

UMA UNIDADE DE ENSINO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA PARA SURDOS E OUVINTES*Teaching Unit of the Optical Geometrical for Deaf and Hearer***Lucas Teixeira Picanço** [lucas.picanco@seducam.pro.br]*Secretaria de Estado de Educação e Qualidade de Ensino do Amazonas
Avenida Waldomiro Lustosa, 350, Japiim II, CEP 69076-830, Manaus, Amazonas***João dos Santos Cabral Neto** [jneto@ifam.edu.br]*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas
Av. sete de setembro, 1975, centro, CEP 69020-120, Manaus, Amazonas***Resumo**

Este trabalho é o resultado de pesquisa desenvolvida no Mestrado Nacional Profissional em Ensino (MNPEF) cujo produto educacional é uma unidade de ensino construída sob os pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa e da taxonomia SOLO. Foi investigada a implementação de uma proposta de ensino de óptica geométrica, elaborada a partir do tema: os problemas de visão e as lentes corretoras. Esta proposta foi construída com base nos preceitos da educação inclusiva, e teve como origem a melhoria da prática pedagógica, desenvolver e descrever uma metodologia adequada ao ensino de alunos surdos de física. Com base nos resultados obtidos ao longo de nove aulas, é possível concluir que a unidade de ensino, baseada na experimentação como metodologia inclusiva, possibilitou a aprendizagem de conceitos da óptica geométrica e demonstrou-se como uma estratégia de ensino eficaz. Identificamos como especificidades para a aprendizagem sobre o tema, no contexto da educação inclusiva para surdos, a metodologia embasada na cultura visual dos surdos, a parceria com o tradutor/intérprete e o desenvolvimento de uma unidade de ensino que valorize a identidade cultural do surdo.

Palavras-Chave: Ensino de Física, Surdez, Óptica Geométrica

Abstract

This work is the result of a research developed in master program offered by Brazilian Physical Society (SBF) named Master Degree Professional in Physics Teaching (MNPEF) whose teaching unit is an educational product proposed based on learning theories, specially the meaningful learning and the SOLO taxonomy. The construction of a teaching unit is proposed based on precepts of the inclusion education, motivated the improvement of the pedagogical practice, develop and describe an appropriate methodology to teaching deaf students the physics. Based on the results obtained along nine classes, it's possible to conclude that the teaching unit, considering the experimentation as inclusive methodology, it provided an opportunity to learn concepts of geometrical optical and proved to be an effective strategy of the teaching. We identify specificities for learning of the theme about vision problems and corrective lens, in the context of inclusive education for deaf, the methodology grounded in the visual culture of the deaf, the cooperative work with translator/interpreter and development of a teaching unit that valorizes the cultural identity of the deaf.

Keywords: Physics teaching, Inclusion Education, Geometrical Optics

1. Introdução

Este trabalho é resultado de uma pesquisa desenvolvida numa escola inclusiva, numa turma do segundo ano do Ensino Médio, composta por trinta e dois alunos, dos quais dois são surdos. Foi investigada a implementação de uma proposta de ensino de óptica geométrica, elaborada a partir do tema: os problemas de visão e as lentes corretoras. Esta proposta foi construída com base nos preceitos da educação inclusiva, e teve como motivação a melhoria da prática pedagógica visando desenvolver e descrever uma metodologia adequada ao ensino de alunos surdos.

A relevância da pesquisa desenvolvida pode ser compreendida em face do atual cenário da educação brasileira, no qual a inclusão de pessoas com deficiência é uma realidade cada vez mais presente nas escolas públicas. Porém, a inclusão no ensino de física ainda é um campo pouco explorado, conforme indicam Botan e de Paulo (2014), e estudá-la se faz necessário.

No ensino de física alguns autores (Camargo & Nardi, 2009; Machado, 2010; Marques & Silva, 2013) já se interessaram pela temática, mas os investimentos ainda são tímidos e existe um amplo caminho para ser explorado no que se refere ao ensino de alunos surdos, por exemplo. Sendo assim, esta pesquisa visa desenvolver uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS)¹, que doravante chamaremos de unidade de ensino, para o ensino de física, aplicado a alunos surdos, colaborando, dessa maneira, com a inclusão. Assim, analisamos estratégias de ensino voltadas para um ambiente escolar inclusivo, especificamente no que compete ao desenvolvimento de metodologias de ensino de física para os alunos surdos e o uso de atividades experimentais na aprendizagem de conceitos da óptica geométrica, como uma alternativa à falta de tradução de conceitos científicos da física para a Língua Brasileira de Sinais (Libras).

Na falta de sinais, que traduzam os conceitos referentes à óptica geométrica, espera-se que os recursos visuais oferecidos pelos experimentos, aliado ao trabalho do professor e do tradutor intérprete (quando houver), possibilitem a compreensão dos fenômenos estudados pela óptica geométrica relacionados aos problemas de visão e as lentes corretoras. Optamos por uma metodologia executada por meio de experimentos simples e ilustrativos como recurso. Contudo, a presença do tradutor intérprete nas aulas é sem dúvida essencial.

Os materiais e métodos são frutos de pesquisa na literatura sobre a inclusão no ensino de física (Camargo & Nardi, 2009; Machado, 2010; Marques & Silva, 2013; Botan & de Paulo, 2014), utilização de atividades experimentais no ensino de física (Hewitt, 2002; Gaspar & Monteiro, 2005; Santo, 2010) e elaboração de outros recursos didáticos para o ensino de física (GREF, 2007; Moreira, 2011), bem como da vivência e também da experiência profissional no ambiente de uma escola inclusiva.

Para garantir um espaço bilíngue em sala de aula no ensino e aprendizagem de surdos é necessário a presença do intérprete de Libras, quando o professor da disciplina não tem o domínio de Libras. Esse é o interlocutor e intermediário entre o professor e o aluno surdo, e entre o aluno surdo e os alunos ouvintes, logo este indivíduo é importante para que ocorra a comunicação efetiva entre o aluno surdo e a comunidade ouvinte, pois ele promove a mediação linguística entre a língua oral e a língua de sinais (Santos & Festa, 2014). É responsável por mediar a comunicação entre o professor e o aluno surdo, interpretando o conteúdo ministrado para a língua de sinais, cabendo, portanto ao professor o ensino e a responsabilidade de todos os alunos (Silva & Oliveira, 2014).

¹ São sequências de ensino fundamentadas teoricamente, voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica, que podem estimular a pesquisa aplicada em ensino, aquela voltada diretamente à sala de aula (MOREIRA, 2011, p.3).

Outro aspecto que deve ser amplamente discutido na educação inclusiva é a avaliação com enfoque específico no aluno surdo. Antes de avaliar o aluno surdo, é preciso identificá-lo e predicar alguma coisa sobre esse indivíduo, isto é, determinar suas especificidades. E a primeira dessas especificidades é a língua. Nesta proposta, observamos como a experimentação no ensino de física pode ser uma metodologia adequada ao ensino de alunos surdos e ouvintes, como uma alternativa para promover a aprendizagem significativa de conceitos de óptica geométrica. Entretanto, é fundamental termos um planejamento e especificando-se as etapas em que ele deve ser desenvolvido para garantir a obtenção de bons resultados em sala de aula. A avaliação da aprendizagem dos alunos surdos e ouvintes foi implementada de duas formas: a primeira por meio de sua língua primária, a Libras (pois os textos da língua portuguesa são traduzidos para Libras, e as respostas dos alunos surdos as discussões em libras é traduzida pelo intérprete para os ouvintes); a segunda forma de avaliação é a modalidade escrita da língua Portuguesa. A parte operacional, como a linguagem matemática adotada na análise dos fenômenos físicos é desenvolvida também de forma escrita, e são utilizados como instrumentos de avaliação questionários, atividades desenvolvidas em roteiros de experimentos e testes diagnósticos.

Ademais espera-se que outros pesquisadores venham a se interessar pelo ensino de física numa perspectiva inclusiva, e que possam implementar e desenvolver os recursos utilizados nessa proposta em outros contextos educacionais, contribuindo com essa parcela da população, a comunidade surda.

2. Os pressupostos aplicados da Aprendizagem Significativa e da Taxonomia SOLO

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) tem origem no trabalho de David Ausubel na década de sessenta (Ausubel, 1963; Ausubel 1968) e foi atualizada ao longo desses anos por seu autor original, coautores e colaboradores (Novak, 1977; Gowin 1981; Moreira, 2005). Parte-se do pressuposto de que a aprendizagem significativa ocorre quando ideias verbalizadas ou materializadas num texto, usando linguagem formal ou matemática, apresentam uma relação lógica e explícita entre essas ideias e os conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo (Moreira, 2006).

No caso de o aluno não demonstrar ter conhecimento prévio que lhe permita dar significado a um novo conhecimento, Moreira (2008) propõe que o professor insira no seu plano de ensino materiais introdutórios anteriores ao conteúdo a ser aprendido, os quais chama de Organizadores Prévios.

Moreira e Masini (1982) destacam como especificamente a aprendizagem significativa pode ser aplicada na física. Por exemplo, segundo eles, podemos usar o princípio da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa como sistemas de referência ao organizar o conteúdo de um curso de eletricidade e magnetismo ou de noções de termodinâmica e teoria geral dos gases, desde que as ideias, fenômenos e conceitos mais gerais e inclusivos sejam apresentados no início do processo instrucional para que sirvam de ancoragem conceitual para a aprendizagem subsequente. Mas, ainda segundo eles, na prática o que acontece é o inverso, na maioria dos livros textos os conteúdos foram selecionados e elencados partindo do particular para o geral, portanto indo no sentido oposto a uma sequência ausubeliana.

No que compete à proposta didática desta pesquisa, os passos indicados por Moreira (2011) foram seguidos, pois a unidade de ensino desenvolvida e implementada, inicia através da determinação dos conhecimentos procedimentais e declarativos que envolvem o tema proposto, que nesse caso, se refere ao entendimento do funcionamento do olho humano e as anomalias da visão (aspecto declarativo) e como corrigir os problemas de visão usando lentes (aspecto procedimental), estabelecidas esses dois aspectos como metas a serem alcançadas pelo aluno; levantam-se os

conhecimentos prévios dos alunos por meio de um questionário com questões abertas que se referem aos principais problemas de visão.

Logo em sequência, usa-se um texto literário, que trata do uso dos óculos para corrigir um problema de visão comum nas pessoas mais velhas, a presbiopia. No texto a descrição dos óculos torna-se pretexto para que o aluno pense no significado do instrumento descrito pelo narrador.

Neste texto é dito que o problema de visão presbiopia é causado pelo “endurecimento dos olhos”, esse ponto de partida é usado para levar o aluno a identificar que se trata no problema de focalização causado pela perda da elasticidade do cristalino (lente) do olho, causado pelo o avanço da idade. Além deste problema de visão, é apresentada a estrutura interna do olho humano e como ocorre ou deve ocorrer a formação da imagem em um olho normal (emetrope), e como a miopia, a hipermetropia e o astigmatismo, são causados também por uma anomalia no olho, como alongamento, encurtamento ou esfericidade irregular do globo ocular, fazendo assim o processo de diferenciação progressiva.

Como os alunos conhecem os conceitos de raios de luz convergentes e divergentes, trabalhado anteriormente em outra unidade de ensino, espera-se que não apresentem dificuldades em entender a córnea e o cristalino do olho como um conjunto de lentes convergentes. Portanto, pode-se também incluir o conceito de lentes de correção convergentes e divergentes na solução dos problemas de visão, isso representa um nível mais elevado de complexidade, em relação à primeira situação.

Para efetivar o processo de reconciliação integrativa, usa-se como recurso a atividade experimental, afim de que os alunos percebam como é possível simular os problemas de visão e também como podemos corrigi-los; estes podem então entender os novos significados apresentados e correlacionar uns com os outros de maneira não arbitrária.

Já o processo de avaliação dos alunos é feito de maneira formativa, através de questionários, testes e roteiros de atividades, que visam envolver os alunos em situações que os façam demandarem esforço cognitivo na obtenção de uma solução plausível e exequível do ponto de vista prático e teórico.

Portanto, conforme a pesquisa bibliográfica levantada é possível observar que a Teoria da Aprendizagem Significativa oferece o suporte necessário ao professor, no que diz respeito ao planejamento de suas atividades pedagógicas e tem muito a contribuir com o ensino de Física, mas a conquista de um ensino de qualidade implica na capacitação dos professores. Estar alicerçado em uma teoria da aprendizagem representa estar comprometido com a criação de oportunidades de ensino adequadas e contextualizadas, mas principalmente em promover oportunidades de aprendizagem significativas, e conseqüentemente promover a melhoria do ensino, e isso pode ser alcançado individualmente em uma escala local, com um bom planejamento.

Um dos recursos mais utilizados na TAS é o mapa conceitual, apesar de Ausubel nunca ter falado de mapas conceituais em sua teoria (Moreira, 2006). Essa técnica foi desenvolvida em meados da década setenta por Joseph Novak e segundo Moreira (2013) os mapas conceituais podem também ser usados na avaliação da aprendizagem. No entanto a pesquisa desenvolvida optou por não utilizar esse recurso, ao invés disso, foi utilizado como instrumento de avaliação da aprendizagem a taxinomia SOLO (Biggs & Collins, 1982 apud Pina et al, 2005).

Mas o que é a taxinomia SOLO e por que utilizá-la associando-a a TAS?

A taxinomia SOLO, um acrônimo de *Structure of the Observed Learning Outcomes*, traduzido para o português como Estrutura dos produtos de aprendizagem observados (Ceia, 2002), é um modelo hierárquico idealizado por Biggs e Collis (1982, apud Pina et al, 2005), no qual é possível “[...] categorizar as respostas do aluno a um conjunto de tarefas pré-estabelecidas, de acordo

com a complexidade estrutural e o número de conceitos exigidos nas mesmas.” (Vita, Kataoka & Cazorla, 2012, p.5).

A proposta de Biggs e Collins (1982, apud Pina et al, 2005), oferece uma alternativa para avaliar as realizações escolares dos estudantes, permitindo classificar e avaliar o resultado de uma tarefa de aprendizagem em função da sua organização estrutural (Pina et al, 2005, p.80).

De acordo com Pina et al (2005, p.80) a taxonomia SOLO baseia-se no fato de que no processo escolar, a aprendizagem se modifica em dois aspectos principais: o aspecto quantitativo, no qual os alunos estruturam os componentes da tarefa pré-estabelecida em níveis de complexidade crescente; e o aspecto qualitativo, no qual o aluno vai relacionando mais confortavelmente os aspectos mais abstratos das tarefas. Cada um desses aspectos descreve um desempenho particular em um determinado momento, porém não devem ser entendidos como rótulos que caracterizam o desenvolvimento do aluno.

As propriedades da taxinomia SOLO permitem avaliar de maneira facilmente compreensiva, objetiva e sistemática a qualidade de um resultado, uma vez que se avalia um determinado conjunto de componentes de forma integrada, pois avaliar “após um processo de aprendizagem o quanto o aluno aprendeu é relativamente fácil, mas avaliar o quão bem eles aprenderam é muito mais difícil” (Biggs & Collins, 1982 apud Pina et al, 2005, p. 81). Apresentamos os níveis de compreensão podem ser descritos de maneira abstrata e genérica, da seguinte forma:

- Pré-estrutural: O aluno apresenta uma resposta centrada em aspectos irrelevantes da proposta de trabalho, com contestações evasivas ou tautológicas do enunciado;
- Uniestrutural: O aluno deu uma resposta que contém dados informativos óbvios, que tenham sido extraídos diretamente do enunciado;
- Multiestrutural: O aluno dá uma resposta que contém duas ou mais informações do enunciado, que são obtidas diretamente deste, são analisadas separadamente, não de forma inter-relacionada;
- Relacional: O aluno apresenta uma resposta que traz uma análise dos dados do problema, integrando a informação em um todo compreensivo. Os resultados se organizam formando uma estrutura;
- Abstrato estendido: O estudante apresenta uma resposta que manifesta a utilização de um princípio geral e abstrato, que pode ser inferido a partir da análise substantiva dos dados e que é generalizável a outros contextos.

Os três primeiros níveis se referem ao aspecto quantitativo, enquanto que os dois últimos ao aspecto qualitativo.

Esses níveis de entendimento foram utilizados por outros autores (Ceia, 2002; Filipe, 2011) em suas pesquisas educacionais, inclusive no ensino de física (Borges & Amantes, 2003; Amantes & Borges, 2008; Amantes & Gomes, 2012) e na educação inclusiva (Vita, Kataoka & Cazorla, 2012). Mostrando assim a relevância da taxonomia SOLO e a possibilidade de sua aplicabilidade em diversas disciplinas, principalmente nas ciências².

² O motivo pelo qual se escolheu a taxonomia SOLO e associá-la a TAS é que ambas são cognitivistas, mas não é do interesse dessa pesquisa discutir profundamente a taxonomia SOLO, e sim utilizar níveis de entendimento desta para analisar o conteúdo contido nos instrumentos de pesquisa utilizados, os questionários propostos e conferir indícios de aprendizagem significativa.

3. O Ensino de Óptica Geométrica: problemas de visão e lentes corretoras

Esta proposta buscar explorar o tema problemas de visão e as lentes corretoras, que faz parte do eixo temático som, imagem e informação, proposto nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) da disciplina de física (Brasil, 2000). Além disso, implementa-se e avalia-se uma estratégia metodológica de ensino de física adequada à participação de alunos surdos e ouvintes.

Os sujeitos desta pesquisa são alunos de uma escola pública cursando o segundo ano do ensino médio, na faixa etária entre 15 a 25 anos e que tenha conhecimentos prévios sobre propagação retilínea da luz e os fenômenos ópticos da reflexão e refração.

A unidade foi desenvolvida em 9 aulas, com duração de 48 minutos cada, perfazendo uma carga horária média de 7 horas. A turma continha 32 alunos dos quais dois são surdos.

A escola não possuía laboratório de ciências, e nem materiais ou equipamentos para a realização de aulas experimentais no seu acervo de recursos didáticos.

O professor, antes de cada aula, discutia com a intérprete os conceitos e ideias chaves que seriam abordadas com o propósito de garantir que fosse feita a tradução para Libras da forma mais adequada possível.

Quanto as dificuldades relacionadas à falta de adaptações dos conteúdos e materiais, uma vez que existe uma falta de traduções de conceitos científicos para Libras, realidade apontada por Oliveira (2012), é necessário a adoção de uma metodologia adequada para ensinar o aluno surdo. De acordo com Moraes e Lazzarin (2009, p. 19), “a metodologia mais adequada para os surdos deve ter ênfase no visual, algo que envolve práticas e uma didática específica a esses sujeitos”. Campello (2007 apud Resende, 2010, p. 38) afirma: “Com base na modalidade visual, pesquisadores e especialistas em educação de surdos sugerem a adoção em sala de aula de métodos pedagógicos e materiais didáticos que dependem de apoio visual, a chamada ‘pedagogia visual’”.

E no que se refere à aprendizagem de conceitos científicos de forma igualitária:

Percebe-se, então, uma imensa lacuna na educação dos surdos: a necessidade de investigação de uma terminologia especializada em língua de sinais que atenda a diferentes componentes curriculares; a ausência de instrumentos didático-pedagógicos adaptados para a educação científica de surdos; o despreparo do professor regente que não passou por um processo de capacitação para enfrentar essa nova realidade de lidar com alunos surdos; e a falta de uma pedagogia visual apropriada são realidades que interferem enormemente no processo ensino e aprendizagem desse grupo. [...] Diante desse quadro, constata-se que é necessário investir em uma metodologia que satisfaça o desenvolvimento acadêmico de surdos (Resende, 2010, p. 40).

Portanto, para favorecer a comunicação visual, investimos numa metodologia executada por meio de experimentos simples e ilustrativos. Gaspar e Monteiro (2005) destacam que a atividade experimental pode ser usada de várias formas em sala de aula, seja como fator motivacional da aprendizagem, ou mesmo como um auxílio à abordagem conceitual desenvolvida pelo professor, sendo assim:

A atividade de demonstração experimental em sala de aula, particularmente quando relacionada a conteúdos de Física, apesar de fundamentar-se em conceitos científicos, formais e abstratos, tem por singularidade própria a ênfase no elemento real, no que é diretamente observável e, sobretudo, na possibilidade simular no microcosmo formal da sala de aula a realidade informal vivida pela criança no seu mundo exterior (Gaspar e Monteiro, 2005, p. 4).

As iniciativas de utilização de uma abordagem metodológica relacionada à experimentação no Ensino de Física no ambiente da escola inclusiva foram verificadas por Botan e de Paulo (2014),

que trabalharam com a cinemática e desenvolveram um conjunto de atividades que exploram experimentos de movimento uniforme e uniformemente variado. Estes autores apresentam também uma proposta de sinais em Libras para conceitos relacionados à Física, frutos do trabalho dos integrantes do projeto Sinalizando a Física³, da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Sinop. Conde (2011), apresentou uma proposta metodológica para o ensino da Física para alunos surdos. O tema abordado por este autor foi ensino dos movimentos oscilatório, periódicos e aperiódicos e do movimento harmônico simples (MHS), e foram usados recursos visuais como simulações computacionais, vídeos e experimentos simples.

O tema problemas de visão e o uso das lentes aborda questões e aplicações importantes de sistemas ópticos na vida cotidiana das pessoas (propiciaram a ciência progredir através da observação de seres muito pequenos, com o microscópio, e nos ajudam também a estudar o Universo através dos telescópios. Estão também no cinema como componente dos projetores, nos em aparelhos fotográficos incluindo nossos telefones celulares) em que esperamos promover melhor compreensão sobre conceitos básicos da óptica geométrica, visando uma aprendizagem significativa, sendo o elemento explorado a lente.

Mas para a implementação desta proposta foi necessário a construção de um planejamento que atendesse o público alvo e suas especificidades. Lemov (2011, p. 74), indica que um bom planejamento começa pensando no “o que meus alunos vão entender hoje?” ao invés de “o que meus alunos vão fazer hoje?”, ou seja, Lemov destaca que muitas vezes ao planejar, pensamos primeiro nas atividades ao invés dos objetivos. Outra indicação dada por Lemov (2011, p. 84) é que “a maioria dos planos de aula concentra-se no que o professor estará fazendo”, ou seja, em muitos planos de aula os objetivos são mais dos professores do que dos alunos, por exemplo, se faço uma atividade e coloco como objetivo “avaliar os conhecimentos prévios dos alunos” esse é um objetivo do professor, mas o certo deveria ser “expressar os seus conhecimentos prévios”, esse é o objetivo do aluno e para o aluno. Assim, a unidade de ensino foi planejada como segue:

a. Aula 1: Averiguar os conhecimentos prévios dos alunos

A aula inicia instigando os alunos para que eles possam expressar seus conhecimentos prévios do que sabem sobre as lentes e os defeitos da visão. Para isso cada aluno recebeu um questionário contendo oito perguntas abertas: “O que é miopia?”, “O que é hipermetropia?”, “O que é “vista cansada”?”, “O que é uma lente?”, “Para que serve uma lente? Dê exemplos.”, “Em quais aparelhos ou instrumentos do nosso cotidiano em que podemos encontrar lentes?”, “Que tipo de lente um míope deve usar?”, “Que tipo de lente um hipermetrope deve usar?”. A opção por utilizar questões abertas tem como objetivo dar a oportunidade ao aluno de desenvolver as questões de forma espontânea. As respostas foram importantes para estabelecer qual o nível inicial de entendimento da turma, e é fundamental para dar continuidade na implementação das demais aulas planejadas, servindo também como diagnóstico quando forem aplicados novos questionários ao longo da unidade de ensino.

b. Aula 2: A hipermetropia: um problema de visão que surge com a idade

Um dos principais problemas de visão enfrentados pela grande maioria da população é a presbiopia, problema que atinge as pessoas a partir dos quarenta anos de idade, que é causado pela perda de elasticidade do cristalino, que com a velhice e o estresse motor, diminui a sua capacidade de focalizar a imagem adequadamente sobre a retina, atrapalhando assim a acomodação visual, não permitindo que o indivíduo enxergue direito nem perto ou longe. Para solucionar esse problema

³Os vocabulários da Série Sinalizando a Física estão disponíveis na página do projeto: <https://sites.google.com/site/sinalizandoafisica/>. Porém, vale ressaltar que apesar da ótima iniciativa, o uso desses sinais depende de um consenso da comunidade surda onde se pretende implementá-los, pois a LIBRAS sofre variações de acordo com a questão regional (Koslowski, 2000).

indica-se o uso de óculos com lentes bifocais, que permitem que a pessoa enxergue longe e perto, utilizando determinada região das lentes para cada uma das situações observadas.

Esta aula inicia com a leitura de um texto extraído do livro “O nome da rosa” (Eco, 1983, p.94 e 95). A ideia é mostrar para os alunos qual seria a ideia de uma pessoa da idade média que nunca viu e não sabia o que são óculos, nem para que ele serve. A intenção é levar cada aluno a analisar a narrativa e tentar perceber que a personagem da história descreve os óculos. Aconselha-se que este texto seja entregue ao tradutor intérprete com certa antecedência, para que ele analise os termos e auxilie o aluno surdo na leitura caso haja alguma dificuldade em entender alguma expressão usada na linguagem do texto.

Após a leitura do texto, cada aluno recebeu um questionário que buscou orientar o aluno no sentido das ideias chave do texto, que é o problema de visão do personagem Guilherme, devido a sua idade avançada, e o uso de lentes para corrigir essa deficiência. O professor ainda discutiu com os alunos outras questões alusivas ao texto: “que instrumento é descrito no texto?”, “qual provavelmente é o período em que se passa essa narrativa, visto que o narrador da história usa muitos elementos inusitados para descrever um utensílio tão comum atualmente: os óculos?”, “qual a importância da invenção das lentes, para as pessoas, a ciência, tecnologia e sociedade?”. Encerramos a discussão e apresentamos um trecho do filme “O nome da rosa”, e então é finalmente esclarecido o período em que se passa a narrativa, e o motivo do narrador não conhecer o que é o instrumento usado por Guilherme.

c. Aula 3: O Olho humano: um sistema óptico essencial

O olho humano é o elemento básico da visão, e o seu funcionamento se assemelha a uma máquina fotográfica. Esse modelo simples permite analisar opticamente os efeitos produzidos pela córnea, pelo cristalino e pelos humores aquoso e vítreo, em um esquema designado por olho reduzido, sendo constituído basicamente por uma lente que representa os diversos meios ópticos que formam o olho e um alvo que representa a retina. Com o auxílio de um datashow apresentamos a estrutura do olho humano. Usando um simulador pôde-se demonstrar o processo de formação da imagem na retina e falar da visão em cores, destacando também os problemas de visão.

d. Aula 4: Simulando o olho humano

Um dos principais fenômenos apresentados na visão humana é a inversão da imagem ao chegar na retina, entender o princípio da propagação retilínea da luz, a presença de uma lente convergente no olho humano, é fundamental para entender como e porque ocorre o fenômeno da inversão da imagem e como esse processo é análogo ao da câmara escura.

Divididos em grupos, os alunos usam uma lupa para projetar a imagem de uma vela acesa, no fundo de um globo de luminária esférico de PVC. O globo simula a retina do olho onde são projetadas as imagens, e a lupa o cristalino, a lente do olho. O esquema de montagem é muito simples (veja figura 1) e pode ser encontrado em Santo (2010); e basta colocar a lente na abertura do globo, e posicionar em frente a uma vela ou mesmo uma janela iluminada. Com esse experimento, os alunos podem observar na prática um sistema que funciona de forma análoga ao olho humano e como se formam as imagens nesse sistema óptico fundamental. Os alunos receberão um roteiro para executar este experimento e responderão as seguintes questões: “O que ocorre quando afastamos ou aproximamos a lupa do globo?”, “Como a anatomia do olho humano influencia na formação da imagem na retina?”. E ainda nos grupos pode-se solicitar que: representem como ocorre a formação da imagem na retina; que discutam com os seus colegas de equipe como é possível simular os problemas de visão usando este experimento, e descreva o processo; simulem um problema de visão e proponham a solução mais adequada para o problema de visão simulado.

e. Aula 5: Classificação e funcionamento das lentes esféricas

Com o recurso de um projetor de imagem (datashow) simulamos o problema de miopia. Os alunos que possuíam essa anomalia demonstravam aos demais alunos como eles enxergavam sem os óculos. Para simular essa situação, estes alunos modificavam o foco do projetor demonstrando como enxergaria o slide sem os óculos. A análise dos problemas de visão foi o ponto de partida para se estabelecer uma relação entre o tipo de lente (convergente ou divergente, esférica ou cilíndrica etc.) indicada para corrigir cada problema. Em grupos pequenos os alunos receberam um conjunto de lentes e um roteiro de experiência que tem por objetivo guiar os alunos na classificação e análise das lentes esféricas e de seus elementos geométricos como centro, eixo principal, foco e distância focal. Estas lentes podem ser encontradas nos kits de laboratório da escola.

f. Aula 6: Construção de esquemas representativos para a formação de imagem em lentes esféricas

Saber como as lentes formam imagem é importante, e é sem dúvida um conhecimento prático para a realidade, uma vez que temos acesso a inúmeros dispositivos que utilizam lentes. Abordamos os elementos geométricos das lentes e como representá-los. Os alunos construíram esquemas gráficos de imagens produzidas com lentes divergentes e convergentes quando o professor, usando o Datashow, projetou a imagem de um papel milimetrado no quadro branco (veja figura 3). Depois cada aluno reproduziu os esquemas em seu caderno, usando o papel milimetrado ou duas folhas de caderno sobrepostas, atentos às características das imagens. Também utilizamos de uma animação interativa encontrada no Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE)⁴ para mostrar os tipos de lentes e imagens formadas por elas.

g. Aula 7: Abordagem analítica da formação da imagem em lentes esféricas.

Nesta aula apresentamos a formação analítica da imagem em lentes esféricas delgadas. Até aula 6 a abordagem realizada foi caracterizar o fenômeno da formação da imagem no olho humano e a formação da imagem em lentes esféricas através de esquemas representativos, sem proceder com o formalismo matemático. No entanto, já havia sido apresentado o referencial de Gauss e sua equação em outra unidade de ensino de óptica geométrica, a de espelhos esféricos.

h. Aula 8: Teste diagnóstico final

Os alunos foram submetidos a uma avaliação com seis questões abertas, porém mais direcionadas que as questões do teste diagnóstico inicial. A intenção foi de conduzir o aluno a dar uma resposta mais completa, fazendo este ir além da informação dada no item para deduzir um princípio mais geral.

i. Aula 9: Avaliação objetiva

Nesta aula trata-se de um teste em que foi priorizado a resolução de problemas que são recorrentes nas avaliações exteriores e nos vestibulares. É um passo fundamental na verificação se houve de fato a aquisição do conhecimento e se os alunos efetivamente se apropriaram dos conceitos e sabem utilizá-los de acordo com as situações descritas no teste. Mas este teste não deve ser o único agente verificador da aprendizagem, o sistema de avaliação dos alunos deve ser contínuo e deve-se ponderar a respeito de cada atividade desenvolvida.

A seguir apresentamos os resultados observados na implementação da proposta.

⁴ Disponível em: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/10229/open/file/optica.htm>. Acesso em 11/10/2015.

4. Os resultados e discussões

As respostas dos alunos ao teste diagnóstico foram analisadas observando a existência de conhecimentos prévios a respeito do tema a fim de identificar as especificidades para a aprendizagem no contexto da educação inclusiva para surdos, para elaborar o planejamento da unidade de ensino constituída de um conjunto de experimentos, materiais e métodos. Os alunos foram classificados de acordo com o nível de entendimento demonstrado em cada questão apresentada na aula 1 com base na taxonomia SOLO.

Para exemplificar como este sistema de classificação de resposta foi utilizado, vejamos as respostas dadas pelos alunos C, G (aluna surda) e A (ouvinte) a questão “O que é miopia?”:

- Aluno A: “é um problema de visão em que a pessoa tem dificuldade de ver objetos distantes” – nível multiestrutural;
- Aluno C: “é uma forma sensível de visualizar algo” – nível pré-estrutural;
- Aluno G: “doente é olho míope – nível uniestrutural.

O nível de entendimento Relacional não foi observado nesta questão. Contudo, o esperado seria o aluno neste nível dar uma resposta que apresente uma relação de causa e efeito, relacionando o problema de visão com aspectos da anatomia do olho: mais alongado que o normal, o que faz com que os raios de luz paralelos (vindo de objetos distantes) se cruzem antes da retina, não formando a imagem de forma correta. O nível Abstrato estendido também não foi observado; a resposta esperada seria mais elaborada que o nível relacional e ainda espera-se que o aluno seja capaz de propor uma solução ao problema de visão, indicando por exemplo o uso de lentes divergentes para corrigir a miopia.

O quadro 1 mostra o número de alunos que participaram do teste diagnóstico e os respectivos níveis de entendimento observado nas respostas ao questionário.

Quadro 1: Resultado do teste diagnóstico inicial

Número de participantes:		32				
		Nº de alunos por nível de entendimento				
Questão	Pré-estrutural	Uni-estrutural	Multi-estrutural	Relacional	Abstrato estendido	
1	15	10	7	0	0	
2	20	6	4	2	0	
3	27	3	1	1	0	
4	24	5	0	3	0	
5	9	22	1	0	0	
6	13	19	0	0	0	
7	32	0	0	0	0	
8	32	0	0	0	0	

Fonte: elaborado pelos autores a partir do questionário diagnóstico.

Observamos que o nível de entendimento inicial dos alunos encontra-se em sua grande maioria a nível pré-estrutural, o que significa dizer que mais de 90% dos alunos estão nos níveis de entendimento mais básicos. Portanto, tendo como referência este diagnóstico, espera-se que no final das atividades posteriores da unidade de ensino este quadro mude e seja evidenciada uma mudança no nível de entendimento dos alunos.

É importante destacar que as respostas das alunas surdas enquadram-se nos níveis pré-estrutural e uni-estrutural. Por exemplo, a aluna surda G, nas duas primeiras perguntas, o que é miopia e o que é hipermetropia, informou que acreditava se tratar de problemas de visão, por isso suas respostas foram classificadas como uni-estrutural. Para a pergunta “para que serve uma lente? Dê exemplos.”, essa aluna surda respondeu que uma lente “serve para um olho com problema” e por isso sua resposta foi classificada como uni-estrutural. As demais respostas dessa aluna foram classificadas como pré-estrutural.

Durante a aplicação do teste diagnóstico a intérprete auxiliou a aluna surda na compreensão das questões, pois algumas palavras usadas não possuíam tradução em LIBRAS, é o caso de miopia e hipermetropia; inclusive a aluna perguntou se a intérprete não conhecia o sinal dessas palavras, e ela respondeu que não sabia se existia tais sinais, e então a aluna perguntou se poderia criar os sinais, mas a intérprete alegou que não podia criar os sinais sem a participação da comunidade surda.

O fato da classificação levou-nos, na aula 2, a utilizar um trecho do livro “O nome da rosa” e exibir um trecho editado do filme O nome da rosa de 1986.

Após a leitura do trecho do livro, a exibição do trecho do filme e o debate das respostas contidas no teste diagnóstico, os alunos puderam organizar suas ideias a respeito dos problemas de visão, e mais especificamente, sobre a presbiopia, relatada no texto; e isso ficou explícito em suas respostas. Esta atividade serviu para mostrar duas coisas importantes: primeiro, que os problemas de visão fazem parte ou podem fazer parte direta ou indiretamente de nosso cotidiano e segundo, que precisamos ou podemos precisar algum dia usar óculos.

Na aula 3 foi solicitado aos alunos que fizessem um desenho que representasse como as imagens dos objetos se formam no olho humano. A intérprete traduziu as informações para as alunas surdas, e vice versa. Os resultados foram que: (i) boa parte representou a imagem como um reflexo na parte externa do olho, (ii) outros desenharam a imagem dentro do olho de cabeça para cima e (iii) alguns poucos conseguiram determinar com relativa aproximação o processo de formação da imagem de forma adequada. Alguns já sabiam da inversão da imagem no olho devido aos conhecimentos prévios sobre a propagação retilínea da luz, e foi possível associar à experiência da câmara escura.

Na aula 4, cada aluno recebeu um roteiro para executar uma atividade experimental (veja figura 1). Esta atividade serviu para fazer uma analogia entre o aparato experimental e o olho, e os alunos conseguiram estabelecer uma relação entre a qualidade da imagem e a distância entre a lupa e a luminária. Para resolver o problema da falta de qualidade da imagem, eles propuseram o uso de óculos, uma vez que “não é possível alterar o tamanho dos olhos, para corrigir os problemas” (Aluna ouvinte T). Essa observação feita pela aluna foi socializada para todos os demais e serviu como ponto de partida para a próxima aula.

Na aula 5, foi apresentado formalmente as principais anomalias da visão e os fatores que causam os defeitos de visão. Foi demonstrado, com o auxílio de um projetor de imagem o problema de miopia. Os alunos que possuem esta anomalia demonstraram aos demais como eles enxergavam sem os óculos, e para isso modificavam o foco do projetor. Também receberam um roteiro para executar uma atividade experimental em que eles deveriam classificar as lentes de acordo com sua espessura (borda fina ou borda grossa), dar os seus nomes de acordo com as suas superfícies (côncava, convexa, plana) e se elas são convergentes ou divergentes.

Após isso, os alunos foram questionados como funciona um olho “normal” (emetrope) e outro míope ou hipermetrope. A aluna surda G respondeu (por meio da intérprete) que achava que as causas dos problemas de visão deveriam estar relacionadas com a distância entre a lente do olho e a retina, e a sua resposta foi compartilhada com os demais. Dessa observação foi apresentada a miopia, problema de visão cuja causa é o globo ocular ser mais alongado, a hipermetropia, problema de visão cuja causa é o globo ocular é mais curto, a presbiopia (já abordada na aula 2) e o astigmatismo.



Figura 1: Realização da atividade experimental: simulando o olho Humano. Em A e B, alunos ouvintes realizando atividade experimental, em C aluna surda realizando atividade experimental, D tradutora/intérprete traduzindo a explicação do professor. **Fonte:** Os autores

Foram apresentadas as lentes e suas características principais, partindo da análise da lente do olho e da lupa, foram discutidos os conceitos de lentes convergente e divergente. Eles tiveram que identificar que não é qualquer tipo de lente que corrige qualquer tipo de problema de visão.

Os alunos foram questionados como corrigir a trajetória dos raios de luz usando os conhecimentos aprendidos na aula 4. Especificamente, foi perguntado à classe que tipo de lente, devemos associar ao olho para corrigir a miopia (formação da imagem antes da retina) e a hipermetropia (formação da imagem depois da retina). De imediato não obtivemos resposta. Passado um tempo, o aluno ouvinte B, lembrou que no olho míope os raios de luz ao passar pela lente se concentravam antes da retina, então ele propôs que os raios deveriam ser espalhados um pouco para atingir a retina, portanto o míope deveria usar uma lente divergente.

De certo modo os argumentos do aluno B fez sentido, mas dissemos que a córnea e o cristalino continuariam a serem lentes convergentes, e foi esclarecido através de um esquema que era de fato a solução mais adequada à miopia usar uma lente divergente, pois ela mudaria a trajetória dos raios de luz que vem de objetos distantes (através da refração, fenômeno estudado em uma unidade de ensino anterior do curso de óptica) fazendo os divergir antes de atingir o olho, e ao passarem pela córnea e o cristalino, sofrem um novo desvio concentrando-se agora sobre a retina, logo se tratava de um sistema de lentes associadas.

A partir do entendimento da correção da miopia, foi explicada a correção da hipermetropia, e dessa forma foi possível estabelecer elementos de diferenciação entre a correção desses dois problemas de visão. A correção da hipermetropia é resolvida de forma oposta, pois neste caso no olho hipermetrope os raios não se cruzam nem antes ou sobre a retina, mas seguem em uma direção, como se fossem cruzar depois da retina, portanto para corrigir este problema é preciso fazê-los convergir exatamente sobre a retina, usa-se, portanto, lentes convergentes externas.

A atividade experimental auxiliou na compreensão dos fenômenos observados e para os alunos surdos foi significativo, visto que para esses alunos a abstração de conceitos se torna mais fácil quando associada a uma cultura visual (Thoma, 2009); eles visualizaram como se comportam os raios de luz de um apontador laser quando atravessava uma lente (veja figura 2). As lentes usadas nos

experimentos foram fabricadas de maneira artesanal pelo professor utilizando garrafa PET, capa de CD e cola de tubo, inspirado na série experimentos de física para o Ensino Médio e Fundamental com materiais do dia a dia da Universidade Estadual Paulista-UNESP⁵. Produzimos outros tipos de lente além da lente plano-convexa. No total foram construídas quinze lentes de cinco tipos: plano-côncava, plano-convexa, bicôncava, biconvexa e côncava-convexa.

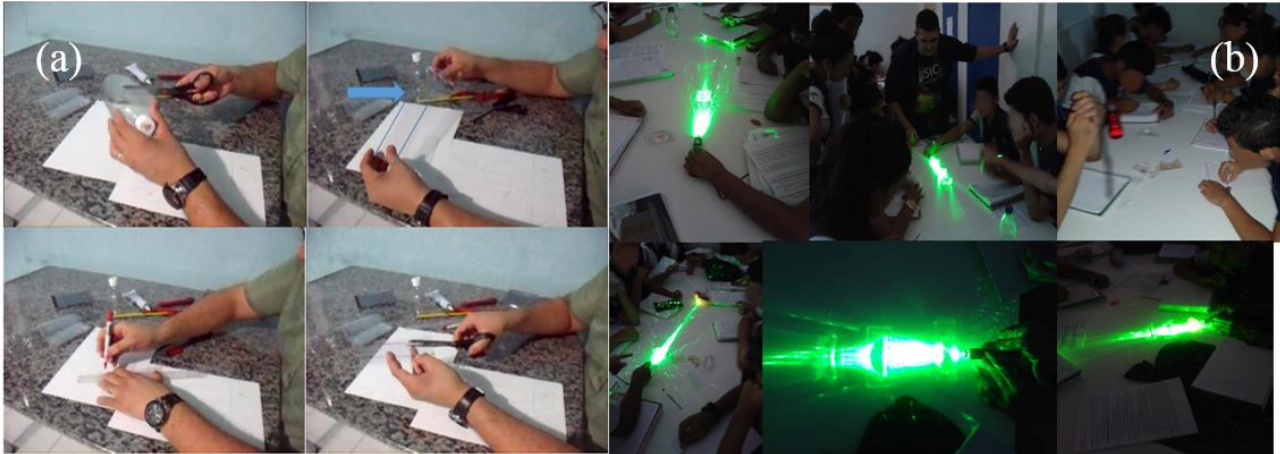


Figura 2: Realização da atividade experimental: (a) construção das lentes e (b) conhecendo e classificando as lentes esféricas e os raios notáveis. **Fonte:** Os autores

As alunas surdas por exemplo, identificaram e classificaram (convergente ou divergente, borda fina ou grossa e de acordo com a curvatura de suas faces) as lentes de acordo com as características que observaram, observaram como os efeitos produzidos nos raios de luz quando atravessaram as lentes e representaram os fenômenos por meio de desenhos.

Na aula 6, os alunos conheceram os elementos geométricos das lentes e exercitaram fazer os esquemas de formação de imagens em lentes esféricas.

Foi oportunizado aos alunos a experiência de formar imagens com lentes divergentes e convergentes num quadro branco (veja figura 3).



Figura 3: Alunos construindo esquemas de formação de imagens. **Fonte:** Os autores

⁵ Disponível em: <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/>

Uma das alunas surdas, desde o início da proposta, vinha demonstrando diligência nas representações gráficas, atenção aos detalhes como simetria e escala. A intérprete de libras relatou que a aluna declarou interesse no desenvolvimento em cálculos matemáticos. Segundo relato da família, ela dedicava muitas horas para leitura, após a escola, para utilizar a língua portuguesa na sua modalidade escrita.

O estudo sobre a formação de uma imagem em lentes esféricas delgadas através do referencial de Gauss e de sua equação foi o objetivo da aula 7. Foram utilizadas as ferramentas matemáticas envolvidas na abordagem analítica dos fenômenos e os alunos demonstraram ter conhecimentos prévios devido a estudos realizados noutra unidade de ensino de óptica geométrica, quando trataram de espelhos esféricos. Contudo, novos conceitos foram introduzidos: centro óptico da lente ao invés de vértice do espelho, dois focos (primário e secundário) ao invés de um foco, pontos antiprincipal primário e secundário ao invés de centro de curvatura.

Na fala dos alunos foi destacada a semelhança do que estavam vendo com aquilo que foi visto no estudo de espelhos esféricos: adoção das mesmas grandezas como a posição do objeto e da imagem e a distância focal, de tal forma que tornou-se mais amigável a implementação da equação de Gauss no estudo analítico das lentes. A nossa percepção é de evidência de um processo de diferenciação progressiva, uma vez que foram introduzidos novos elementos e posição do objeto, da imagem e a distância focal tornaram-se conceitos mais inclusivos.

O fenômeno da refração em lentes esféricas, que foi devidamente explorado pelos alunos nas atividades 6 e 7, foram decisivas para entender o que esperar dos resultados analíticos, pois os alunos conseguiram por exemplo, determinar qual o sinal esperado para a posição da imagem (negativo ou positivo) e sabendo através de um esquema simples qual a natureza da imagem (real, virtual ou imprópria). Isso ficou bem definido em suas respostas registradas nos desenhos no quadro branco durante a dinâmica de formação de imagens (figura 3).

Durante as aulas 8 e 9 averiguamos a aprendizagem dos alunos utilizando dois instrumentos: (i) questionário com perguntas abertas e um (ii) teste composto de questões objetivas. Os resultados encontrados indicam uma mudança no nível de entendimento dos alunos quanto a conceitos fundamentais da óptica geométrica mostrados no quadro 2. Esta nova classificação foi obtida a partir dos resultados da aplicação do questionário aplicado na aula 8.

Quadro 2: Resultados do teste diagnóstico final

Número de participantes:		32			
Questão	Nº de alunos por Nível de entendimento				
	Pré-estutural	Uni-estutural	Multi-estutural	Relacional	Abstrato estendido
1	2	3	11	12	5
2	4	2	10	16	1
3	2	2	16	12	1
4	9	4	10	8	2
5	9	1	8	14	1
6	5	2	18	8	0

Fonte: Elaborado pelo autor a partir do questionário.

Na aula 9 os alunos foram submetidos a um teste composto de uma avaliação objetiva com dez questões. Esse teste serviu para validar a unidade de ensino do ponto de vista de uma avaliação externa com questões extraídas de processos seletivos destinados a alunos do ensino médio para o acesso ao ensino superior (vestibulares).

Participaram do teste 32 alunos, destes, 10 acertaram seis questões e 17 acertaram sete questões, o que representa que 87% dos participantes. A aluna surda G acertou 6 questões, enquanto que a aluna surda T acertou 7. Outros três alunos conseguiram acertar 5 questões e outros dois, 4 questões.

Com base nos resultados obtidos ao longo das nove aulas, é possível concluir que a unidade de ensino, baseada na experimentação como metodologia inclusiva, possibilitou a aprendizagem de conceitos da óptica geométrica e demonstrou-se como uma estratégia de ensino eficaz. E foi identificada como especificidades para a aprendizagem sobre o tema problemas de visão e lentes corretoras no contexto da educação inclusiva para surdos, a metodologia embasada na cultura visual dos surdos, a parceria com o tradutor/intérprete e o desenvolvimento de uma unidade de ensino que valorize a identidade cultural do surdo.

Esta pesquisa possibilitou ainda, o planejamento da unidade de ensino voltado à compreensão do espaço educativo inclusivo e a prática docente reflexiva, fatores decisivos para elaborar um conjunto de experimentos, materiais e métodos alusivos ao tema problemas da visão e lentes corretoras, que usaram como norte a Teoria da Aprendizagem Significativa foi fundamental.

Portanto, tendo em vista os resultados apresentados, em que nota-se uma perceptível mudança entre o nível de entendimento dos alunos antes e depois, e que as alunas surdas foram bem sucedidas na execução de todas as atividades propostas, podemos afirmar que há evidências de aprendizagem significativa.

5. Considerações finais

Com o objetivo colaborar com o estudo sobre a inclusão de alunos surdos no ensino regular, no que se refere ao ensino de física, desenvolvemos uma unidade de ensino que privilegia a experimentação como metodologia inclusiva para a aprendizagem de conceitos da óptica geométrica, visando ampliar a compreensão e colaborar no cenário mais amplo, no que se refere ao ensino de física.

Apoiado na Teoria da Aprendizagem Significativa foi desenvolvido um conjunto de experimentos, materiais e métodos alusivos ao tema problemas da visão e lentes corretoras, que foram devidamente aplicados e analisados em uma turma composta de trinta e dois alunos dos quais dois são surdos.

Da implementação da unidade de ensino foi possível verificar indícios de aprendizagem significativa da óptica geométrica no que se refere aos principais problemas de visão e o funcionamento das lentes esféricas, conforme indicam os resultados dos testes diagnósticos iniciais e finais, e as demais atividades desenvolvidas na unidade.

No processo de desenvolvimento e implementação desta unidade foram levados em consideração os principais preceitos da educação inclusiva de surdos, como o respeito à identidade cultural surda, a valorização de uma pedagogia visual e a adequação do conteúdo e do espaço educacional à inclusão. Todas as atividades desenvolvidas na unidade de ensino priorizaram o visual, nas questões propostas, todos os alunos poderiam responder usando desenhos e esquemas representativos, isso é muito importante, pois permite que os alunos surdos complementem a sua resposta escrita com desenhos que expressam a ideia que desejam transmitir, e que muitas vezes não conseguem fazer apenas com o uso da língua portuguesa na forma escrita.

Como principais contribuições desta pesquisa, podemos citar a produção pedagógica de estratégias, recursos e materiais de ensino, que visam contribuir para melhoria da qualidade do ensino de Física. Além disso, o desenvolvimento deste estudo permitiu testar e verificar a eficácia dos

recursos e materiais desenvolvidos enquanto objetos de estudo potencialmente significativos e validar as estratégias pedagógicas desenvolvidas, voltadas para um ambiente inclusivo, obtendo assim, como resultado final um produto educacional para o ensino de conceitos da óptica geométrica no contexto da educação inclusiva para surdos, caracterizado por uma unidade de ensino.

Contudo, são muitas as dificuldades na aprendizagem de conceitos da Física no contexto da educação inclusiva para surdos. Em sua grande maioria, as dificuldades estão relacionadas à falta de adaptações dos conteúdos e materiais, e a falta de traduções de conceitos científicos para Libras. Porém, apostando na realização de experimentos simples como estratégia de ensino inclusivo, pensamos que foi possível contornar as dificuldades como falta de tradução de conceitos da Óptica Geométrica para Libras, falta de material e espaço físico adequado para a realização de experimentos indicados na proposta didática. Contornar esses obstáculos e supera-los só tornou esse processo mais recompensador, pois fomentou o desejo de desenvolver novas estratégias de ensino, projetar e confeccionar novos materiais e objetos de aprendizagem, e na falta de um laboratório de ciências, usar o refeitório da escola como um laboratório improvisado. Pautados nos resultados desta pesquisa, e de outros autores, recomenda-se que o ensino de física para alunos surdos seja desenvolvido através de uma pedagogia visual que atenda minimamente as diferenças culturais e linguísticas desses alunos, dando ênfase assim a recursos visuais como vídeos, experimentos simples e programas interativos.

Como ampliação deste trabalho, espera-se criar futuramente junto com a comunidade surda da cidade de Manaus, um vocabulário de conceitos de Física traduzidos para libras, e a construção e implementação de novas unidades de ensino para outros conteúdos de Física, no âmbito da educação inclusiva.

Referências

- Amantes, A., & Borges, O. (2008). *Uso da taxonomia SOLO como ferramenta metodológica na pesquisa educacional*. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, VI, Florianópolis: 2008. Anais... Belo Horizonte: FAE\UFMG, v. Único. p. 1-12.
- Amantes, A., & Gomes, E. (2012). A construção e o uso de sistemas de categorias para avaliar o entendimento dos estudantes. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 14(2), 61.
- Ausubel, D. P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. New York: Grune and Stratton.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart, and Winston.
- Borges, O., & Amantes, A. (2003). *O entendimento de estudantes do ensino médio sobre Sistema de Referência e Movimento Relativo*. IV Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências.
- Botan, E., & de Paulo, I. J. C. (2014). *Ensino de Física para Surdos: três estudos de Casos da implementação de uma ferramenta didática para o Ensino de Cinemática*. *Experiências em Ensino de Ciências*, 9 (1).
- Brasil. (2000). Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)*. Brasília: MEC.
- Camargo, E. P. & Nardi, R. (2009). *Inclusão no ensino de física*. Nardi, R. org. *Ensino de Ciências e Matemática, I: temas sobre a formação de professores* [online]. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 258 p.

- Ceia, M. (2002). A taxonomia SOLO e os níveis de van Hiele. *Atividades de investigação na aprendizagem da matemática e na formação de professores*, p. 241-255.
- Conde, J. B. M. (2011). *O ensino da Física para alunos portadores de deficiência auditiva através de imagens: módulo conceitual sobre movimentos oscilatórios*. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Eco, U. (1985). *Pós-escrito a O nome da rosa*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira.
- Filipe, M. A. E. R. (2011). *A taxonomia SOLO nos exames nacionais de matemática—9º Ano*. Tese de Doutorado. Faculdade de Ciências e Tecnologia.
- Gaspar, A. & Monteiro, I. C. de C. (2005). Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. *Investigações em Ensino de Ciências*, 10 (2), 227-254.
- Gowin, D. B. (1981). *Educating*. New York: Cornell University Press.
- GRF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física) (2007). *Física 2: Física Térmica e Óptica*. 5.ed. São Paulo: EDUSP.
- Hewitt, P. G. (2002). *Física conceitual*. 9.ed. Porto Alegre: Bookman.
- Koslowski, L. (2000). A educação bilíngüe para surdos: o modelo bilíngüe/bicultural na educação do surdo. In: V Seminário Nacional [do] INES -Surdez: Desafios para o Próximo Milênio. Anais...Rio de Janeiro: INES, 2000. p.47-52.
- Lemov, D. (2011). *Aula nota 10: 49 técnicas para ser um professor campeão de audiência*. São Paulo: Da Boa Prosa/Fundação Lemann.
- Machado, A. C. S. (2010). *Ensino de Física para Deficientes Visuais: uma revisão a partir de trabalhos em eventos*. Trabalho de conclusão de curso. Orientadora: Professora MSc. Roseline Beatriz Strieder. Universidade Católica de Brasília.
- Marques, A. L. F. & da Silva, L. G. (2013). *Abordagem Inclusiva em uma disciplina prática de Ensino de Física em EAD*. In: Congresso Brasileiro de Ensino Superior a Distância, Belém. Anais eletrônicos. Belém: UFPA. Disponível em: Acesso em 15 jun., 2015, <http://www.aedi.ufpa.br/esud/trabalhos/oral/AT2/113818.pdf>.
- Morais, M. Z. & Lazzarin, M. L. L. (2009). *Pedagogia e diferença: capturas e resistências nos discursos curriculares da educação de surdos*. In: Thoma, A. S. & Klein, M. (Orgs.). *Currículo e Avaliação: a diferença surda na escola*. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, p.19.
- Moreira, M. A. (2008). Organizadores previos y aprendizaje significativo. *Revista Chilena de Educación Científica*, 7 (2), 23-30.
- Moreira, M. A. (2013). Aprendizagem significativa em mapas conceituais. *Textos de Apoio ao Professor de Física*, v. 24, n. 6, 1-49.
- Moreira, M. A. (2011). Unidades de ensino potencialmente significativas – UEPS. *Aprendizagem Significativa em Revista*, 1 (2), 43-63.
- Moreira, M. A. & Masini, E. F. S. (1982). *A teoria cognitiva de aprendizagem*. In: *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Moraes, p. 07-25

- Moreira, M. A. (2005). Aprendizaje significativo crítico. *Indivisa: Boletín de estudios e investigación*, (6), 83-102.
- Moreira, M. A. (2006). *Aprendizagem Significativa: da visão clássica à visão crítica* (Meaningful learning: from the classical to the critical view). In: Conferência de encerramento do V Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Madrid, Espanha, setembro de.
- Novak, J. D. (1977). An alternative to Piagetian psychology for science and mathematics education. *Science Education*, 61 (4), 453-477.
- Oliveira, F. B. (2012). Desafios na Inclusão dos Surdos e o Intérprete de Libras. *Revista Diálogos & Saberes*, 8 (1), 93-108.
- Pina, F. H.; Martínez C.P.; da Fonseca, R. P. & Rubio, E. M. (2005). *Aprendizaje, competencias y rendimiento en educación superior*. Madrid: La Muralla.
- Resende, M. M. P. (2010). *Avaliação do uso de modelos qualitativos como instrumento didático no ensino de ciências para estudantes surdos e ouvintes*. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília.
- Santo, F. E. (2010). *Óptica do olho Humano*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- Santos, L. & FESTA, P. S. V. (2014). A relação do intérprete de libras e o aluno surdo: um estudo de caso. *Ensaio pedagógico: Revista Eletrônica do Curso de Pedagogia das Faculdades OPET*. Acesso em 10 ago., 2015, <http://www.opet.com.br/faculdade/revista-pedagogia/pdf/n7/ARTIGO-PRISCILA.pdf>.
- Silva, K. C., & Oliveira, A. A. A. (2014). O papel do intérprete de LIBRAS no processo de aprendizagem do aluno surdo nos anos iniciais do ensino fundamental. *Eventos Pedagógicos*, 5 (2), 181-190.
- Thoma, A. S. (2009). Identidades e diferença surda constituídas pela avaliação. *Cultura e avaliação: a diferença surda na escola*. Santa Cruz do Sul: EDUNISC.
- Vita, A. C.; Kataoka, V. Y. & Cazorla, I. (2012). *A construção de pictogramas por alunos cegos*. Anais: V Seminário Internacional em Educação Matemática, Petrópolis, Rio de Janeiro, Brasil.