Voltar à questão da luz “contornar” um muro, como o som o faz, perguntar se essa questão não estaria relacionada à fonte luminosa (se fosse uma lanterna, ou outro tipo de fonte de luz, isso aconteceria?)

Material utilizado

Computador, projetor e caixinhas de som, fones de ouvido, celular, régua, folha em branco, caneta.

Atividade 7 – Luz e Energia

Esta atividade é composta por 3 aulas de 50 minutos, estruturada da seguinte forma:

Objetivos de Ensino

- Começar a construir uma relação entre luz, onda eletromagnética e energia.

Objetivos de Pesquisa

- Promover a construção conceitual de que a luz está associada à energia;
- Fornecer conceitos essenciais para que o estudante consiga discutir o efeito fotoelétrico.

Metodologia

Leitura e discussão de texto (com questões de concepções prévias) e vídeo.

Desenvolvimento

É entregue o material aos alunos, com as questões iniciais, que devem ser respondidas de imediato. Em seguida, o texto é projetado na parede e lido em conjunto com os estudantes. Durante a leitura do texto pode se feita a pergunta “e se a frequência da onda fosse muito menor ou muito maior do que a da água?”, tomando o cuidado para não deixar o estudante confundir potência do microondas com a “potência” (frequência) da onda. Logo após, eles respondem às perguntas. As perguntas podem ser respondidas uma por uma ou todas em uma mesma sentença ou em um parágrafo dissertativo (em folha separada).

Em seguida, acontece a apresentação do vídeo sobre o experimento de Hertz “Descoberta das Ondas de Rádio - Maxwell & Hertz” (duração de 2:20).

Material utilizado

Texto impresso a ser entregue aos alunos, computador, projetor, caixinhas de som e vídeo selecionado⁴

⁴ Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=Qxjq5_ePApU. Acessado pela última vez em 21/01/2019.

Atividade 7 – Materiais

Questões iniciais

1. Ondas poderiam levar consigo alguma forma de energia? (assim como os raios do sol nos trazem energia na forma de uma coisa que denominamos “calor”)
2. Você imagina que luz e eletricidade estão relacionadas de alguma forma?

Como funciona o forno de microondas?

Microondas são ondas eletromagnéticas de alta frequência, como as de rádio. Em 1939, o físico americano Albert Wallace Hull desenvolveu o magnetron, um gerador de microondas para radar. Dez anos depois, o engenheiro Percy Lebaron Spence, seu conterrâneo, percebeu, por acaso, que um copo de leite se aquecia quando próximo de um magnetron. Diretor de uma indústria eletrônica, Spence logo vislumbrou as possibilidades culinárias desse gerador. Assim surgiu, no início dos anos 50, o primeiro forno de microondas.

“O magnetron recebe, de um transformador, uma tensão fixa de cerca de 400 volts e gera dentro do aparelho ondas eletromagnéticas de $2450GHz$, a mesma frequência de ressonância das moléculas de água”, afirma o engenheiro Marco Antônio Dalpossi, da Escola Politécnica da USP.

Essas ondas são refletidas várias vezes nas paredes metálicas do forno sobre o alimento, fazendo vibrar as moléculas de água contidas nele. A fricção entre elas produz calor, cozinhando o alimento.

As microondas têm alta capacidade de penetração na comida, o que possibilita o cozimento por dentro e não a partir da superfície, como ocorre nos fornos convencionais. Além disso, não fazem vibrar as moléculas de vidro ou plástico, que não se aquecem no interior do forno. Para evitar o vazamento das microondas,

o aparelho possui uma grade de metal colada junto ao vidro da porta: os espaços entre as malhas dessa grade são menores que as microondas.

Além de fornos e radares, as microondas são usadas também em sistemas de telecomunicações, como nas transmissões por satélite e na telefonia celular⁵

Agora, discuta um pouco com o pessoal do seu grupo e responda:

Você sabe como fazer pipoca utilizando uma panela e o fogão da sua casa, certo? Mas também sabe que dá pra fazer pipoca no micro-ondas. Qual a diferença entre esses dois processos? A energia que vai pra pipoca pela panela é diferente daquela que vai pra pipoca pelo micro-ondas? Porque o milho estoura do mesmo jeito não é?... Ele vira pipoca nos dois casos! Faça um pequeno texto que responda à essas perguntas.

Atividade 8 – O Efeito Fotoelétrico: novo confronto entre modelos e a proposta de Einstein

Esta atividade é composta por 4 aulas de 50 minutos, estruturadas da seguinte forma:

Objetivos de Ensino

- Colocar o aluno frente aos impasses do modelo ondulatório para a explicação do Efeito Fotoelétrico.
- Levar o estudante a concluir que o modelo corpuscular de Einstein é o que melhor explica o Efeito Fotoelétrico em seus vários aspectos, inclusive em relação aos pontos em aberto quando se tentar usar o modelo ondulatório.

⁵ Fonte: Mundo Estranho, Tecnologia. Acessado pela última vez em 13/03/2019 – Redação Mundo Estranho access_time 4 jul 2018, 20h17 - Publicado em 18 abr 2011, 19h00 chat_bubble_outline more_horiz

Objetivos de Pesquisa

- Confrontar os conhecimentos adquiridos;
- Motivar a introdução do modelo quântico para a explicação do fenômeno em questão;
- Levar o estudante a enxergar que não existe somente um modelo para explicar os diferentes fenômenos observáveis. A ciência lança mão de diferentes modelos para explicar o mundo;
- Observar se houve ou não alguma mudança em relação ao modelo que o estudante veio formando ao longo do desenvolvimento da Sequência de Ensino.

Metodologia

Slides, experimento no Laboratório Virtual PhET “Efeito Fotoelétrico” (com roteiro) e questionário.

Desenvolvimento

Revisão em slides, com o intuito de recuperar e amarrar tudo o que foi visto nas atividades precedentes, ressaltando as conclusões obtidas em cada parte do processo. Inclui apresentação do laboratório virtual que será utilizado. Neste momento, podem ser estimuladas especulações e conjecturas por parte dos alunos a respeito do fenômeno, com perguntas do tipo “O que tem que acontecer para que os elétrons sejam ejetados do material?” É promovida a relação da ejeção dos elétrons com a energia com perguntas do tipo “Como é que o elétron ganha velocidade?” Durante essa demonstração do professor, é desligada a luz incidente e é questionado porque os elétrons pararam de serem ejetados. Utilizando o laboratório virtual PhET “Efeito Fotoelétrico”⁶ já com os estudantes, será feita uma breve explicação su-

⁶ Disponível em https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/photoelectric

periférica em relação à parte elétrica do experimento. A questão inicial é “Como explicar o que acontece no experimento usando o que você sabe até agora?” Logo em seguida são vistas as soluções em relação ao modelo quântico, concluindo que a luz também pode ser entendida como uma partícula, onde o modelo que melhor explica o fenômeno em questão é o modelo corpuscular proposto por Einstein. Ressaltar que o modelo para explicar as interações da luz muda conforme vamos para o nível microscópico.

Material utilizado

Computador com o plug-in JavaScript, projetor.

Atividade 7 – Materiais

Roteiro de atividade Efeito Fotoelétrico

Objetivo

Compreender as variáveis que influenciam no Efeito Fotoelétrico e suas relações para explicar o fenômeno.

Procedimentos

- Abra o laboratório virtual PhET de Efeito Fotoelétrico.
- Realize os seguintes ajustes iniciais:

No canto superior direito, verifique se o material do alvo que aparece é o sódio. Se não for, clique na setinha e selecione “Sódio”.

Logo abaixo, marque a opção “Mostre apenas os elétrons mais energéticos”.

Questões

1. Comece reproduzindo o que você viu na demonstração: Material alvo, comprimento de onda de 400nm, % de intensidade, etc.
2. Observe o que acontece quando você muda a cor da luz. Descreva o que acontece no experimento. (a) O que acontece em relação ao número de elétrons ejetados? (b) O que acontece em relação à velocidade dos elétrons?
3. O que acontece quando você mantém a cor, mas muda a intensidade da luz? (para facilitar a visualização, você pode alterar a intensidade entre o máximo e o mínimo) (a) O que acontece em relação ao número de elétrons ejetados? (b) O que acontece em relação à velocidade dos elétrons?
4. Posteriormente à exploração do simulador, vocês conseguiram identificar os fatores que influenciam no Efeito Fotoelétrico? (a) Qual é a relevância de cada um deles? (b) Isto é, de que maneira eles interferem nos resultados?
5. O que provoca o movimento dos elétrons?

Dando uma espiada no mundo Quântico

1. Faça um esquema que represente a luz em suas interações. (Não esqueça de explicar)
2. Você conseguiria “juntar” um punhado de luz e armazenar em um pote, como faria, por exemplo, com areia? Você consegue pensar em uma maneira de empacotar a luz?
3. Vamos imaginar uma onda de um comprimento de onda grande (como as ondas de rádio)... agora uma com um comprimento de onda um pouco

menor... agora uma com um comprimento de onda bem pequenininho (como um raio gama). Você consegue ir imaginando ondas cada vez mais “curtinhas” até chegar numa quantidade “compactada”? Como seria esse “pacotinho de onda”? O que ele representaria?

4. Você consegue explicar o fenômeno da interferência usando o modelo proposto por Albert Einstein?
5. Afinal, o que será a luz?