

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO NORTE**  
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física  
Polo 10 IFRN – Campus Natal Central



## **SOBRE ORGANIZADORES PRÉVIOS PARA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE ESTEREOSCOPIA E IMAGENS TRIDIMENSIONAIS.**

**SIDNEY ROCHA GOMES**

Dissertação de mestrado apresentada ao Mestrado Profissional em Ensino de Física, ofertado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Campus Natal Central, como requisito para o título de mestre em Ensino de Física.

Orientador: Samuel Rodrigues Gomes Jr, DSc  
Coorientadora: M<sup>a</sup> da Glória F. N. Albino, MSc

Natal  
Junho de 2016.

**SOBRE ORGANIZADORES PRÉVIOS PARA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA  
DE ESTEREOSCOPIA E IMAGENS TRIDIMENSIONAIS.**

**SIDNEY ROCHA GOMES**

Dissertação de mestrado apresentada ao curso de mestrado profissional em ensino de física da SBF, ofertado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Campus Natal Central, como requisito para o título de mestre em ensino de física.

Aprovada em: 17 de Junho de 2016.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Samuel Rodrigues Gomes Junior, DSc.  
IFRN - Campus Natal Central  
Orientador

---

Prof. Carlos Chesman de Araújo Feitosa, DSc.  
UFRN – Departamento de Física Teórica e Experimental  
Examinador Externo

---

Prof. Edemerson Solano Batista de Moraes, DSc.  
IFRN – Campus Natal-Central  
Examinador Interno

G633s Gomes, Sidney Rocha.

Sobre organizadores prévios para aprendizagem significativa de estereoscopia e imagens tridimensionais / Sidney Rocha Gomes. – 2016.  
58 f. : il.

Orientador: Dr. Samuel Rodrigues Gomes Júnior.

Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado em Ensino de Física) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, 2016.

1. Imagens tridimensionais. 2. Estereoscopia. 3. Estereoscópio de Wheatstone. 4. Mídias no ensino de Física. 5. Teoria da aprendizagem significativa I. Gomes Júnior, Samuel Rodrigues. II. Título.

CDU 53

Ficha elaborada pela Seção de Informação e Referência da Biblioteca Sebastião Fernandes do IFRN.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a minha esposa Yasmin e minha filha Lis, que me motivam e por quem todo e qualquer esforço vale a pena.

Aos demais familiares, a quem busco servir de referência, permitindo-me fazer o melhor possível.

Aos meus professores deste curso de mestrado por todo zelo e dedicação com o curso, a turma e o ensino. Especialmente ao professor Samuel Rodrigues, ao professor Amadeu Albino e à professora Glória Albino por toda orientação e acompanhamento no desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus colegas de turma, cuja a cumplicidade e amizade ao longo desse período foram cruciais para o meu crescimento acadêmico, em especial a Ubaldo Fernandes por seu exemplo de competência e solidariedade.

Aos demais amigos que com certeza torcem por mim e comemoram esta vitória.

## RESUMO

A dissertação apresenta unidades de ensino para a utilização do blog “Física das Imagens Tridimensionais e Estereoscópio de Wheatstone” como organizador prévio, na perspectiva da aprendizagem significativa de Ausubel (2000) sobre estereoscopia e imagens tridimensionais. O blog foi desenvolvido de forma a permitir a formação dos conceitos âncoras, que possibilitam a aprendizagem significativa, por meio do aparato experimental “O Estereoscópio de Wheatstone”. O uso dessa mídia digital, como organizador prévio e motivador da aprendizagem do aluno assume como referencial essa teoria e trabalhos referentes a estereoscopia no ensino de Física. Foram aplicadas diferentes estratégias didáticas em três turmas do primeiro ano do ensino médio, totalizando 95 alunos participantes. As estratégias se diferenciavam pelo uso ou não do blog e o nível de mediação do professor no processo. Os resultados coletados através de questionários objetivos, aplicados como pré e pós-teste demonstraram uma melhoria de 39% nas turmas (2 e 3) em que o blog foi utilizado. A análise desse resultado permite concluir que as unidades didáticas que orientam o uso do blog tiveram um resultado satisfatório como organizadores prévios, principalmente quando intermediada pelo professor.

**Palavras-chave:** imagens tridimensionais, estereoscopia, estereoscópio de Wheatstone, mídias no ensino de física, teoria da aprendizagem significativa.

## ABSTRACT

The dissertation presents teaching units for using with the "Physics of three-dimensional images and Wheatstone stereoscope" blog as an advance organizer, in view of Ausubel's meaningful learning (2000) on stereoscopy and three-dimensional images. The blog was developed to give rise to anchor concepts that allow meaningful learning, by the use of the experimental apparatus, "The Wheatstone stereoscope". The use of this digital media as an advance organizer and as a learning stimulator for the student has this theory as main reference, as well as other works about stereoscopy in Physics Education. Different didactic approaches were applied in three groups of first year students in secondary education, amounting to 95 attending students. The strategies differ on using or not using the blog and also on how the teacher mediates the process. The results collected through questionnaires objectives, applied as pre and post-test showed a conceptual understanding improvement of 39% in classes 2 and 3, where the blog was used. The analysis of this result shows that the teaching units that guide the use of the blog had a satisfactory result as an advance organizer, particularly when mediated by the teacher.

**Keywords:** three-dimensional images, stereoscopy, Wheatstone stereoscope, digital media in Physics Education, theory of meaningful learning.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> (a) Campo visual monocular (b) campo visual binocular. ....	21
<b>Figura 2.</b> Diagrama representando as regiões de visão monocular, binocular e “Horóptero”. ....	22
<b>Figura 3.</b> óculos colorido para o sistema anaglifo. Disponível em < <a href="http://www.tecmundo.com.br/3d/8154-como-funcionam-os-diferentes-tipos-de-3d-.htm">http://www.tecmundo.com.br/3d/8154-como-funcionam-os-diferentes-tipos-de-3d-.htm</a> > acesso em 08/2015. ....	24
<b>Figura 4.</b> Polarização linear da luz. Na sequencia de cima os polarizadores são paralelos e na sequencia de baixo os polarizadores são perpendiculares entre si. Disponível em < <a href="http://efeitoazaron.com/2010/02/17/como-conseguir-filtros-polarizadores-sem-gastar-nada/">http://efeitoazaron.com/2010/02/17/como-conseguir-filtros-polarizadores-sem-gastar-nada/</a> > acessado em 10/2015. ....	25
<b>Figura 5.</b> Na esquerda dois polarizadores com eixos de oscilação paralelos entre si e na direita dois polarizadores com eixos perpendiculares entre si. Disponível em < <a href="http://efeitoazaron.com/2010/02/17/como-conseguir-filtros-polarizadores-sem-gastar-nada/">http://efeitoazaron.com/2010/02/17/como-conseguir-filtros-polarizadores-sem-gastar-nada/</a> > acessado em 10/2015. ....	26
<b>Figura 6.</b> Luz polarizada circularmente no sentido horário. ....	27
<b>Figura 7.</b> Luz polarizada circularmente no sentido anti-horário. ....	27
<b>Figura 8.</b> polarizadores "filtrando" a passagem da luz. Disponível em < <a href="http://www.tecmundo.com.br/3d/8154-como-funcionam-os-diferentes-tipos-de-3d-.htm">http://www.tecmundo.com.br/3d/8154-como-funcionam-os-diferentes-tipos-de-3d-.htm</a> > acesso em 08/2015. ....	28
<b>Figura 9.</b> um pulso de corrente elétrica na lente esquerda torna-a opaca e a luz chega apenas ao olho direito. Disponível em < <a href="http://www.tecmundo.com.br/3d/8154-como-funcionam-os-diferentes-tipos-de-3d-.htm">http://www.tecmundo.com.br/3d/8154-como-funcionam-os-diferentes-tipos-de-3d-.htm</a> > acesso em 08/2015. ....	29
<b>Figura 10.</b> um pulso de corrente elétrica na lente direita torna-a opaca e a luz chega apenas ao olho esquerdo. Disponível em < <a href="http://www.tecmundo.com.br/3d/8154-como-funcionam-os-diferentes-tipos-de-3d-.htm">http://www.tecmundo.com.br/3d/8154-como-funcionam-os-diferentes-tipos-de-3d-.htm</a> > acesso em 08/2015. ....	29
<b>Figura 11.</b> Barreira de paralaxe definindo que pontos da tela fornecerão luz para cada olho. (SISCOOTTO et al, 2004). ....	30
<b>Figura 12.</b> acima temos a visão frontal do estereoscópio com os imagens estereoscópicas e abaixo o esquema que mostra como a luz de cada imagem chega ao respectivo olho. Disponível em < <a href="http://www.realovirtual.com/es/articulos/6/ps4-hmd-oculus-rift-inventos-del-siglo-xix/4/pocohistoria-i">http://www.realovirtual.com/es/articulos/6/ps4-hmd-oculus-rift-inventos-del-siglo-xix/4/pocohistoria-i</a> >acesso 10/2015. ....	31

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Média percentual de acerto por turma nos pré e pós-teste. ....	40
<b>Gráfico 2.</b> Percentual de acerto por questão nos pré e pós-teste - TURMA 1.....	41
<b>Gráfico 3.</b> Percentual de acerto por questão nos pré e pós-teste - TURMA 2.....	41
<b>Gráfico 4.</b> Percentual de acerto de acerto nos pré e pós-teste - TURMA 3.....	42
<b>Gráfico 5.</b> Percentual de alternativas assinaladas para afirmativa 1 no pré e pós-teste das turmas. ....	43
<b>Gráfico 6.</b> Percentual de alternativas assinaladas para afirmativa 2 no pré e pós-teste das turmas. ....	44
<b>Gráfico 7.</b> Percentual de alternativas assinaladas para afirmativa 3 no pré e pós-teste das turmas. ....	45
<b>Gráfico 8.</b> Percentual de alternativas assinaladas para afirmativa 4 no pré e pós-teste das turmas. ....	45
<b>Gráfico 9.</b> Percentual de alternativas assinaladas para afirmativa 5 no pré e pós-teste das turmas. ....	46
<b>Gráfico 10.</b> Percentual de alternativas assinaladas para afirmativa 6 no pré e pós-teste das turmas. ....	46
<b>Gráfico 11.</b> Percentual de alternativas assinaladas para afirmativa 7 no pré e pós-teste das turmas. ....	47
<b>Gráfico 12.</b> Percentual de alternativas assinaladas para afirmativa 8 no pré e pós-teste das turmas. ....	48
<b>Gráfico 13.</b> Percentual de alternativas assinaladas para afirmativa 9 no pré e pós-teste das turmas. ....	49
<b>Gráfico 14.</b> Percentual de alternativas assinaladas para afirmativa 10 no pré e pós-teste das turmas. ....	49



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	10
1.1 Motivação .....	12
1.2 Justificativa .....	12
1.3 Objetivos .....	13
1.4 Estrutura desta dissertação .....	14
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	15
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	18
3.1 Teoria da aprendizagem significativa .....	18
3.2 Óptica da visão binocular .....	20
<b>4 UNIDADE DE ENSINO SOBRE VISÃO BINOCULAR, ESTEREOSCOPIA E FORMAÇÃO DE IMAGENS TRIDIMENSIONAIS</b> .....	32
<b>5 METODOLOGIA E RESULTADOS</b> .....	35
5.1 Caracterização do público alvo .....	35
5.2 Aplicação da UEPS .....	35
5.4 Avaliação do questionário .....	37
5.5 Análise do pré e pós-teste .....	40
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	50
6.1. Perspectivas para o futuro .....	52
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	53
<b>APÊNDICES</b> .....	55
Apêndice A – Unidade didática aplicada na Turma 1. ....	55
Apêndice B – Unidade didática aplicada na Turma 2. ....	56
Apêndice C – Unidade didática aplicada na Turma 3. ....	57
Apêndice D – Questionário aplicado para coletas de dados. ....	58

# 1 INTRODUÇÃO

A física é historicamente reconhecida como uma ciência experimental. Tal contexto, por vezes, permite que a interação entre o conteúdo estudado em sala de aula e a experimentação forneça ao estudante um aprendizado mais palpável e de certa forma mais atraente. Porém, nem sempre a execução da experiência é fácil de ser realizada e algumas vezes o conteúdo estudado se apresenta no cotidiano do aluno convertido em avanços tecnológicos, onde os processos físicos se manifestam em detalhes técnicos e em equipamentos eletrônicos, de forma que o aluno não tenha como acessar, compreender ou questionar-se sobre quais conceitos estão envolvidos no aparato. Assim acontece com a tecnologia envolvida na formação de imagens tridimensionais.

A recente ação midiática sobre os modernos aparelhos de televisão e salas de cinemas que apresentam ao público os fantásticos efeitos tridimensionais, desperta nos telespectadores a curiosidade de como ocorrem e quais os próximos passos de avanço destas apresentações.

O fato do ensino de física não se valer de exemplos destas inovações tecnológicas pode estar ligado diretamente ao tão comum desinteresse no estudo ou na escola, por parte de alguns alunos. Isto dificulta ainda mais a afeição pela disciplina de física e interfere diretamente nos processos de cognição que relacionam a ciência e a tecnologia.

Ainda hoje os professores lecionam os conceitos de física que foram desenvolvidos em séculos passados e tais conceitos, muitas vezes, não apresentam ao aluno significado algum.

Os novos documentos da educação brasileira sinalizam a importância de se abordar aspectos do cotidiano para que os estudantes possam perceber a importância dos conhecimentos físicos em nosso dia a dia. Segundo o documento Base Nacional comum (Brasil, 2015), ainda em fase de análise, os conceitos e modelos da Física nos ajudam a descrever e a interpretar o mundo à nossa volta.

A Física representa uma maneira de dialogar com o mundo, uma forma de “olhar o real”. O conhecimento conceitual construído representa uma grande conquista da humanidade, cujo direito à aprendizagem deve estar

garantido ao longo do processo de escolarização de crianças, jovens e adultos. (BRASIL, 2016 p. 224)

Segundo esse mesmo documento, para que o direito a aprendizagem seja garantido é preciso que sejam desenvolvidas múltiplas linguagens como recurso, o uso criativo e crítico dos recursos de informação e comunicação, a percepção e o encantamento com as ciências como permanente convite á dúvida, dentre outros.

Nesse contexto, segundo Kelly (2013) a utilização das novas tecnologias como a internet, simuladores e tecnologia 3D tornam-se grandes aliados na busca de um fator que motive o aprendizado do aluno em Física e para que ele consiga conectar o que está sendo ensinado com o seu cotidiano.

Esse estudo se apresenta como proposta para abordagem dos conceitos físicos envolvidos no desenvolvimento desta tecnologia e ancora-se sob a teoria da aprendizagem significativa, de Ausubel, na perspectiva que o estudo do capítulo de óptica da visão, no ensino médio, normalmente apresentada no curso de óptica geométrica, seja mais amplo e interessante do que é usualmente planejado, não limitando-se a apresentação da estrutura do olho humano, os defeitos visuais e suas correções.

## 1.1 Motivação

A motivação para este estudo partiu de comentários dos alunos sobre os efeitos tridimensionais que um filme, chamado avatar, apresentava ao público. Em tais comentários um aluno maravilhado com a lembrança da situação, Expressa: *“poxa, seria muito bom se a gente conseguisse ver sempre em três D como no cinema!”*

Esse comentário suscitou algumas observações pertinentes. Primeiro, foi perceptível que a situação havia despertado no aluno o interesse e que agora, com certeza, ele estaria predisposto a apreender algo sobre os conceitos científicos envolvidos nesta produção. Predisposição esta considerada por David Ausubel um dos pré-requisitos essenciais para a formação de uma aprendizagem significativa, como veremos mais adiante neste trabalho. Segundo, ficou claro que, mesmo já tendo estudado os conteúdos de ondulatória e óptica geométrica, o aluno não possuía qualquer conhecimento sobre como tais imagens são formadas. Esse último ponto foi o fator que impulsionou o trabalho realizado, cujo objetivo se relaciona a formação de conceitos âncoras para a aprendizagem significativa no tema estereoscopia.

## 1.2 Justificativa

Os fundamentos do ensino de Física, apregoados desde os PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio), garantem a inserção das novas tecnologias de informação e avanços tecnológicos, de forma a trazer a realidade digital para a escola.

A Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelo por ela construídos. (BRASIL 2006, p.56)

Essa proposição, nos indica a utilização de ferramentas midiáticas no ensino como forma de inclusão e conscientização dos estudantes em relação a

utilização da internet como lugar em que se pode aprender, e não somente como forma de se comunicar.

Nesse sentido, o estudo das imagens tridimensionais permite maior aproximação do conteúdo lecionado em física com o cotidiano do aluno, por se tratar de uma aplicação tecnológica e por entender que outros avanços tecnológicos, tais como hologramas e aparelhos de realidade virtual, sejam derivadas desta e sigam os mesmos princípios físicos, reconciliando integradamente aos processos atualmente utilizados.

Assim, afim de chamar atenção à importância dos conceitos de estereoscopia para a compreensão da realidade atual e de algumas tecnologias presentes no cotidiano e de aprofundar no estudo e interesse sobre o tema, produzimos uma unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS), com diversos subprodutos como vídeos e aparato experimental, dando aos professores e alunos condições de apropriar-se deste estudo e fomentar uma aprendizagem com mais significado nas escolas e salas de aula.

### **1.3 Objetivos**

A partir da problemática apresentada na revisão da literatura, relativa aos trabalhos na área da estereoscopia, o objetivo geral deste trabalho é avaliar a eficiência da utilização do blog “Física das Imagens Tridimensionais e Estereoscópio de Wheatstone” como organizador prévio para a aprendizagem significativa de estereoscopia e imagens tridimensionais.

Para que tal objetivo seja alcançado propõe-se os seguintes objetivos específicos:

- ✓ Produzir um Blog que aborde os conceitos de estereoscopia e imagens tridimensionais.
- ✓ Produzir três unidades didáticas diferentes sobre estereoscopia e imagens tridimensionais.
- ✓ Verificar se os alunos possuem os subsunçores sobre estereoscopia e imagens tridimensionais.

- ✓ Verificar quantitativamente a influência do blog como organizador prévio para a aprendizagem de imagens tridimensionais.
- ✓ Orientar a construção e o uso do estereoscópio de Wheatstone como aparato experimental.

#### **1.4 Estrutura desta dissertação**

Esta dissertação está formada em seis capítulos.

No primeiro capítulo, é feita uma introdução sobre o que motivou o estudo do tema sobre imagens tridimensionais bem como quais nossos objetivos para este trabalho.

No segundo capítulo, é apresentada uma revisão da literatura que relacione o ensino de física com o avanço desta tecnologia tão presente no cotidiano do aluno.

O terceiro capítulo, além de embasar o referencial teórico que discorre sobre a aprendizagem significativa, é fundamentado também nos principais conceitos envolvendo a visão binocular, estereopsia e estereoscopia. Ainda neste capítulo, são revisados os conceitos de polarização e as principais tecnologias associadas as exibições de imagens tridimensionais.

No quarto capítulo é apresentada a estrutura da unidade de ensino, mostrando como foi estruturada e quais componentes experimentais e tecnologias da informação e comunicação (TIC's) foram utilizados para que o os alunos tivessem acesso a este trabalho.

O quinto capítulo discorre sobre a metodologia utilizada na aplicação desta unidade, a caracterização do publico alvo e análise dos resultados.

No sexto capítulo está a conclusão que, baseada nos resultados, mostra que o blog serviu como organizador prévio para a formação dos subsunçores necessários para a que seja possível produzir uma aprendizagem significativa sobre estereoscopia e imagens tridimensionais.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Esta revisão de literatura versa sobre os variados trabalhos já produzidos sobre estereoscopia e imagens tridimensionais e que conclusões puderam ser realizadas sobre as contribuições desses trabalhos no ensino de ciências.

Em seu trabalho Costa & Almeida (2005), fazem crítica quanto ao ensino de Física, tanto na educação básica como nos cursos de graduação na área de ciências exatas e da natureza, mais especificamente no tema de óptica geométrica, atentando-se para o fato de que, mesmo os objetos sendo normalmente tridimensionais, o estudo das imagens formadas por espelhos e lentes é reduzido a representar os objetos, com raríssimas exceções, como setas transversais ao eixo óptico e se resume em classificar as características das imagens quanto à natureza, posição e tamanho. Segundo os autores, esta representação permite-nos analisar a imagem quanto à ampliação e inversão transversal, mas negligencia o estudo sobre o aumento longitudinal e sua tridimensionalidade.

Segundo Costa & Almeida (2005) a partir de conceitos básicos e das equações dos pontos conjugados de Gauss e da ampliação transversal, pode-se estudar tridimensionalmente os objetos. A falta de abordagem desta perspectiva pode resultar em deficiências na formação desse futuro professor. Para os autores,

(...) particularmente nos cursos de licenciatura em Física, a omissão desta forma de análise resulta em um “despreparo” do futuro professor do Ensino Médio no enfrentamento dos desafios da sala de aula, onde se espera que os conteúdos científicos lá ensinados, além de terem significado e aplicabilidade para os alunos, sirvam para que eles venham a compreender fatos e observações do dia-a-dia. (COSTA & ALMEIDA, 2005 p.235)

Um trabalho bem completo sobre estereoscopia foi apresentado por Maschio (2008), que começa por introduzir de forma simplificada a estereoscopia e alguns processos artificiais que tentam passar a percepção da profundidade, são eles: Perspectiva, Iluminação, Oclusão, sombra, gradiente de textura e paralaxe.

Posteriormente, o mesmo autor apresenta a diferença entre estereoscopia e tecnologias afins: holografia e impressos “lenticulados”. Continua por apresentar o contexto histórico e da estereoscopia no Brasil e no mundo e como essa tecnologia chegou ao cinema de forma tão impactante.

Aprofundando no estudo da produção de imagens estéreas, Maschio (2008) mostra artifícios para produções de tais imagens, como softwares e suportes adaptadores, e quais são os processos utilizados para visualização de imagens tridimensionais a partir de tais imagens. Os processos apresentados são: Anaglifo, Polarizado, Obturadores Sincronizados (também conhecido como sistema Ativo), Head Mounted Display (HMD), Par Estéreo, Efeito Pulfrich, Panoramas estereoscópicos, imagens estereoscópicas, Disparidades Cromáticas e Monitores auto-estereoscópicos, aproveitando para salientar as vantagens e desvantagens dos principais processos.

Em seu trabalho, Lunazzi (2011), apresentou na Revista Brasileira de Ensino de Física como construir imagens tridimensionais a partir de uma única câmera digital. Através do relato de suas experiências neste trabalho é possível que o aluno identifique e se proponha a desenvolver novos métodos. Tal trabalho se relaciona com esta dissertação por incentivar os alunos à construir imagens estereoscópicas para utilização do estereoscópio de Wheatstone.

O uso de artifícios para percepção de imagens tridimensionais não está restrito ao ensino de Física. Em sua tese de doutorado Baptista (2013), faz uso de animações tridimensionais para superar a dificuldade que os alunos têm relacionada à abstração e de visualização tridimensional no aprendizado de Química. Segundo ele, a informatização das universidades, que trouxe para sala de aula os computadores, permitiu a utilização de recursos hipermédia, entre eles as animações em 3D. Se antes os alunos tinham dificuldade de imaginar o que o professor estava dizendo, ao mesmo tempo em que o professor não sabia o que os alunos estavam imaginando, com as animações em 3D esse problema deixa de existir.

Segundo Lunazzi *et al* (2015), a facilidade de encontramos câmeras digitais, principalmente em telefones portáteis, faz com que os alunos de hoje em dia fiquem alheios à evolução desta tecnologia a partir de revelações em filmes fotossensíveis.

Os jovens de hoje não chegam a suspeitar como era o processo no século passado e retrasado: cuidados para não receber luz indesejada no filme fotossensível, revelação no escuro com líquidos que deviam estar bem conservados, controle de temperatura, lavagem, secagem, etc., para ter o resultado em um papel, o qual somente podia chegar a outro lugar se



transportado. Duplicação, conservação, mudanças de formato, efeitos diversos, só se conseguiam com demorado trabalho de laboratório... (Lunnazi *et al*, 2015, p.1)

Porém, os princípios ópticos e conceitos envolvidos nas construções dessas imagens não mudaram. O que mudou foi a facilidade de obtenção e transferência dessas imagens com equipamentos cada vez mais modernos.

Mas, ainda segundo Lunazzi *et al* (2015), há um avanço que ainda não chega a ser definitivo: o da imagem tridimensional, a chamada historicamente de 3D, e que hoje vai sendo melhor identificada como S3D (Stereo 3D).

Embora nosso mundo sensorial seja tridimensional, as fotografias são figuras planas que não nos mostra essa tridimensionalidade. As tentativas de captar essas três dimensões são mais antigas que a fotografia, pois os pintores e desenhistas já tentam há séculos através dos conceitos de perspectivas expressá-la. Contudo, a tecnologia 3D, já consolidada nos cinemas, em situações de uso doméstico é rara e limitada.

Lunazzi *et al* (2015), finalizam seu artigo informando sobre a possibilidade da realização de videoconferências em 3D, a partir de adaptações com duas webcams e visualizando-a a partir de um estereoscópio de Wheatstone. Tal estereoscópio é o mesmo que explanaremos como construir e utilizar ao longo dessa dissertação.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

Tomando como referência a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, amplamente estudada e representada no Brasil, por Marco Antônio Moreira, este trabalho se propõe a produzir, apresentar e avaliar um material potencialmente significativo para o estudo de imagens tridimensionais, com diferentes níveis de orientação por parte do professor.

#### 3.1 Teoria da aprendizagem significativa

Moreira (2011) define a visão geral sobre a aprendizagem significativa a partir da teoria de David Ausubel:

Aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não literal, não ao pé da letra, e não-arbitrária quer significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. (MOREIRA, 2011, p.13)

Para Ausubel (2000), a significância de uma aprendizagem se dá através de uma relação entre conceitos de forma “plausível, sensível e não-aleatória”. Tal relação é estabelecida por um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, chamado de ideia-âncora ou subsunçor.

Segundo Moreira (2011), o subsunçor pode ter maior ou menor estabilidade cognitiva, sendo mais ou menos elaborado em termos de significado. Porém, como o processo é interativo, quando serve de ideia-âncora para um novo conhecimento, ele próprio se modifica adquirindo novos significados corroborando significados já existentes. Ocorre então a chamada *diferenciação progressiva*. Após essa a dinâmica de modificação do respectivo subsunçor, tornando-o mais refinado, mais diferenciado e capaz de ser utilizado para novas aprendizagens significativas, elementos da estrutura cognitiva se relacionam e se reorganizam permitindo que novos conceitos sejam aplicados ao mesmo subsunçor e a aprendizagem se torna mais ampla, adquirindo novos significados. Ausubel (2000) chama este segundo processo de *reconciliação integrativa*, ou *integradora*.

Na visão de Ausubel (2000), o conhecimento prévio é a variável isolada mais importante para aprendizagem significativa de novos conhecimentos.

Por vezes, estes conhecimentos prévios atuam como facilitadores e permite dar novos significados, ficando mais rico e mais elaborado. Contudo, nem sempre é assim. Por exemplo, na seção onde faz-se relação entre a teoria de aprendizagem significativa e o estudo das imagens tridimensionais, chamamos a atenção para o fato de as salas de cinemas serem, em geral, o primeiro lugar onde os alunos se questionam sobre como são formadas tais imagens e sabendo que tais seções são exibidas utilizando óculos especiais, muitos alunos acabam associando que a percepção das imagens se dá devido aos óculos e não ao fato de termos dois olhos frontais e normalmente, estes aprendizes, permanecem alheios ao conhecimento sobre estereoscopia e outros conceitos envolvidos.

Um ponto importante a ser esclarecido é que aprendizagem significativa não é, necessariamente, sinônimo daquela que normalmente chamamos “correta”. De acordo com Moreira (2011), as conhecidas *concepções alternativas*, tão estudadas na área de ensino de ciências, geralmente são aprendizagens significativas e, por isso, tão difíceis de serem modificadas ou substituídas pelo conhecimento cientificamente correto.

Mas, e quando o professor não souber se o aprendiz possui ou não os subsunçores necessários para reter a nova ideia? Nesses casos podem ser usados *os organizadores prévios*.

Moreira (2012), os define como materiais usados antes dos materiais de aprendizagem e caracterizam-se por serem mais abstratos, gerais e inclusivos. Podem ser um enunciado, um parágrafo, uma pergunta, uma demonstração, um filme, uma simulação e até mesmo uma aula que funcione como pseudo-organizador para toda uma unidade de estudo ou, ainda, um capítulo que se proponha a facilitar a aprendizagem de vários outros em um livro.

Ainda segundo Moreira (2011), para Ausubel, a principal função do organizador prévio é a de servir de ponte entre o que aprendiz já sabe e o que ele deveria saber a fim de que o novo material pudesse ser aprendido de forma significativa. Ou seja, organizadores prévios são uteis para facilitar a aprendizagem na medida em que funcionam como “pontes cognitivas”.

O material produzido para promover a aprendizagem significativa é chamado de potencialmente significativo. Moreira (2011) esclarece que o significado de qualquer conceito depende do sujeito que aprende, ou seja, o significado está nas pessoas e não nos materiais. Portanto não existe aula significativa ou livro significativo, existem materiais que podem ser potencialmente significativos, caso em que o sujeito tem o conhecimento prévio adequado para dar significado ao conhecimento ensinado por estes materiais.

Por fim, Moreira (2011) resume em duas as condições necessárias para que a aprendizagem seja significativa:

1. *O material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo.*
2. *O aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender.*

Esta predisposição torna o aprendiz um agente ativo no processo de aprendizagem, diferenciando progressivamente e reconciliando integradamente os diferentes conceitos, favorecendo os desenvolvimentos dos subsunçores e permitindo que ocorra de fato uma aprendizagem significativa.

A utilização do blog produzido tem a finalidade de motivar o aluno, com uso da internet e de mídias digitais, tirando-o de uma situação tão comum de aprendizado, a exemplo de uma aula expositiva, e fazendo-o um agente ativo no processo de aprendizagem. Ao longo das postagens do blog, o aluno terá oportunidade de apreender e/ou evoluir seus subsunçores sobre o estudo das imagens tridimensionais.

### **3.2 Óptica da visão binocular**

Atualmente encontramos com certa facilidade, nos livros de física e biologia para o ensino médio, imagens e descrições sobre a estrutura do olho humano e as funções simplificadas de cada parte deste complexo órgão.

A discussão em sala de aula sobre o comportamento do sistema córnea e cristalino, funcionando como lente convergente e a consequente formação da imagem sobre a retina, onde se encontram as células fotossensíveis e que servem como primeiros receptores de luz, é bastante comum e necessária para o

entendimento de como as lentes ópticas podem ser utilizadas nas correções dos diversos defeitos visuais.

Contudo, pouco se fala sobre o fato de termos dois olhos. Não seria este um conhecimento necessário para um estudo mais amplo como o da percepção da tridimensionalidade? E, não seria o entendimento físico de como nos aproveitamos desta capacidade, tão importante quanto o da correção dos defeitos visuais?

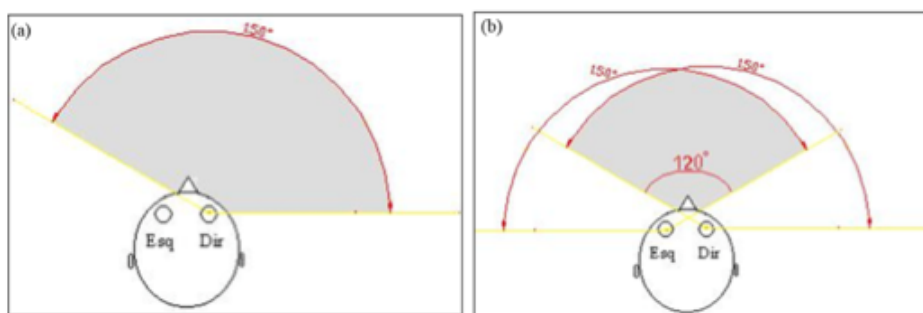
Assim acredita-se, e constata-se na revisão da literatura, que tal estudo torna o aprendizado mais significativo para o aluno e que um professor que contemple tais situações em suas aulas está a promover uma oportunidade importante para que seus alunos associem seus estudos com o cotidiano.

### 3.2.1 Visão binocular

O conceito de Binocularidade, segundo Bicas (2004), é, em seu sentido mais amplo, o termo de apreender estímulos visuais com dois olhos. Tal capacidade está diretamente ligada à evolução biológica e adaptação de diversos seres ao longo da história.

Em alguns animais, normalmente presas, como coelhos e equinos, os olhos são dispostos lateralmente, de forma a permitir um campo visual de aproximadamente  $360^\circ$ . Este amplo campo visual facilita a percepção de predadores no local, de forma a não ser facilmente surpreendido.

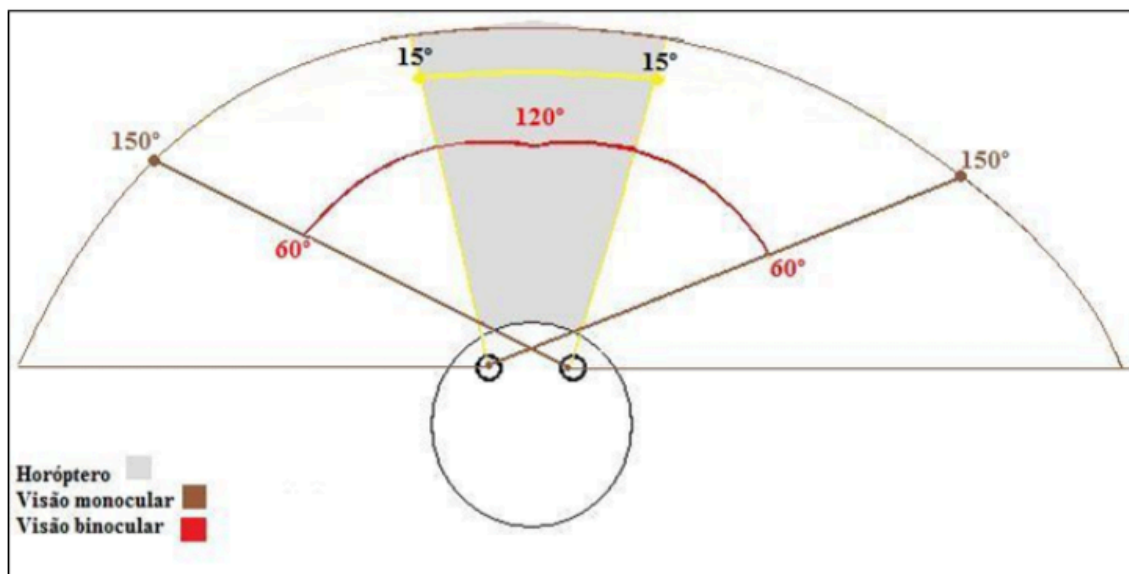
Em outros animais, normalmente predadores, como caninos, felinos e, principalmente, o homem, os olhos são dispostos paralelamente na frente da face. Tal circunstância reduz o campo visual, algo em torno de  $150^\circ$  com apenas um dos olhos aberto (Fig. 1a) e de  $180^\circ$  quando estamos com os dois olhos abertos (Fig. 1b) (Delfin e Jesus, 2011).



**Figura 1.** (a) Campo visual monocular (b) campo visual binocular.

A perda de campo visual é compensada por uma habilidade ainda mais importante para sua sobrevivência: a percepção da profundidade. Ao aferir com mais precisão a posição de certa presa um leão consegue maior chance de êxito em capturar sua presa e garantir sua sobrevivência.

A percepção da profundidade resulta da superposição parcial dos campos visuais de cada olho, mais especificamente na região chamada de Horóptero (Fig. 2)(Delfin e Jesus, 2011), onde essa percepção de profundidade é mais precisa.



**Figura 2.** Diagrama representando as regiões de visão monocular, binocular e “Horóptero”.

Assim, quando um objeto fornece luz, seja por emissão ou reflexão, cada olho determina a distância de si ao objeto e a combinação dessas duas informações permite que o cérebro determine com mais precisão esta posição.

### 3.2.2 Estereopsia e Estereoscopia

Segundo YANOFF e DUKER (2011), Estereopsia é o processo, oriundo da visão binocular, no qual o cérebro funde duas imagens de perspectivas levemente diferentes, obtidas com os dois olhos, tornando-a uma única imagem e percebendo-a como tridimensional.

Quando as imagens recebidas por cada olho são muito diferentes, como nos casos de estrabismo ou de perda visual severa de um dos olhos por traumas ou de

graus muito diferentes para cada olho, pode não ocorrer a estereopsia, o que impede que o indivíduo consiga enxergar o espaço tridimensional ao seu redor.

Ainda de acordo com YANOFF e DUKER (2011), estereoscopia é a técnica de fazer com que cada olho receba as imagens de perspectivas levemente diferentes, permitindo que o cérebro realize a estereopsia mais facilmente.

Existem várias técnicas estereoscópicas, como os óculos com filtros coloridos ou lentes polarizadoras e estereoscópicos. Apresentamos na nossa UEPS os principais casos.

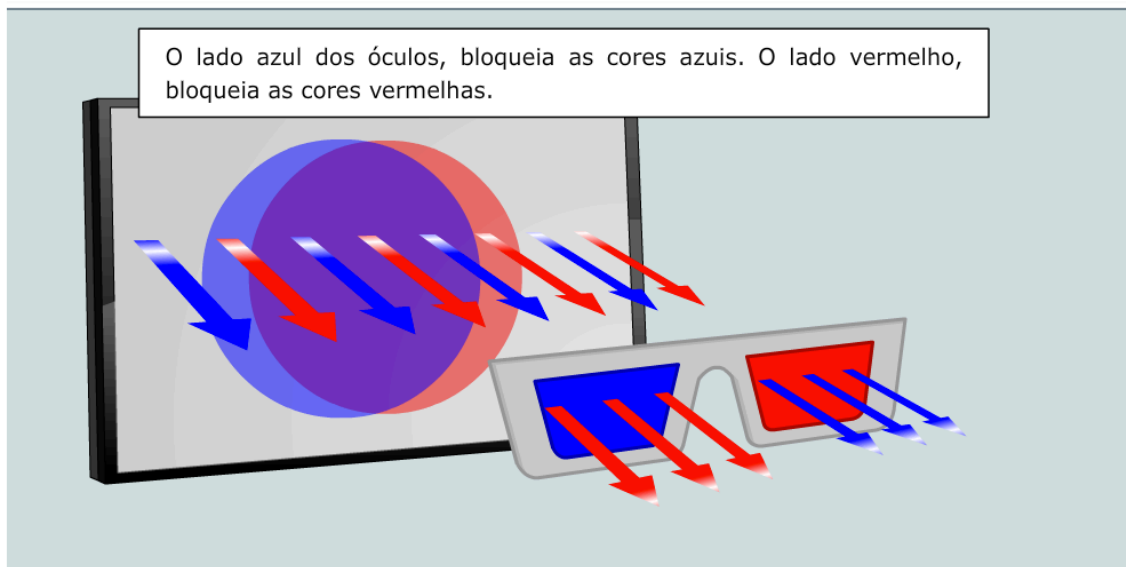
### **3.2.3 Formação de imagens tridimensionais**

Dentre tantas formas possíveis de estereoscopia, existem quatro principais formas de aplicação tecnológica utilizadas em salas de cinemas e televisores mais modernos. São elas: anaglifo, polarizado passivo, ativo e paralaxe. Além de tais tecnologias, mostraremos também um aparato chamado estereoscópio, mas especificamente o conhecido por estereoscópio de Wheatstone, que fará parte da unidade didática proposta neste trabalho.

Uma outra possibilidade de visualização de imagens tridimensionais seria a partir de Holografias. Porém, como o intuito deste estudo é de aprofundar nas principais tecnologias já presentes no cotidiano do aluno, optou-se por limitar-se às técnicas apresentadas a seguir.

#### **1) Anaglifo:**

Uma das tecnologias mais antiga e conhecida. Baseia-se no fato de projetar em um anteparo duas imagens com cores diferentes, uma em tom de azul e a outra em tom de vermelho, e com o uso de óculos com lentes coloridas, normalmente vermelha e azul, onde cada lente atua como filtro para uma das duas imagens projetadas em uma tela, e assim, cada olho receba uma imagem diferente (Fig. 3).



**Figura 3.** óculos colorido para o sistema anaglifo. Disponível em <<http://www.tecmundo.com.br/3d/8154-como-funcionam-os-diferentes-tipos-de-3d-.htm>> acesso em 08/2015.

No estudo de óptica geométrica é mostrado ao aluno que um filtro colorido permitiria a passagem da sua respectiva cor. Por exemplo, a lente vermelha permitira a passagem da luz vermelha e a lente azul permitiria a passagem da luz azul.

A figura 3 pode levar a uma interpretação errônea de que ocorreu exatamente o contrário, a lente azul ter deixado passar a luz vermelha e vice-versa, deixando a situação um pouco confusa. Esta confusão pode ser facilmente desfeita com a seguinte explicação.

Ambas as imagens, vermelha e azul, são projetadas sobre uma tela branca. Desta forma a tela serve para as lentes como uma fonte com três feixes de luz, branco, vermelho e azul. A lente vermelha, em frente ao olho direito, permite a passagem da luz vinda da imagem vermelha e de parte da luz vinda da parte branca da tela, não permitindo que nenhuma luz vinda da imagem azul chegue ao olho direito, fazendo com que o cérebro, nesse contraste, perceba a imagem azul que está projetada na tela, pois enxerga toda a tela vermelha exceto a parte em que está a imagem azul. O oposto ocorre na lente azul, em frente ao olho esquerdo, onde a luz azul vinda da imagem azul e da parte branca da tela passam para o olho esquerdo e a luz vermelha, vinda da imagem vermelha, é bloqueada, e o cérebro enxerga na tela a imagem vermelha.

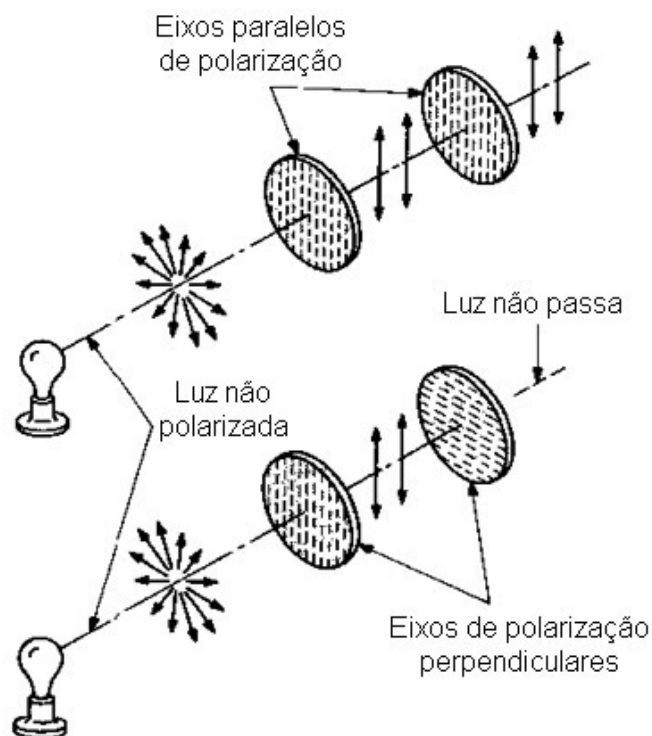


A principal desvantagem desta tecnologia é que, devido o uso dos filtros de cor, as cores da imagem final ficam prejudicadas e acabam por ter qualidade muito inferior comparada aos outros métodos, além do fato de que em exposições muito longas os telespectadores reclamam de desconforto nos olhos.

## 2) Polarizador passivo:

Bem semelhante ao caso do anaglifo, porém, com a vantagem de que as lentes não são coloridas e, portanto, não alteram a qualidade das cores da imagem final.

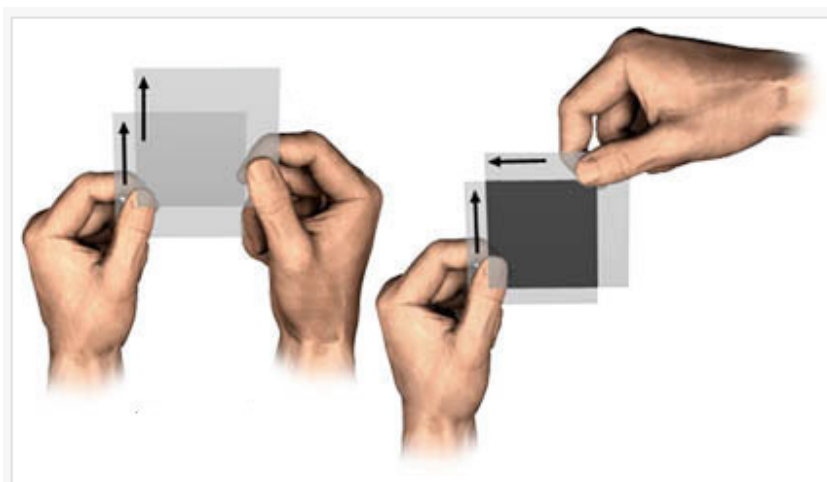
A luz visível representa um exemplo de onda eletromagnética e que se propaga através de campos elétricos e magnéticos oscilantes e, ainda, que tal oscilação pode ocorrer em vários planos diferentes, perpendiculares à direção de propagação. Ao passar por uma lente polarizadora alguns desses planos de oscilação são eliminados e a luz, agora polarizada, possui apenas um único plano de oscilação, diminuindo sua intensidade. Este fenômeno é chamado de polarização linear e é encontrada em alguns óculos fornecidos por fabricantes de televisores e também em óculos de sol.



**Figura 4.** Polarização linear da luz. Na sequência de cima os polarizadores são paralelos e na sequência de baixo os polarizadores são perpendiculares entre si. Disponível em

<<http://efeitoazaron.com/2010/02/17/como-conseguir-filtros-polarizadores-sem-gastar-nada/>> acessado em 10/2015.

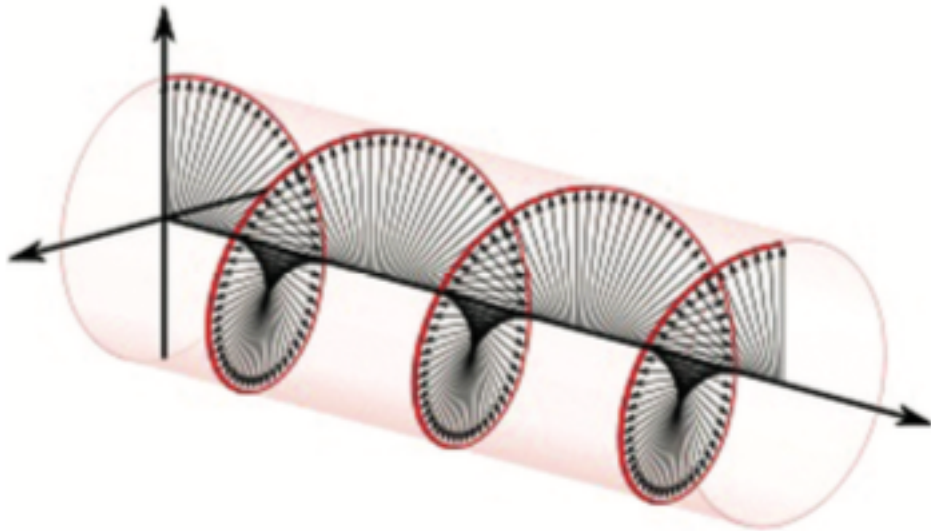
Caso a luz seja direcionada a passar por outro polarizador com a mesma orientação que o primeiro nada acontece e a luz continua se propagando normalmente. Entretanto, se o segundo polarizador for colocado de forma a ter seu plano de polarização perpendicular ao do primeiro polarizador, a luz é eliminada completamente e não passará por essa lente (Fig. 4 e Fig. 5).



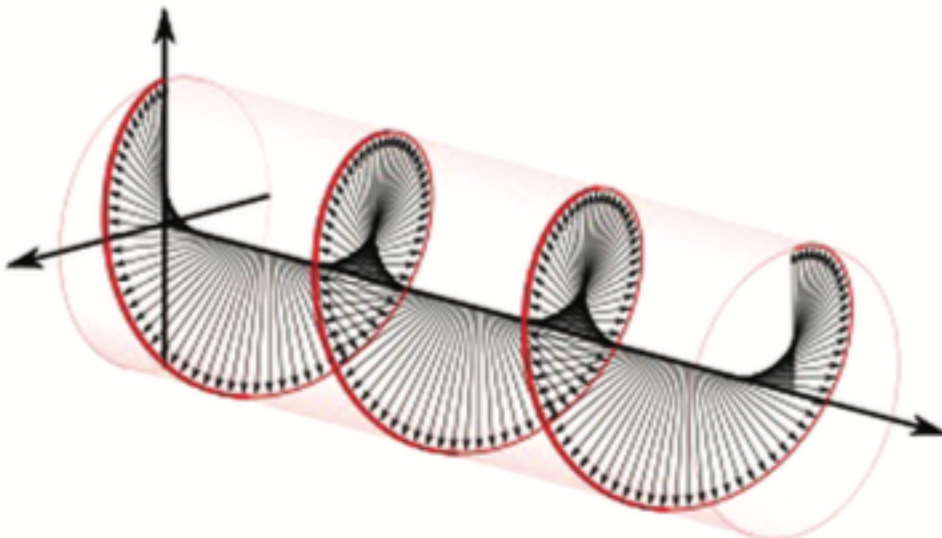
**Figura 5.** Na esquerda dois polarizadores com eixos de oscilação paralelos entre si e na direita dois polarizadores com eixos perpendiculares entre si. Disponível em <<http://efeitoazaron.com/2010/02/17/como-conseguir-filtros-polarizadores-sem-gastar-nada/>> acessado em 10/2015.

Pode acontecer que ao pegar dois polarizadores, a exemplo dos óculos mais comuns nas salas de cinema, a luz não seja transmitida/anulada completamente, independente das posições dos polarizadores. Isso acontece porque nestes casos a polarização não é linear e sim circular.

Na polarização circular, ao invés de falarmos em eixos de polarização, teremos os sentidos de polarização. Assim, uma onda pode ser polarizada circularmente no sentido horário (Fig. 6) ou anti-horário (Fig. 7) (RIBEIRO & VERDEAUX, 2012). A vantagem da polarização circular é que mesmo que o espectador incline a cabeça para qualquer dos lados as lentes continuam a filtrar suas respectivas imagens, o que não aconteceria caso os polarizadores fossem lineares.

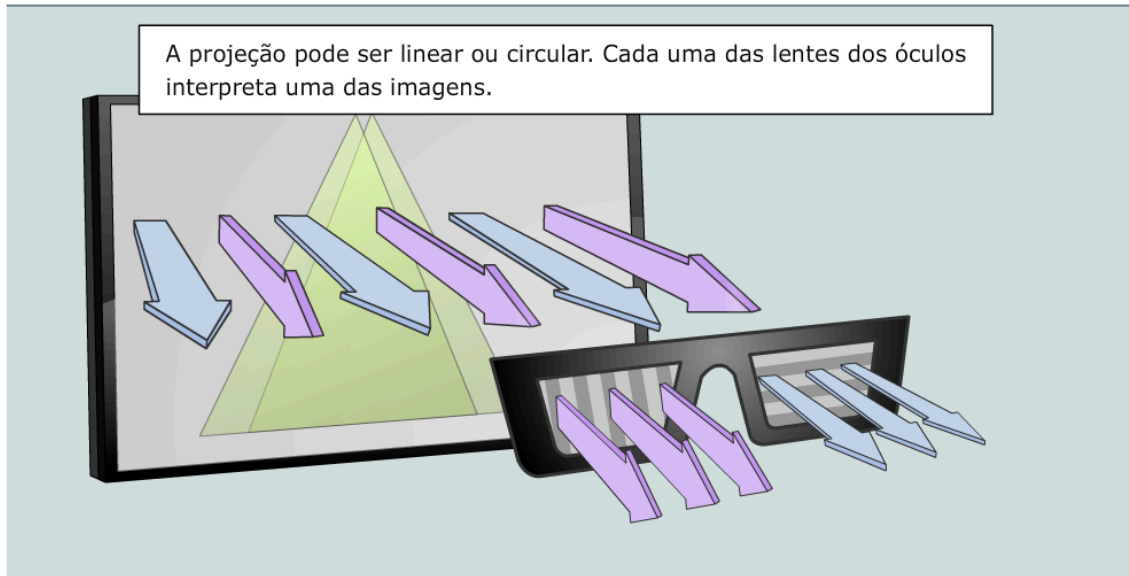


**Figura 6.** Luz polarizada circularmente no sentido horário.



**Figura 7.** Luz polarizada circularmente no sentido anti-horário.

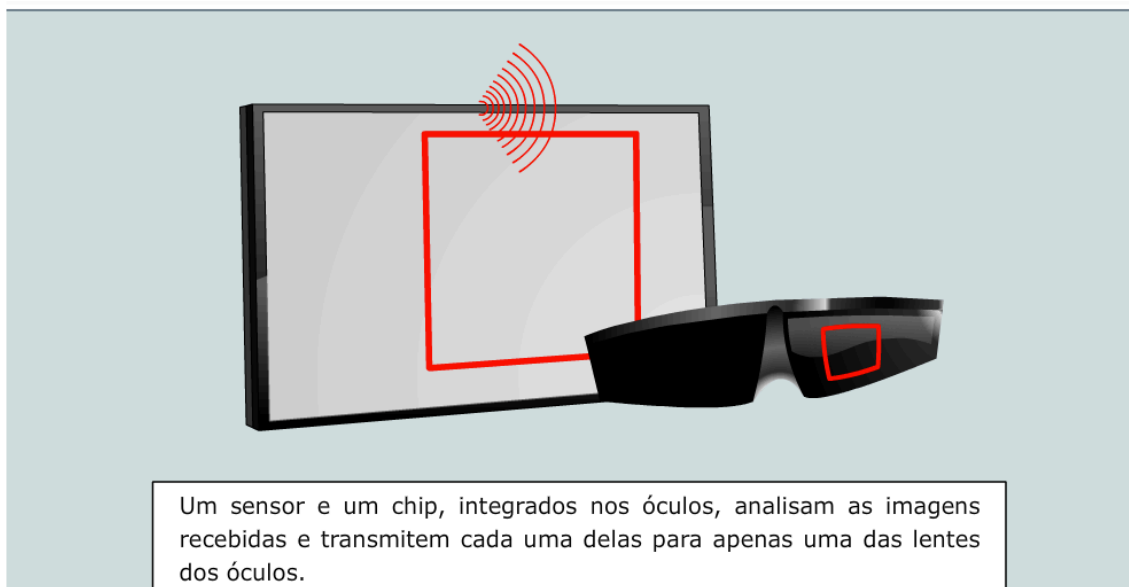
Assim, duas imagens com diferentes eixos de polarização, ou sentidos no caso da polarização circular, são projetadas em uma tela especial, pois uma tela qualquer poderia despolarizar a luz, e cada uma das lentes permite que chegue a cada olho uma imagem de perspectiva diferente.



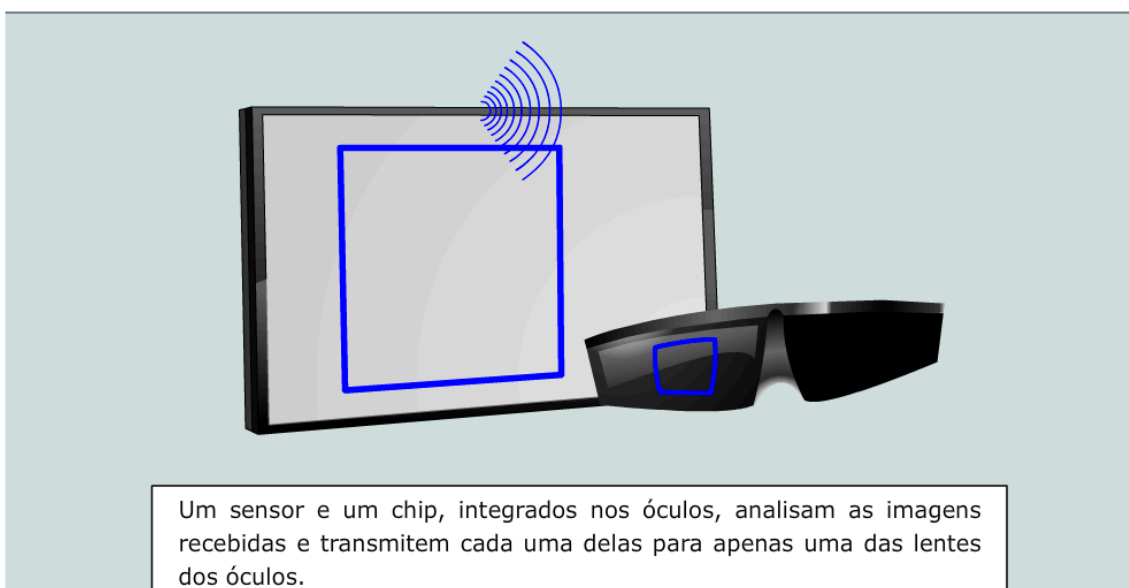
**Figura 8.** polarizadores "filtrando" a passagem da luz. Disponível em <<http://www.tecmundo.com.br/3d/8154-como-funcionam-os-diferentes-tipos-de-3d-.htm>> acesso em 08/2015.

### **3) Obliteradores sincronizados ou sistema ativo:**

Neste caso os óculos usados possuem lentes de cristal líquido que, ao receberem um pulso elétrico do circuito eletrônico do aparelho televisor, ficam opacas. Assim, duas imagens de perspectivas levemente diferentes são emitidas, pelo aparelho de TV ou monitor, de forma alternada e o controle de qual imagem chegará a cada olho é feita pela sincronia entre a alternância da imagem emitida e a alternância dos pulsos elétricos nas lentes que permitirá, ou não, a passagem desta imagem, ver figuras 9 e 10 a seguir. Este sincronismo é tão rápido e preciso, com frequência superior a 60 quadros por segundo, que nem percebemos que existe. Contudo, nosso cérebro sente os efeitos desta oscilação e acaba sendo comum que usuários deste tipo de tecnologia reclamem de dores de cabeça após longo uso destes aparelhos.



**Figura 9.** um pulso de corrente elétrica na lente esquerda torna-a opaca e a luz chega apenas ao olho direito. Disponível em <<http://www.tecmundo.com.br/3d/8154-como-funcionam-os-diferentes-tipos-de-3d-.htm>> acesso em 08/2015.

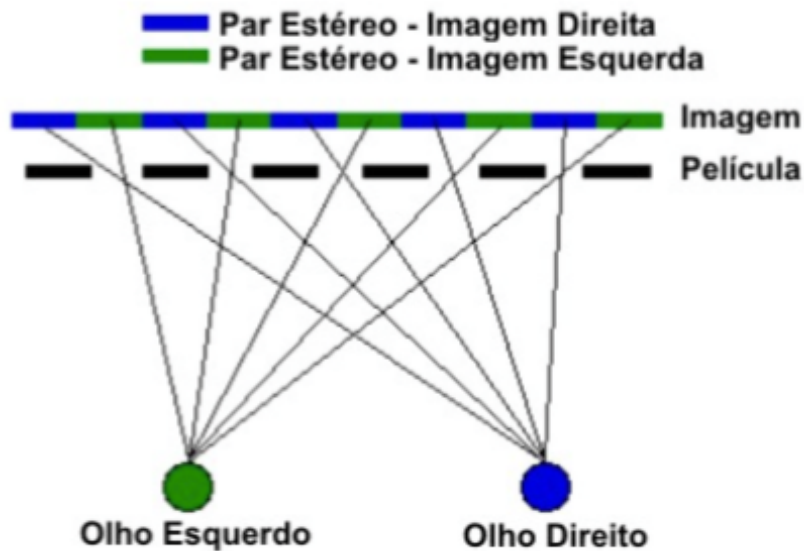


**Figura 10.** um pulso de corrente elétrica na lente direita torna-a opaca e a luz chega apenas ao olho esquerdo. Disponível em <<http://www.tecmundo.com.br/3d/8154-como-funcionam-os-diferentes-tipos-de-3d-.htm>> acesso em 08/2015.

#### 4) Paralaxe:

Conhecida como barreira de paralaxe, esse sistema é similar ao de polarização, com a diferença que a barreira que servirá como filtro fica sobre a própria tela. Assim, não é necessário o uso de óculos.

Nesse sistema as imagens são entrelaçadas simultaneamente e a barreira funciona de forma a permitir que a luz de apenas alguns pontos da tela cheguem ao olho direito e outros ao olho esquerdo. Permitindo assim a estereopsia.



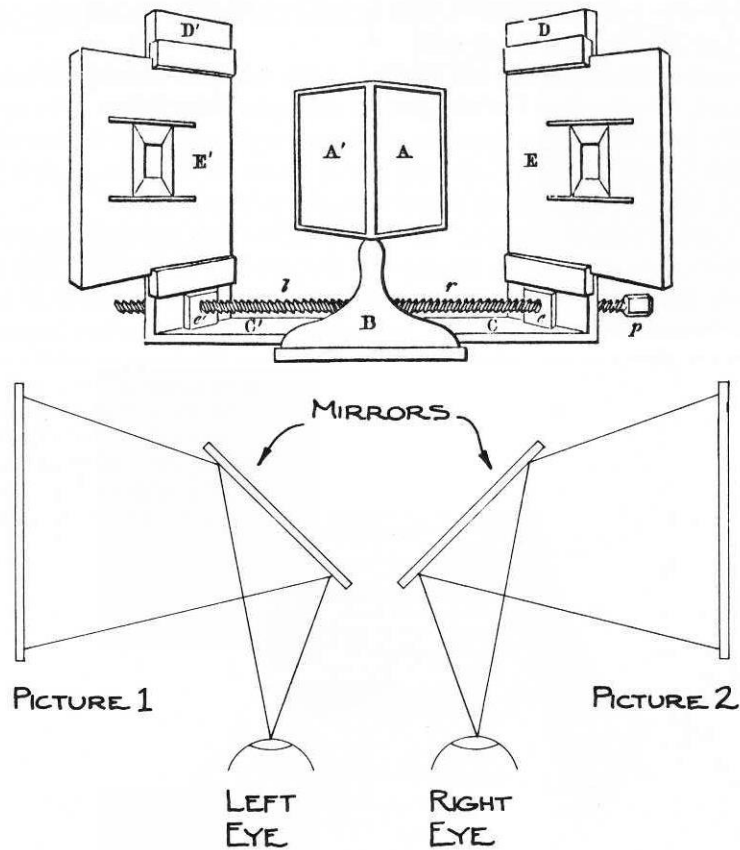
**Figura 11.** Barreira de paralaxe definindo que pontos da tela fornecerão luz para cada olho. (SISCOOTTO et al, 2004).

A principal desvantagem desta técnica é que, ela depende de um posicionamento preciso do espectador, seu uso é bem restrito e inviável para as salas de cinemas.

Um aparelho onde pode ser percebido a execução perfeita deste processo é no videogame chamado Nintendo 3DS.

### **5) Estereoscópio de Wheatstone e imagens estereoscópicas:**

Aparato experimental simples, composto por dois espelhos perpendiculares entre si, e duas fotografias de uma mesma cena, porém de perspectivas levemente diferentes, aqui chamadas de imagens estereoscópicas.



**Figura 12.** Acima temos a visão frontal do estereoscópio com as imagens estereoscópicas e abaixo o esquema que mostra como a luz de cada imagem chega ao respectivo olho. Disponível em <<http://www.realovirtual.com/es/articulos/6/ps4-hmd-oculus-rift-inventos-del-siglo-xix/4/pocohistoria-i>>acesso 10/2015.

Tais imagens estereoscópicas, podem ser facilmente encontradas na internet e/ou produzidos a partir de uma única câmera digital.

Para construir as imagens estereoscópicas é necessário que, utilizando uma câmera digital ou mesmo o celular, obtenha-se uma fotografia de certa cena, atentando-se para o ponto central na tela do aparelho. Posteriormente, desloque lateralmente a câmera e torno de 8 a 10 cm, de forma a ter no centro da tela o mesmo ponto central e obter a nova fotografia. Assim, teremos duas fotografias com perspectivas levemente diferentes, simulando nossa visão binocular.

## **4 UNIDADE DE ENSINO SOBRE VISÃO BINOCULAR, ESTEREOSCOPIA E FORMAÇÃO DE IMAGENS TRIDIMENSIONAIS**

Nos apêndices desta dissertação podem ser encontrados os planejamentos das unidades didáticas que foram aplicadas nas três turmas de 1º ano do ensino médio. Sendo uma sequência didática específica para cada turma, uma com livre pesquisa na internet (Turma 1) e duas (Turmas 2 e 3) que orientam o uso do blog disponível no endereço eletrônico:

<<http://www.fisicadasimagenstridimensionais.blogspot.com.br>>.

### **4.1 Estrutura do Blog Física das Imagens Tridimensionais e Estereoscópio de Wheatstone.**

Afim de servir como organizador prévio ou de promover a evolução dos subsunçores associados às imagens tridimensionais.

O Blog é foi organizado com quatro postagens, onde o aluno pode interagir deixando seu comentário após cada postagem, além de estimulá-lo à outras atividades como pesquisa e construção de experimentos, tornando-o assim, um agente ativo desse processo de ensino e aprendizagem.

A estrutura deste blog foi pensada de forma a seguir uma sequência de passos, de acordo com cada postagem, e que contemplasse as mais comuns aplicações e tecnologias para exibições das imagens tridimensionais.

A primeira postagem faz menção ao contexto histórico, mostrando ao aluno que, embora as projeções em 3D estejam em evidência agora, tal estudo não é recente e também não está finalizado. Nela faz-se uso implícito do conceito de organizador prévio, apresentado na teoria da aprendizagem significativa e que consta no terceiro capítulo deste trabalho, quando é apresentada a influência de nossa visão binocular na percepção da dimensão profundidade. A partir deste conceito o aluno pode entender que a condição necessária para o fenômeno 3D é que cada olho receba uma imagem levemente diferente. Depois disso, o aluno é orientado a realizar dois testes, o da alternância dos olhos e o da percepção de profundidade, a fim de que o aluno internalize esse conhecimento a partir de outras experiências, além da leitura no blog



Na segunda postagem, o aluno pode ter contato com as quatro principais tecnologias estereoscópicas, salientando as vantagens e desvantagens de cada caso. Isso é realizado de forma interativa por meio de animações em flash, o que permite que o aluno possa ir e/ou voltar de acordo com o seu ritmo e propicia maior possibilidade de aprendizado.

Como em cada caso é mostrado um jeito diferente de fazer com que cada olho receba sua respectiva imagem de perspectiva diferente, ocorre o que Ausubel (2000) chama de diferenciação progressiva. A partir da diferenciação progressiva de cada tecnologia o aluno aperfeiçoa o subsunçor relacionado a visão binocular. Ao final da postagem é deixada como sugestão a pesquisa sobre outras formas de estereoscopia, pretendendo-se que o aluno reconcilie integradamente outras tecnologias com o que já foi apresentado.

Na terceira postagem o aluno é apresentado ao estereoscópio de Wheatstone e é demonstrado em dois vídeos como construí-lo e utilizá-lo. Essa postagem serve basicamente para estimulá-los a participarem ativamente, sem contar a vantagem de usar experimentos em sala de aula, tão explorada nas diversas literaturas sobre ensino de física.

Na quarta e última postagem é apresentada uma forma de enxergar imagens em 3D sem a necessidade de algum aparelho. Por ser uma forma sem a necessidade de grandes preparações o aluno consegue, de forma mais ágil, interessante e curiosa, experimentar e se divertir com as imagens estereoscópicas coletadas na internet e ao final é estimulado a construir e compartilhar suas próprias imagens.

#### **4.2 Componentes experimentais**

O principal componente experimental desta unidade é o estereoscópio de Wheatstone cujo os fundamentos foram apresentados no capítulo três dessa dissertação.

Para aplicação das unidades didáticas das turmas 2 e 3 foram construídos e disponibilizados dois estereoscópios e alguns pares de imagens estereoscópicas. Posteriormente, baseando-se nos vídeos apresentados na terceira postagem,

alguns alunos também construíram seus estereoscópios e produziram imagens estereoscópicas de diversas paisagens da escola e exibiram aos demais colegas.

Tal experimento surge como alternativa para visualizações de imagens tridimensionais, tendo em vista que as quatro tecnologias apresentadas (anaglifo, polarização, obliteradores sincronizados e barreira de paralaxe) não são facilmente reproduzidas no cotidiano e por vezes precisam de conhecimentos específicos sobre a utilização de softwares de edição de imagens.

### **4.3 Componentes tic's**

Na construção do blog foram utilizadas quatro animações, coletadas na internet, e os três vídeos, que são produções originais dos autores desta dissertação, e que são fundamentais para que os alunos possam cadenciar sua utilização e repetir a apresentação caso não tenham apreendido todo o conhecimento necessário.

Os três vídeos utilizados podem ser encontrados no canal <<https://www.youtube.com/channel/UCjfqTNnodEx3wdrJXIToadQ>>.

### **4.4 Proposta de utilização**

Para a melhor utilização do blog, recomenda-se ao professor que deseje trabalhar tal tema com seus alunos, que o faça junto ao tema de estudo visão humana. Assim, tal estudo será mais completo e não restrito aos defeitos visuais e suas correções por uso de lentes. Salieta-se que o momento escolhido se dá pela necessidade de o aluno possuir alguns conhecimentos prévios como os princípios de propagação da luz, formações de imagens reais e processos físicos envolvidos na formação da visão humana. Evitando que as concepções espontâneas, mais especificamente as errôneas, que por ventura possam apresentar no início do estudo de óptica, não mais estejam presentes e não atuem como dificultadores do processo de reformulação dos conceitos aqui apresentados.

## **5 METODOLOGIA E RESULTADOS**

### **5.1 Caracterização do público alvo**

A UEPS foi aplicada em três turmas do ensino médio integrado, modalidade integrada ao ensino técnico, do Instituto Federal do Rio Grande do Norte, campus São Gonçalo (IFRN-SGA). Sendo duas turmas do turno matutino e uma do vespertino.

### **5.2 Aplicação da UEPS**

A fim de estabelecer padrões para comparação de resultados em análise quantitativa, decidiu-se por ter três grupos com diferentes metodologias, uma para cada turma. Nos três casos, foram destinados intervalos de tempos iguais de duas aulas (90 min), e todas as atividades foram desenvolvidas no laboratório de informática da instituição que conta com 40 computadores, projetor multimídia e ar-condicionado.

Como na ocasião de aplicação para coleta de resultados deste trabalho já estava no final do terceiro bimestre e nas turmas de segundos anos já se abordava o assunto relacionados ao Eletromagnetismo, optou-se por aplicar o produto em três turmas de primeira série, pois como ainda não tinham tido contato com os conhecimentos físicos relacionados ao tema, conforme mostrado nos resultados dos pré-teste, se poderia avaliar com mais fidelidade a eficácia da unidade didática proposta.

As abordagens inicial e final com cada turma foram exatamente as mesmas. Inicialmente, os alunos acomodaram-se individualmente nos computadores e utilizou-se os primeiros 15 minutos da primeira aula para apresentar a proposta da atividade e conscientizá-los da importância de sua participação e explanou-se sobre os critérios aplicados ao questionário. Nos últimos 15 minutos da segunda aula o questionário foi reaplicado e foram recolhidos os gabaritos de forma a servirem como resultados pós-teste. Frisa-se aqui que em nenhum momento foi avisado aos alunos que ao final da unidade seria aplicado um questionário e nem que seria o mesmo, para que suas pesquisas não fossem direcionadas às afirmativas apresentadas inicialmente.

A seguir, temos a metodologia aplicada em cada turma.

### **1) Turma 1** (ver planejamento no apêndice 1)

Contendo 30 alunos do curso técnico de logística, após recolhidos os gabaritos do pré-teste, explicou-se que a turma faria o trabalho de forma mais autônoma e que eles deveriam estudar, com o auxílio do computador e internet, sobre os conhecimentos científicos envolvidos nas formações e exibições das imagens tridimensionais. A atuação do professor limitou-se em permanecer na sala de forma a inibir qualquer perturbação que pudesse ocorrer. Ao final, os alunos se despediram e saíram sem grandes comentários ou questionamentos.

### **2) Turma 2** (ver planejamento no apêndice 2)

Com 29 alunos do curso técnico de edificações, após o recolhimento dos gabaritos do pré-teste, também foi orientado aos alunos à estudarem sobre os conhecimentos científicos envolvidos nas formações e exibições das imagens tridimensionais. Porém, para diferir da turma 1, foi indicado o endereço eletrônico do blogger e pediu-se que se dedicassem em estudar até a terceira postagem. Como a montagem do estereoscópio e das imagens estereoscópicas necessitaria de uma grande preparação prévia e disponibilidade de materiais, decidiu-se por disponibilizar no ambiente dois estereoscópios e alguns pares de imagens estereoscópicas, para que os alunos pudessem testar o que aprendessem na terceira postagem, se desejassem. Ao final do encontro se mostraram muito satisfeitos e impressionados com os efeitos percebidos no uso do estereoscópio.

### **3) Turma 3** (ver planejamento no apêndice 3)

Onde estavam presentes 26 alunos do curso técnico de informática, ao invés de orientá-los sobre o estudo dos conhecimentos científicos envolvidos nas formações e exibições das imagens tridimensionais, o professor indicou o endereço do blogger e, utilizando o computador e projetor multimídia, também acessou o blog e foi conduzindo o estudo ao longo das postagens, incentivando que eles lessem cada postagem e realizassem os procedimentos propostos, como testes e animações. Também ficaram disponíveis os estereoscópios e pares de imagens estereoscópicas para que os alunos pudessem manuseá-los. A satisfação e elogios

sobre o trabalho desenvolvido também foi presente, e alguns alunos se animaram a construir seus estereoscópios para testarem e apresentarem aos demais.

A proposição de utilizar três metodologias diferentes tem a intenção de comparar o resultado dos pós-testes e perceber o quanto o blog foi efetivo em auxiliar o aluno no desenvolvimento de seus subsunçores (conceitos âncoras), comparado ao caso dos alunos pesquisarem livremente na internet, e o quanto o professor pôde ajudar nesse processo como executado na terceira turma.

#### **5.4 Avaliação do questionário**

Para estabelecer critérios de avaliação da unidade produzida, optou-se por um questionário objetivo composto por dez afirmativas relativas ao tema.

Para cada afirmativa o aluno deveria marcar uma alternativa de acordo com a legenda:

- a) Discorda totalmente.
- b) Discorda.
- c) Não discorda nem concorda
- d) Concorda.
- e) Concorda totalmente.

A intenção deste modelo de questionário, foi a de diagnosticar se os alunos possuíam algum conhecimento prévio sobre o estudo e o quão seguro deste conhecimento os alunos estavam. A presunção era de que quando fosse colocada para o aluno uma afirmativa verdadeira e ele assinalasse a alternativa “d” evidenciaria-se que ele possuía conhecimento prévio, porém não estaria tão seguro de sua resposta. Pois, se assim o fosse ele marcaria a alternativa “e”. O mesmo pode ser dito do caso de uma afirmativa falsa e o aluno optasse por marcar a alternativa “b” ao invés da “a”.

A alternativa “c” mostraria a falta dos conhecimentos prévios mínimos e justificaria o uso da unidade didática como organizador prévio, segundo proposto pela Teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (2000).

As afirmativas foram elaboradas objetivando verificar se existiam os *subsunçores* associados a visão binocular, perceber se os alunos conseguiriam promover a *diferenciação progressiva* dos subsunçores, quando comparassem as diferentes tecnologias para a percepção das imagens tridimensionais e se conseguiriam *reconciliar integradamente* um novo método apresentado, neste caso o estereoscópio de Whetastone, com o subsunçor visão binocular. Conceitos estes que norteiam a teoria de aprendizagem significativa. Tendo as alternativas da escala sido validadas pelo orientador desta dissertação.

A seguir estão expostas as afirmativas que compõem o questionário e a justificativa para as proposições.

**1. Uma condição obrigatória para que uma pessoa enxergue imagens tridimensionais é ter dois olhos.**

Esta é a principal afirmativa deste questionário, a partir da qual seria possível mensurar se os alunos tinham o subsunçor visão binocular. Somente após garantir que os alunos o tinham é que seria possível qualquer aprendizado significativo sobre visão tridimensional. Esta é uma das afirmativas corretas.

**2. Só é possível enxergar imagens tridimensionais se usarmos óculos especiais iguais aos fornecidos nas sessões de cinema.**

Nesta segunda afirmativa, que é incorreta, desejava-se verificar se os alunos tinham a errônea concepção de que a visão tridimensional seria associada necessariamente aos aparatos tecnológicos, a exemplo dos óculos fornecidos nas sessões de cinema.

**3. Todos os animais que usam o sentido da visão enxergam em três dimensões.**

**4. Animais que são predadores, como leões e lobos, normalmente percebem as três dimensões com sua visão.**

**5. Animais que são presas, como coelhos e cavalos, normalmente percebem as três dimensões com sua visão.**

As afirmativas 3, 4 e 5 tinham por finalidade avaliar o domínio do subsunçor visão binocular dos alunos. Uma vez que existisse tal *subsunçor*, o aluno poderia, diferenciando progressivamente, associar a função do posicionamento dos olhos a um aumento na precisão da percepção da profundidade ou do campo visual, características essenciais e específicas a cada grupo de animais, seja presa ou predador. Destas três afirmativas apenas a 4 era correta.

**6. No Anaglifo, que utilizam óculos coloridos para enxergar imagens tridimensionais, a imagem percebida tem as mesmas cores do objeto.**

**7. Nos óculos polarizadores, a intensidade da luz aumenta ao passar pelas lentes.**

**8. Nos aparelhos de TV que possuem o sistema de Obliteradores Sincronizados, para fornecerem ao telespectador uma imagem tridimensional, a imagem enxergada pelos dois olhos é a mesma.**

**9. É possível enxergar imagens tridimensionais em um monitor ou TV sem o uso de óculos.**

Nas afirmações 6, 7, 8 e 9, apenas esta última era correta, buscava-se saber se os alunos conheciam as técnicas estereoscópicas mais comuns, e assim, potencializa-se a reconciliação dos diferentes métodos para visualização 3D. Dessa forma, o aluno pode perceber que em todos os processos os diferentes mecanismos fazem com que cada olho receba uma imagem levemente diferente do mesmo objeto, reforçando o subsunçor visão binocular.

**10. imagens estereoscópicas são duas imagens exatamente iguais colocadas lado a lado.**

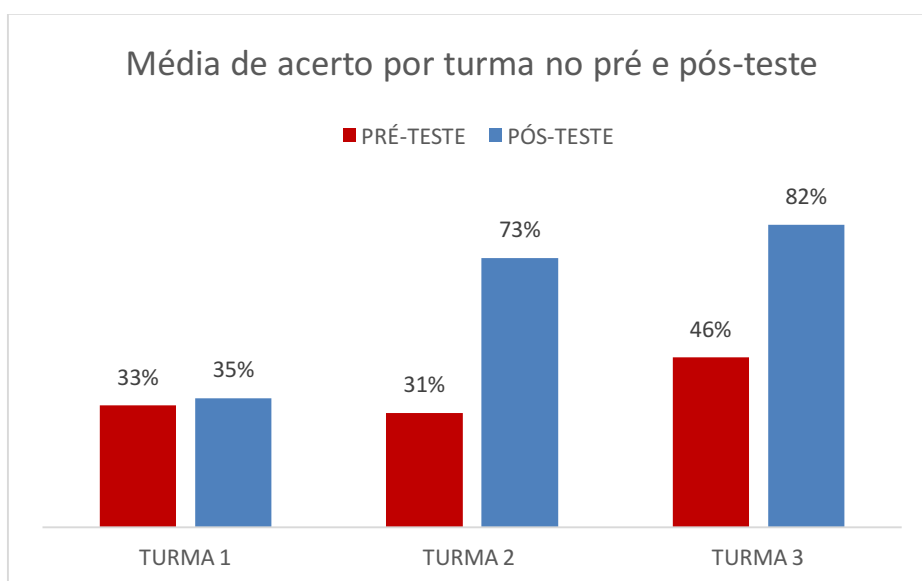
Por fim, a afirmativa número 10 fazia menção as imagens estereoscópicas e buscava saber se os alunos possuíam conhecimento prévio sobre tais imagens. Esta afirmativa era crucial, uma vez que se relacionava a apresentação e manuseio do estereoscópio de Wheatstone, aparato experimental utilizado em sala de aula e em conjunto com o blog.

Para que se tivesse mais agilidade no processo de apuração dos dados, utilizou-se o aplicativo de correção automática e o gabarito produzidos pela SGP – Starline e disponível no site <<http://starlinetecnologia.com.br/sgp/>>

## 5.5 Análise do pré e pós-teste

Iniciando por uma análise mais superficial dos dados, decidiu-se por considerar corretas as alternativas “a” e “b” para as afirmativas falsas e as alternativas “d” e “e” para as afirmações corretas. Tal escolha baseou-se no fato de que quando um aluno assinalava que concordava ou concordava totalmente com uma afirmativa correta ele respondia de forma assertiva, a diferença estaria apenas na segurança que o aluno apresentava em relação ao domínio do conhecimento. O mesmo aconteceria se ele respondesse que discordava ou discordava totalmente de uma afirmativa falsa. Mais adiante será feita uma análise mais criteriosa e também qualitativa destes resultados.

A escolha das três metodologias diferentes mostrou-se sensata e bastante promissora, pois se comparados os resultados dos pós-teste da Turma 1, com livre pesquisa na internet, com os das turmas 2 e 3, onde o blog foi de alguma forma utilizado, seja livremente pelo aluno ou por intermédio do professor. Percebe-se que a Turma 1 teve progresso inferior aos das Turmas 2 e 3, conforme o Gráfico 1, a turma 1 apresentou uma melhoria de apenas 2% e as turmas 2 e 3 melhoraram 42% e 36%, respectivamente. As turmas 1 e 2 apresentaram-se equivalentes nos pré-testes e a turma 3 foi um pouco melhor.

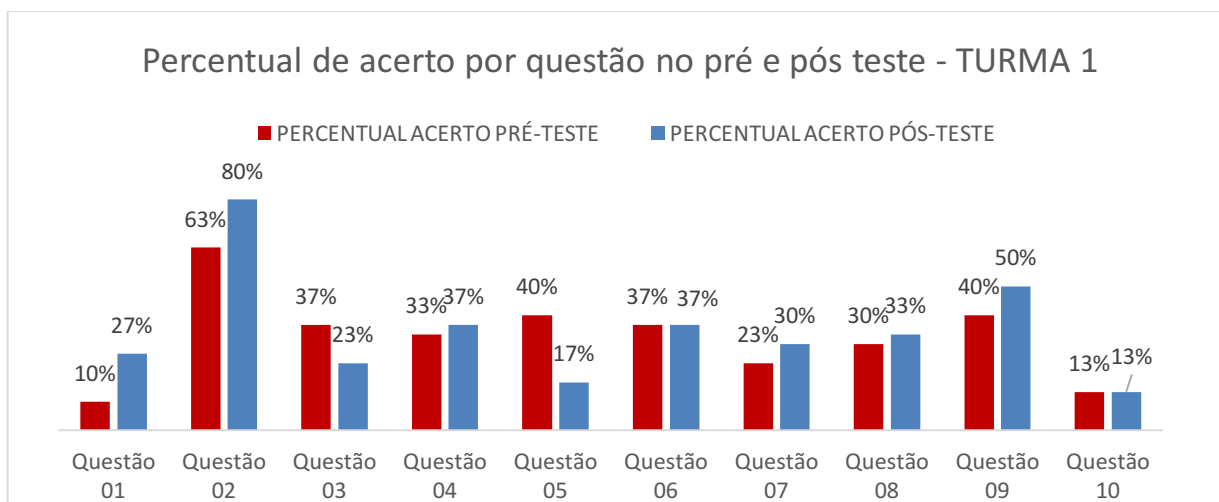


**Gráfico 1.** Média percentual de acerto por turma nos pré e pós-teste.



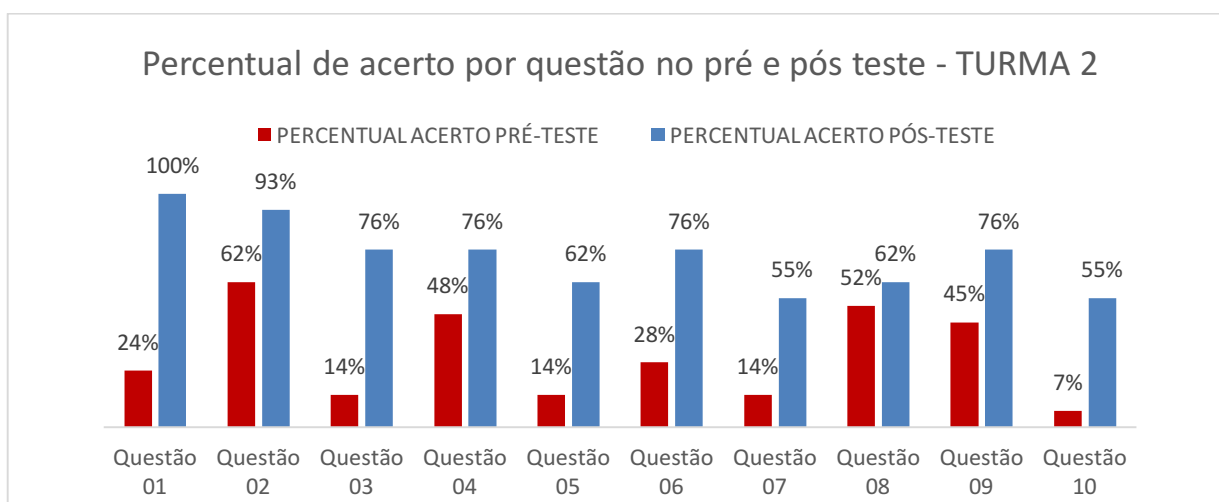
Uma análise mais criteriosa destes resultados pode ser feita quando se compara o percentual de acerto nos pré e pós-testes em cada questão, de cada turma.

## RESULTADOS E ANÁLISE POR TURMA



**Gráfico 2.** Percentual de acerto por questão nos pré e pós-teste - TURMA 1.

No Gráfico 2 temos os tais resultados para a turma 1, a melhora mais expressiva foi de 17% nas questões 1 e 2 e existiu decréscimo de 14% para questão 3 e de 23% na questão 5. Possivelmente, o fato do aluno perceber que precisava dos dois olhos para enxergar em 3D pode tê-los influenciado a acharem que todos os animais que têm dois olhos percebem da mesma forma a dimensão da profundidade, independente da posição de seus olhos.



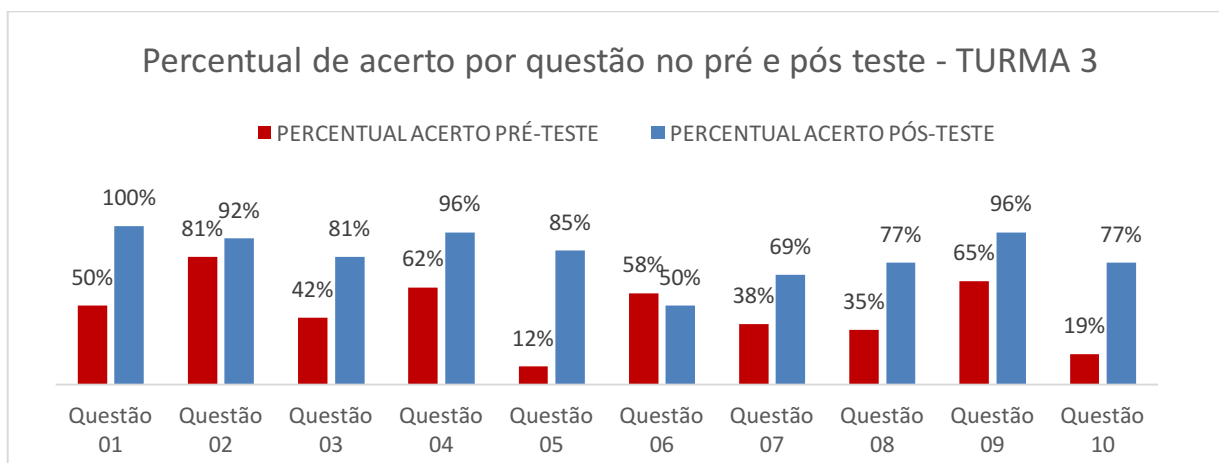
**Gráfico 3.** Percentual de acerto por questão nos pré e pós-teste - TURMA 2.

Na turma 2, mostrada no Gráfico 3 detalha quais questões contribuíram mais para a melhoria do desempenho dos alunos no pós-teste (exibido no Gráfico 1). Pode-se observar o resultado de 100% de acerto na questão 1, o que totaliza um acréscimo de 76% de acerto nesta questão.

Na questão 8 o aumento foi de apenas 10%, explicitando a necessidade de um olhar mais atencioso para esta técnica por parte do professor, caso este opte por utilizar a exposição do blog como o aplicado na turma 3 – com mediação do professor.

Para a turma 3, o Gráfico 4 exhibe também a questão 1 com 100% de acerto, além de outras 3 acima de 90%, e como maior acréscimo o que ocorreu na questão 5 que foi de 73%.

No Gráfico 4, pode-se perceber uma situação merecedora de reflexão. A questão 6 apresentou uma redução de 8% no percentual de acerto no pós-teste. O que indicaria que os alunos desaprenderam ou que a mediação do professor criou obstáculos epistemológicos a compreensão do conceito abordado. Uma hipótese para explicar tal resultado é a de que como essa questão faz menção à desvantagem da técnica de anaglifo, e tal informação está inserida no texto do blog, mas não é explicitada na respectiva animação, pode ter acontecido que ao não dar a importância devida a discussão sobre vantagens e desvantagens da técnica o professor gerou um obstáculo para a aprendizagem. Nesse sentido, vale ressaltar a importância sobre as vantagens e desvantagem de cada método, reforçando o que foi apresentado no texto.

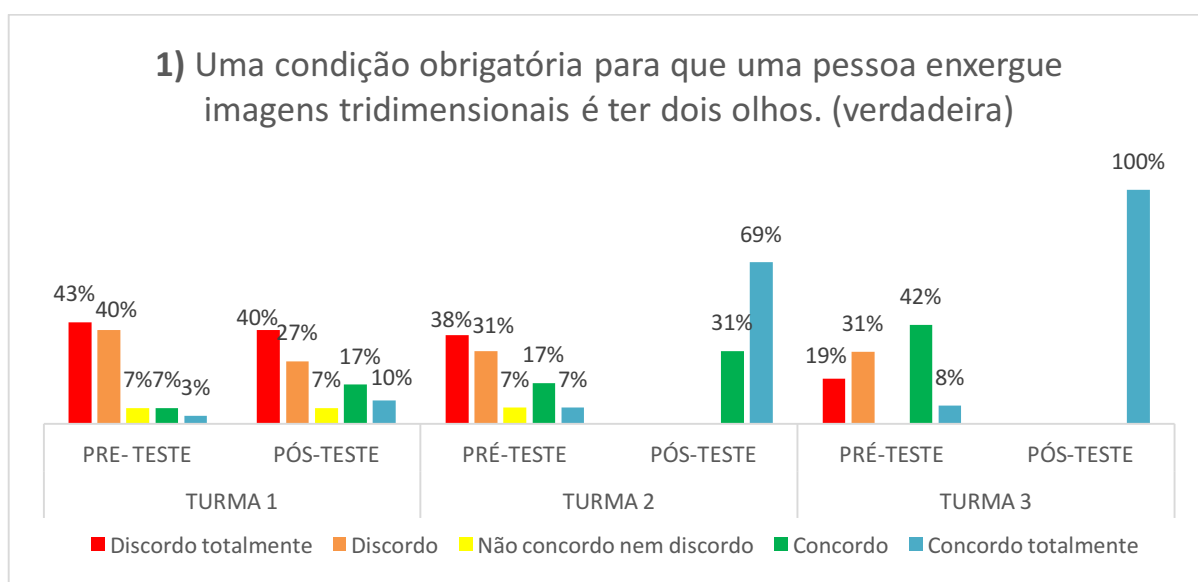


**Gráfico 4.** Percentual de acerto de acerto nos pré e pós-teste - TURMA 3.

Nos Gráficos 5 a 14, tem-se o percentual de marcação de cada alternativa em cada questão e para cada turma. Com isso Pretendia-se a comparação a quanto ao número de acertos em cada afirmativa, de acordo com as respectivas unidades didáticas planejadas para cada turma.

De uma forma geral, a análise dos gráficos demonstra que em todas as afirmativas o resultado da Turma 1 não mudou significativamente, com aumento de no máximo 17% nas afirmativas 1 e 2. A análise dos principais pontos das Turmas 2 e 3 será apresentada junto a cada gráfico a seguir.

## RESULTADOS E ANÁLISE POR QUESTÃO

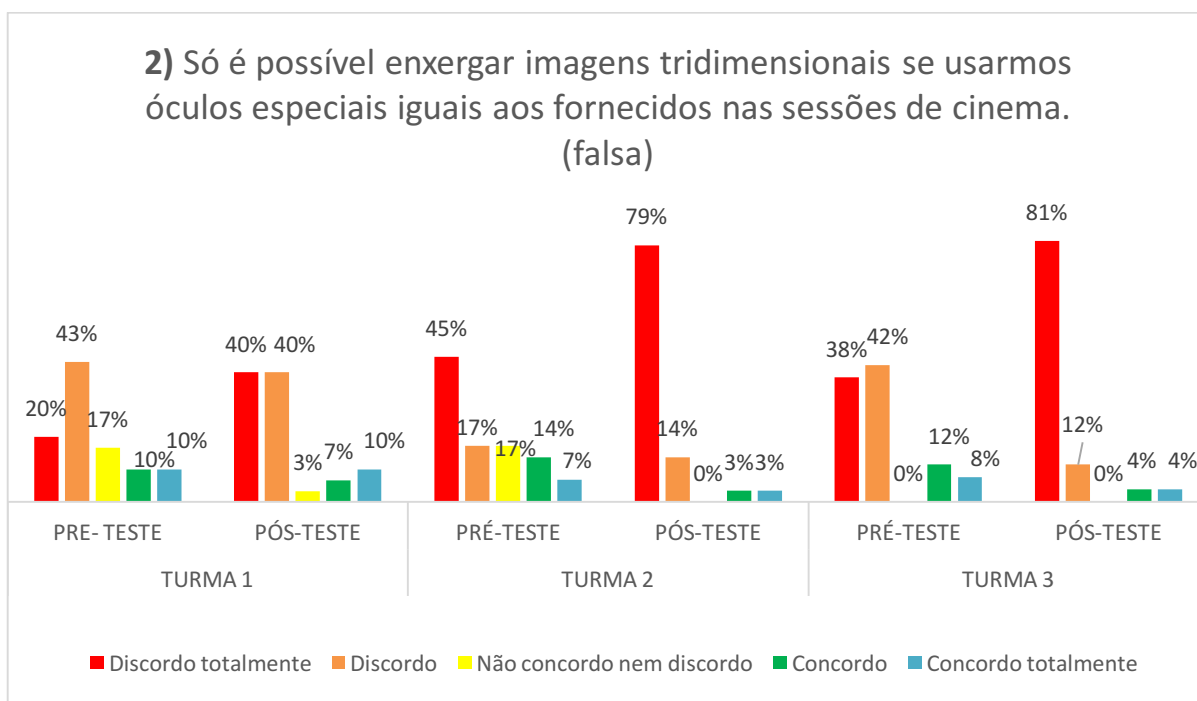


**Gráfico 5.** Percentual de alternativas assinaladas para afirmativa 1 no pré e pós-teste das turmas.

No Gráfico 5, têm-se o resultado de uma das questões mais importantes do questionário. A partir da análise desta questão, 67% dos alunos não possuíam o subsunçor visão binocular, uma vez que discordaram de uma afirmação verdadeira. E ainda, que a metodologia adotada para a Turma 1 não contribuiu de forma expressiva para uma mudança do resultado do pré-teste. E o uso do blog, conforme sugerido em cada planejamento das turmas 2 e 3, propiciou que os alunos adquirissem/evoluíssem tal subsunçor, explicitado pelo resultado de 100% de acerto nos dois casos. Uma análise qualitativa mostra que, pelos critérios estabelecidos para se considerar correto ou incorreto em cada afirmação, embora ambas as turmas tenham obtido os 100% de acerto, na Turma 3 todos os alunos

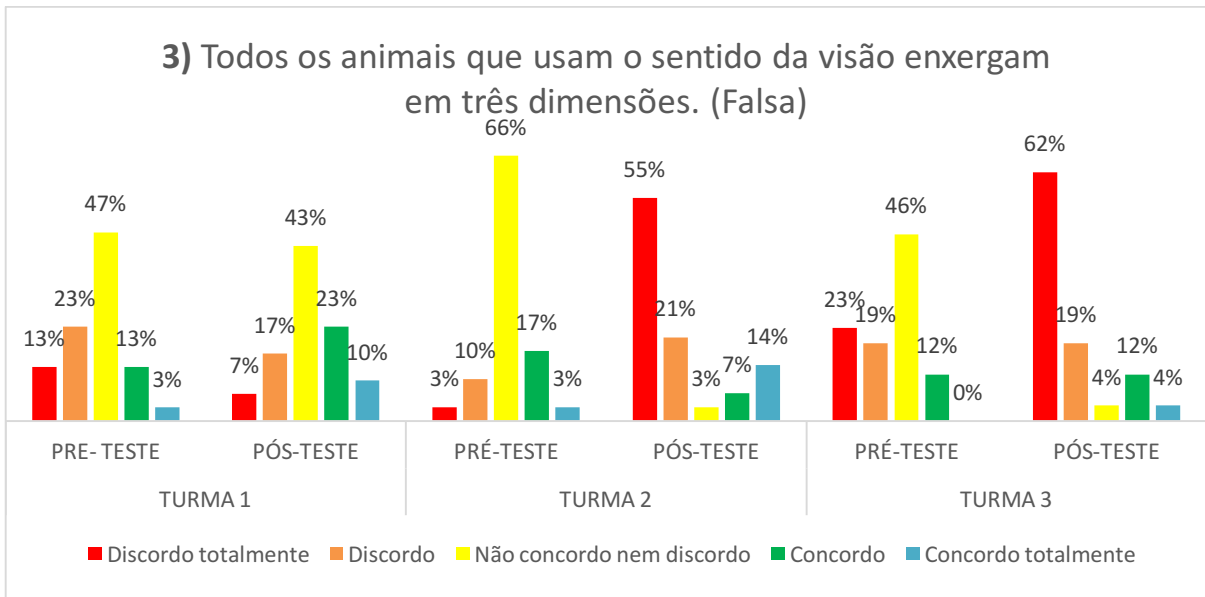
tinham convicção desta resposta, uma vez que assinalaram que concordavam completamente, ao passo que na turma 2 apenas 69% assim o fizeram.

O Gráfico 6, mostra os resultados obtidos para a afirmativa 2. Mostra-se que, mais uma vez, a metodologia de livre pesquisa (encontrada na unidade didática planejada para essa turma) não contribuiu de forma efetiva para uma melhoria no resultado da Turma 1 e que a unidade didática planejada para as turmas 2 e 3 surtiram efeito satisfatório, comprovado por 93% de acerto nessa questão.



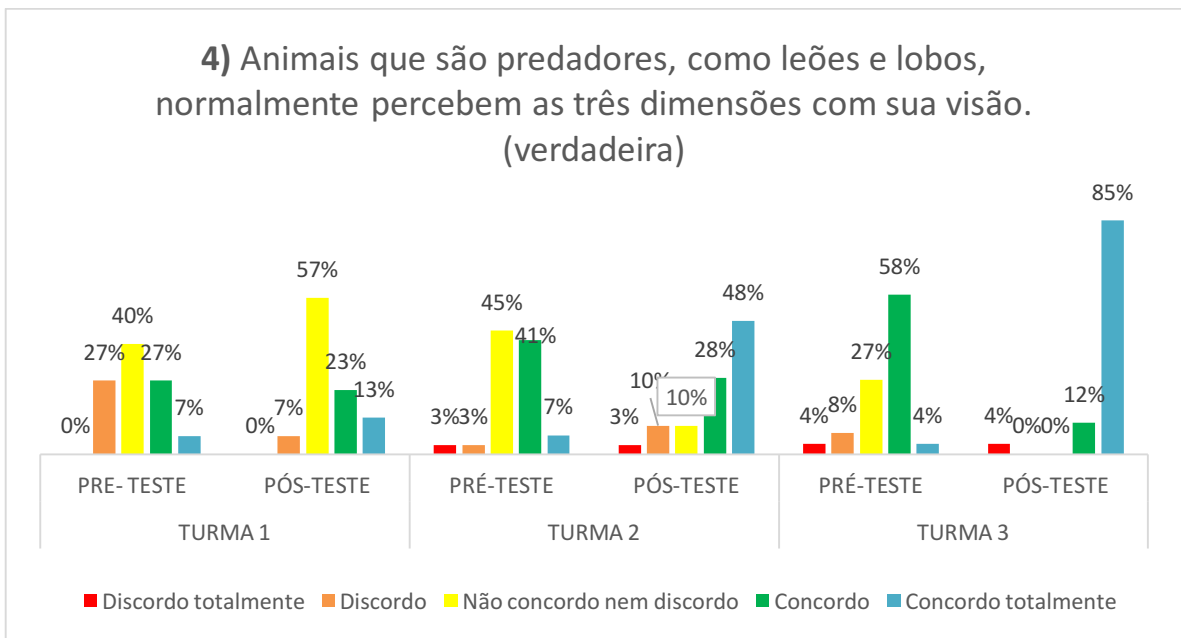
**Gráfico 6.** Percentual de alternativas assinaladas para afirmativa 2 no pré e pós-teste das turmas.

O Gráfico 7, mostra que 47%, 66% e 46% dos alunos das Turmas 1, 2 e 3, respectivamente, não possuíam o subsunçor visão binocular. Isso ficou claro quando assinalaram que não concordavam e nem discordavam da afirmativa apresentada. Embora a Turma 1 não tenha sofrido mudanças muito perceptíveis após a utilização do Blog, as Turmas 2 e 3 tiveram aumentos consideráveis, 62% e 39% respectivamente, explicitado nos Gráficos 3 e 4, e que a maioria optou por assinalar a alternativa A no pós-teste.

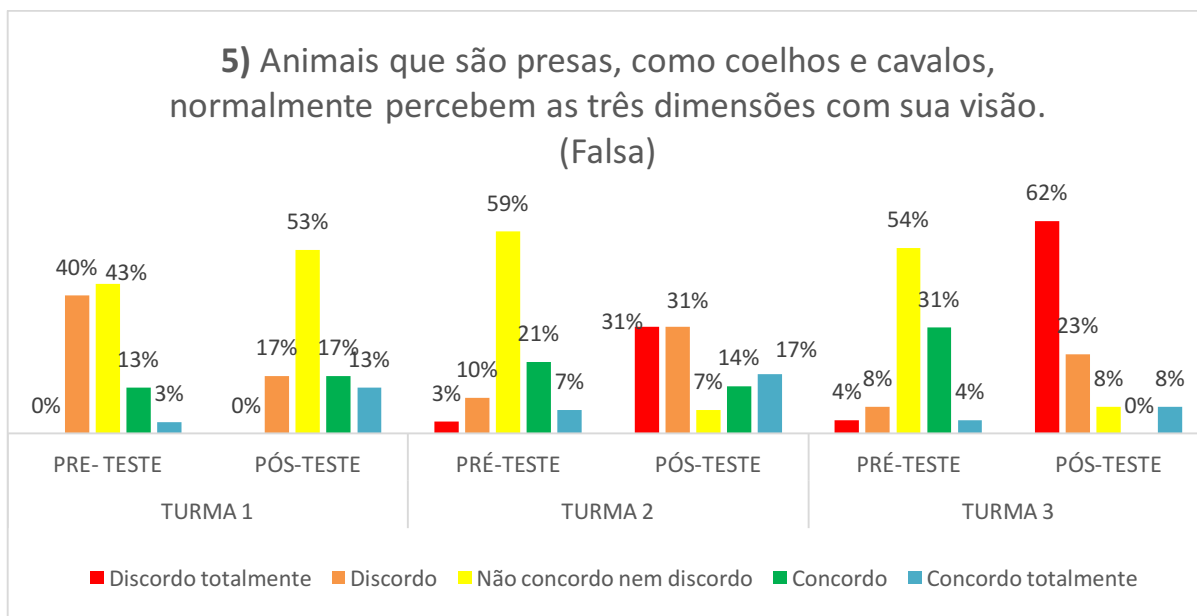


**Gráfico 7.** Percentual de alternativas assinaladas para afirmativa 3 no pré e pós-teste das turmas.

Nos Gráficos 8 e 9, observam-se os resultados das afirmativas 4 e 5, que consideravam a função da visão binocular nos diferentes grupos de animais. Salienta-se que embora a Turma 3 tenha apresentado um bom resultado no pré-teste para a afirmativa 4, o mesmo não foi percebido na afirmativa 5, mas que o resultado de ambas as afirmativas melhorou no pós-teste mais que nas outras turmas



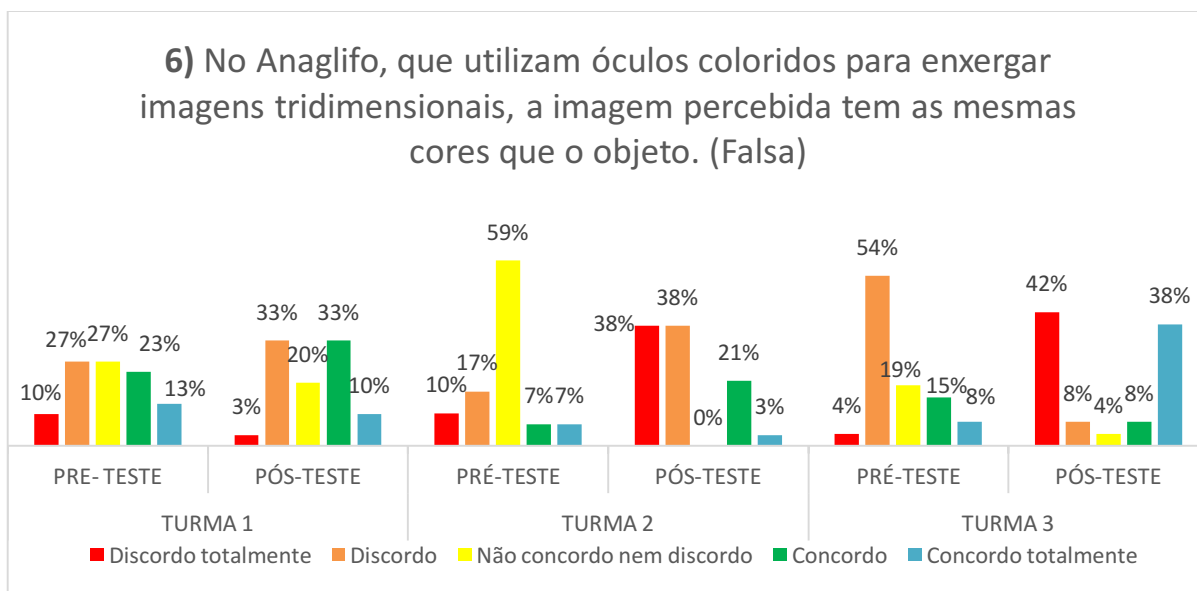
**Gráfico 8.** Percentual de alternativas assinaladas para afirmativa 4 no pré e pós-teste das turmas.



**Gráfico 9.** Percentual de alternativas assinaladas para afirmativa 5 no pré e pós-teste das turmas.

Pode-se assumir que os alunos que assinalaram corretamente as duas afirmativas possuíam o subsunçor visão binocular bem evoluído e que toda a unidade de ensino proposta poderá servir como potencialmente significativa para aprendizagem sobre as imagens tridimensionais.

O Gráfico 10 exibe o resultado para a afirmativa 6, onde ocorreu um fato cuja análise fez serem propostas as seguintes conclusões.



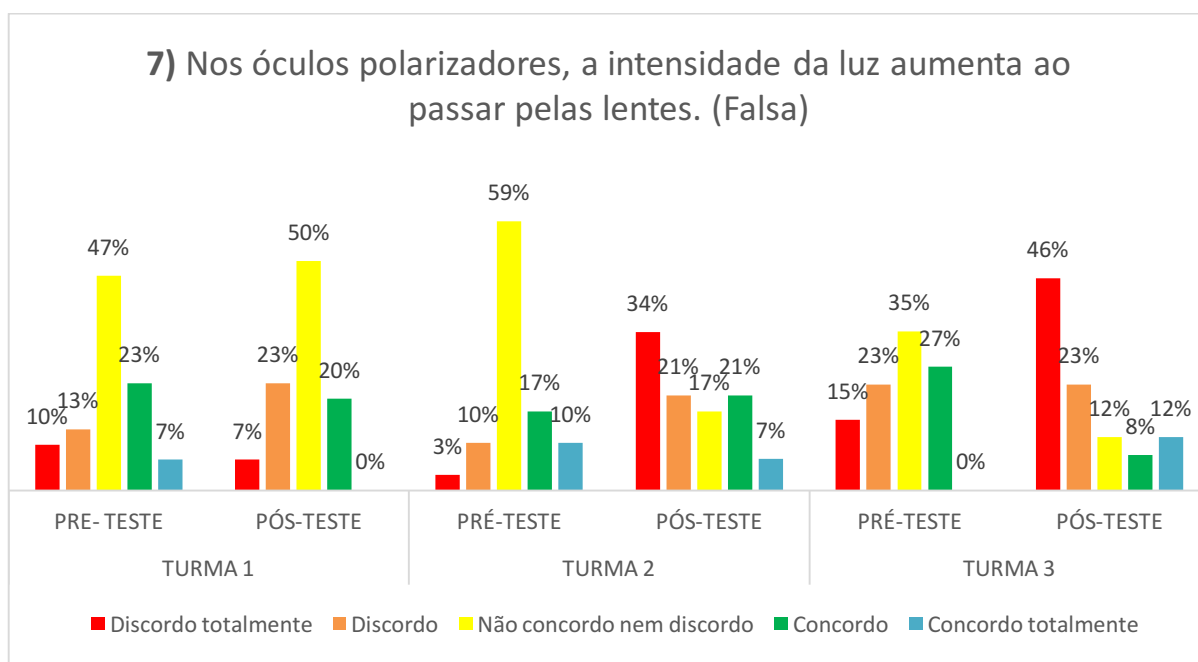
**Gráfico 10.** Percentual de alternativas assinaladas para afirmativa 6 no pré e pós-teste das turmas.

Nessa questão, o Resultado da Turma 2 foi melhor que o da Turma 3, que apresentou um decréscimo no pós-teste. Para a Turma 3, tinha-se no pré-teste

54% dos alunos assinalando a alternativa “b”, discordando da afirmação. Porém no pós-teste 42% assinalaram a alternativa “a”, demonstrando um aperfeiçoamento no conhecimento sobre o caso, e 38% escolheram a alternativa “e”, concordando totalmente com a afirmativa.

O aparecimento tão acentuado dessa concordância com uma afirmação falsa pode ser explicado a partir de duas possibilidades: ou os alunos, empolgados com o uso das animações disponíveis no blog, não leram o texto entre as animações, que continham as informações sobre as principais vantagens e desvantagens de cada tecnologia, ou o professor ao final da postagem, deveria ter realizado um resumo geral de cada tecnologia, salientando as principais características de cada processo.

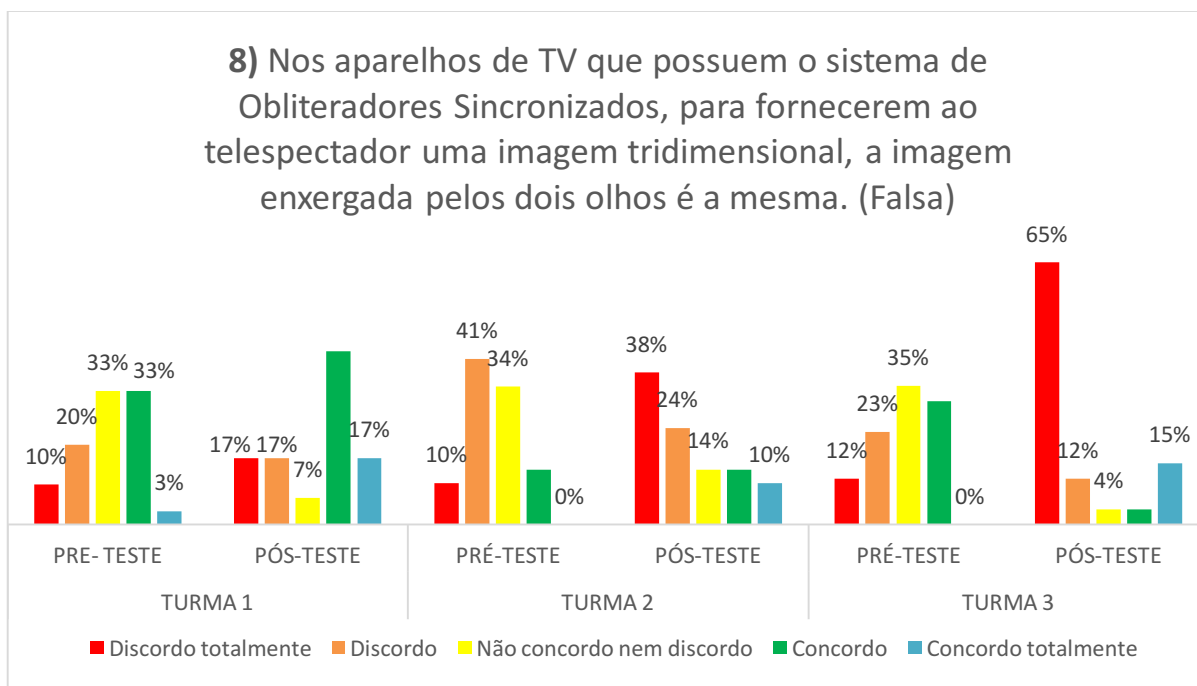
No Gráfico 11, pode-se perceber que um bom percentual dos alunos, 47%, 59% e 35%, para as Turmas 1, 2 e 3, respectivamente, não faziam nem ideia do que seria o fenômeno da polarização e, possivelmente, nem davam conta de que esta é a principal tecnologia encontrada nas salas de cinema atualmente. Embora a Turma 1 não tenha conseguido alterações perceptíveis em seus resultados, as Turmas 2 e 3, apresentaram melhoras importantes, principalmente quando o professor direcionava o estudo em sala, caso da Turma 3 com um 79% de acerto.



**Gráfico 11.** Percentual de alternativas assinaladas para afirmativa 7 no pré e pós-teste das turmas.

No Gráfico 12, os resultados da Turma 3 chamam atenção. O percentual de acerto nesta turma, para esta questão, passa de 35% para 77%, com 65% dos alunos discordando completamente da afirmativa falsa.

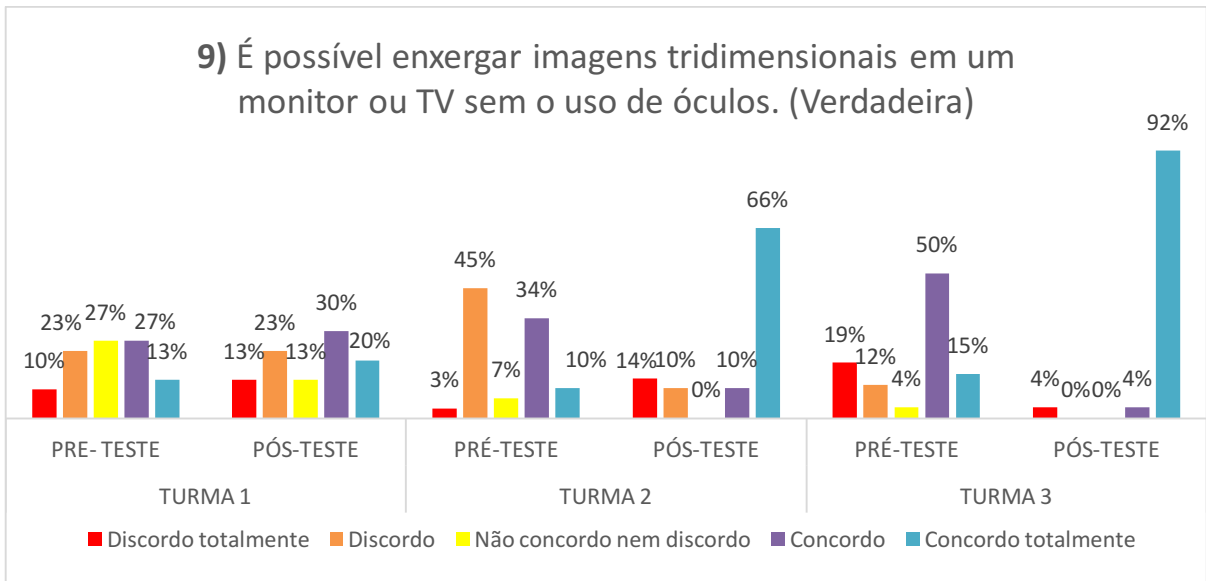
A evolução da Turma 2 pode ser entendida como sendo mais qualitativa pois o percentual geral de acerto aumentou em apenas 11%, porém existiu, no pós-teste, uma frequência maior pela alternativa A.



**Gráfico 12.** Percentual de alternativas assinaladas para afirmativa 8 no pré e pós-teste das turmas.

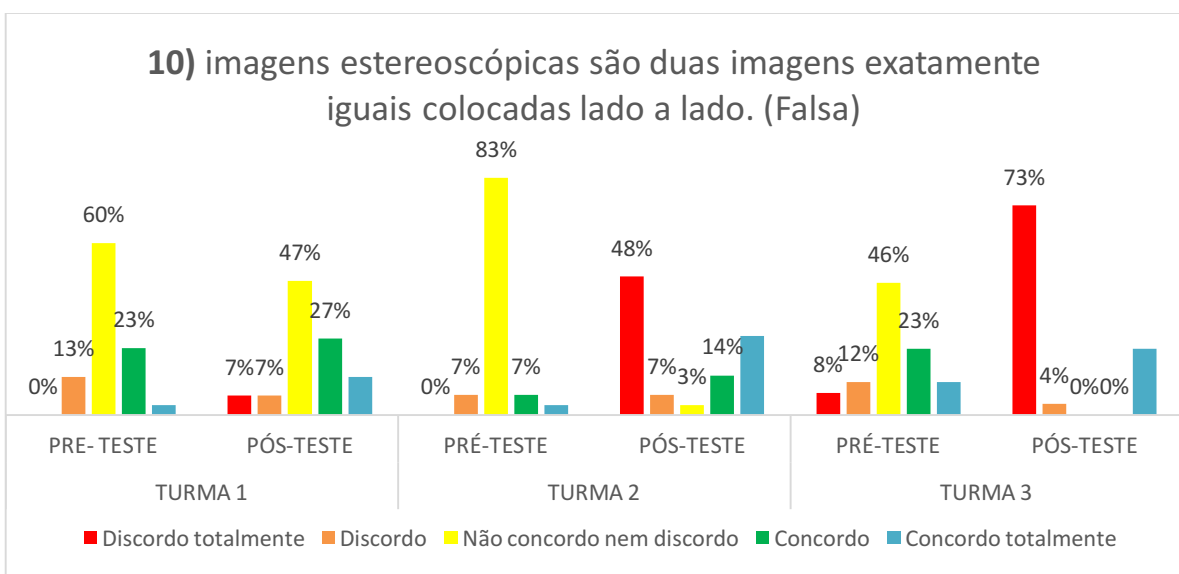
A afirmativa 9, analisada do Gráfico 13, apresenta mais um processo onde o aluno podia perceber imagens tridimensionais, mas que não é tão fácil de ser encontrado no cotidiano. A Turma 3 apresentou um bom resultado no pré-teste e melhorou ainda mais para o pós-teste. Tal melhora pode ser atribuída a animação sobre barreira de paralaxe disponibilizada na segunda postagem.





**Gráfico 13.** Percentual de alternativas assinaladas para afirmativa 9 no pré e pós-teste das turmas.

Por fim, o Gráfico 14 traz os resultados das turmas na afirmativa 10 que apresentou alto nível de desconhecimento, quando não marcada incorretamente, sobre as imagens estereoscópicas e que são cruciais para que o aluno possa compreender o funcionamento do estereoscópio de Wheatstone. O bom desempenho nos pós-testes das Turmas 2 e 3, evidencia que a apresentação deste experimento contribui significativamente para formação e ampliação do conhecimento crucial para o entendimento das percepções de imagens tridimensionais: cada olho perceber uma imagem levemente diferente do mesmo objeto.



**Gráfico 14.** Percentual de alternativas assinaladas para afirmativa 10 no pré e pós-teste das turmas.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o planejamento inicial desta dissertação pretendia-se desenvolver uma unidade de ensino potencialmente significativa sobre as imagens tridimensionais. Porém, após a análise dos dados do pré-teste das três turmas, mais especificamente o resultado da afirmativa 1, onde 62% do total de alunos erraram, evidenciou-se que grande parte dos alunos não tinham os subsunçores necessários para ancorar essa aprendizagem e decidiu-se então mudar os rumos do trabalho e avaliar se o blog poderia servir como organizador prévio para o estudo da estereoscopia e de imagens tridimensionais. Para tanto a proposta era comparar três estratégias diferentes de utilização do blog para ao final poder comparar e poder constatar qual delas era a mais efetiva, apresentava melhores resultados.

O planejamento de três diferentes sequências didáticas, uma para cada turma, permitiu comparar a formação/desenvolvimento dos subsunçores e mostrou que, embora os resultados da turma 2, que usou o blog sem interferência do professor, tenham sido bons, a mediação do professor agindo de forma a potencializar a interação entre os alunos, permitindo a formação de atitudes condizentes com a realização de trabalho em grupo e reforçando os procedimentos necessários para uma boa busca de informações, aprimorou a aprendizagem, conforme resultado da turma 3 na primeira afirmativa, onde além de 100% de acerto, todos os alunos assinalaram que concordavam totalmente com a afirmativa verdadeira apresentada .

Como já se esperava, na turma 1 durante o momento em que deviam pesquisar para em seguida fazerem o pós-teste, muito alunos ficavam dispersos, chegando por vezes a navegarem em redes sociais e outros sites não relacionados ao estudo. Existiu pouca interação entre eles e pouco se compartilhou sobre qualquer aprendizado, o que não coaduna com o planejamento realizado que levava em consideração não apenas os conteúdos conceituais, mas também os procedimentais e atitudinais (ver Apêndice A – Unidade didática aplicada na Turma 1).

Na turma 2, os alunos se dispersaram menos e logo reproduziam os testes da primeira postagem, existindo descontração e interação entre os alunos. Ao

longo das postagens discutiam e compartilhavam as novas descobertas. Aos poucos iam chegando para manusear o estereoscópio e as imagens estereoscópicas, que foram disponibilizados e que eles haviam apreendido a construir e utilizar.

Com a turma 3 teve-se o encontro semelhante ao que ocorre em dia qualquer de aula, porém os alunos foram bem mais participativos. Com certeza o uso de mídias digitais e aparatos experimentais propiciaram um momento mais agradável e despertou nos alunos um maior interesse sobre o estudo. Os alunos foram acompanhando as postagens, de acordo com a orientação do professor, e responderam bem quando incentivados a interagirem entre si, principalmente durante o estudo da primeira postagem. Durante o estudo da segunda postagem cada aluno seguiu um ritmo diferente e foram clicando e entendendo a proposta de cada animação. Por fim, quando estudavam a terceira postagem, chegaram a formar fila para usar o estereoscópio e alguns, de tão empolgados, as vezes prologaram-se, querendo testar todos os pares de imagens estereoscópicas disponíveis.

A simplicidade e o fácil manuseio do estereoscópio contribuíram fortemente para um momento lúdico e de descontração entre os alunos.

Um ponto que deve ser trabalhado com cuidado é o fato de permitir que os alunos leiam e estudem a postagem ao passo que forem testando as animações e assistindo os vídeos. Talvez o fato do professor ir direcionando o estudo das postagens tenha feito com que os alunos não lessem o texto existente entre as mídias e acabaram perdendo alguma informação importante.

Baseado em todo o estudo feito para que fosse possível o desenvolvimento desse trabalho e nos resultados obtidos pelas turmas 2 e 3, que melhoraram 42% e 36%, respectivamente, conforme análise quantitativa apresentada no Gráfico 1 inserido no capítulo de análise dos resultados, pode-se considerar que o uso do blog, a partir do que foi planejado nas unidades didáticas para as turmas 2 e 3 (ver apêndices B e C) permitiu que fosse alcançado o objetivo proposto nesta dissertação de que este servisse como organizador prévio para formar e/ou aperfeiçoar os subsunçores necessários à compreensão dos conceitos científicos envolvidos nas formações das imagens tridimensionais.

### **6.1. Perspectivas para o futuro**

Espera-se que esta dissertação possa servir como referência no estudo das imagens tridimensionais e que os dados coletados possam incentivar o desenvolvimento de um banco de dados de questões a cerca das concepções espontâneas e conhecimentos prévios dos alunos sobre os conceitos de óptica e, principalmente, no estudo da visão humana.

## REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. P; **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Paralelo: Lisboa, 2000.
- BAPTISTA, M. M; **Desenvolvimento e Utilização de animações em 3D no ensino de Química**. UNICAMP, 2013. Acesso: <<http://www.quimica3d.com/m770596/br-c1.php>> em outubro de 2015.
- BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio (PCNEM)** Ministério da Educação, – Brasília: MEC. SENTEC. 2000.
- BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio (PCN+)** Ministério da Educação, – Brasília: MEC. SENTEC. 2006.
- BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Base Nacional Comum (documento em discussão)** Ministério da Educação, – Brasília: MEC. CONSED. Acesso <<http://www.deolhonosplanos.org.br/wp-content/uploads/2015/09/BNCC-APRESENTACAO.pdf>> em 10/02/2016
- BICAS, H. E. A; **Fisiologia da visão binocular**. *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*. [online]. 2004, vol.67, n.1, pp. 172-180. ISSN 1678-2925.
- COSTA, E. V; ALMEIDA, L. C; **Imagens tridimensionais: formação e análise**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. v. 27, n. 2, p. 231 - 235, (2005).
- DELFIN, T.F; JESUS, V.L.B. de; **O problema da simultaneidade na lei do impedimento do futebol**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 2011, vol.33.
- HAY, R. H; KNAACK, L; **Evaluating the learning in learning objects**. *Open Learning: The Journal of Open and Distance Education*, v. 22, n. 1, p. 5-28, 2007.
- KELLY, C. E. G; **A utilização e a construção de imagens 3d como tema motivador no ensino de óptica para alunos do ensino médio**. CEFET/RJ, 2013.
- LUNAZZI, J. J; **Fazendo 3D com uma câmera só**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 2011.
- LUNAZZI, J. J; FRANÇA, M. C. F; MORI, A. S. **Revivendo o Estereoscópio de Wheatstone**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 2015.
- MASCHIO, A. V; **A Estereoscopia: Investigação de Processos de Aquisição, Edição e Exibição de Imagens Estereoscópicas em Movimento**. Tese de Mestrado em Desenho Industrial, UNESP, Bauru, 2008.
- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a Teoria e Textos Complementares**. Editora Livraria a Física. 2011.

MOREIRA, M. A. *Revista Chilena de Educación Científica*, Vol. 7, No. 2, 2008 , pp. 23-30. Revisado em 2012.

RIBEIRO, J. L. P; VERDEAUX, M. F. S; **Reflexão e polarização em óculos 3D**. Física na escola v. 13, n. 1, 2012.

ROBERTO, E. V. **Aprendizagem ativa em ótica geométrica: experimentos e demonstrações investigativas**. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

SEARS & ZEMANSKY; Física IV: ótica e física moderna / Hugh D. Young , Roger A. Freedman. São Paulo: addison Wesley, 2004.

SISCOOTTO, R. A; SZENBERG, F; TORI, R; RAPOSO, A. B; CELES, W; GATTASS, M. **Estereoscopia**, 2004.

YANOFF, M; DUKER, J. S; **OFTAMOLOGIA**, Elsevier Editora Ltda, 2011.

<[http://www.visaomonocular.org/Banco\\_de\\_Arquivos/Artigos/Estereoscopia\\_Abordagem\\_Basica.pdf](http://www.visaomonocular.org/Banco_de_Arquivos/Artigos/Estereoscopia_Abordagem_Basica.pdf) > acesso em 10/2015.

<<http://futurelab.com.br/site/futureblog/como-funciona-o-3d/>> acesso em 10/2015.

<<http://www.alunosonline.com.br/quimica/luz-polarizada-nao-polarizada.html>> acesso em 10/2015.

<<http://efeitoazaron.com/2010/02/17/como-conseguir-filtros-polarizadores-sem-gastar-nada/>> acesso em 10/2015.

<<http://www.tecmundo.com.br/3d/8154-como-funcionam-os-diferentes-tipos-de-3d-.htm>> acesso em 08/2015.

## **APÊNDICES**

### **Apêndice A – Unidade didática aplicada na Turma 1.**

**Título:** A física envolvida nas formações das imagens tridimensionais.

**Tema:** Estereoscopia e formações de imagens tridimensionais.

**Objetivo:** Pesquisar e compreender como funcionam as principais tecnologias envolvidas nas formações das imagens tridimensionais.

**Conteúdos:**

- Conceituais: Luz, Visão binocular, Tecnologias estereoscópicas, Óptica da visão.
- Procedimentais: Pesquisa na internet, Leitura compreensiva.
- Atitudinais: Interesse pela pesquisa, interação comunicativa, organização.

**Cronograma:** 2 h/a de 45 minutos cada (total de 1 hora e quinze minutos).

**Sequência Didática:**

Os alunos deverão acomodar-se um por computador

Os primeiros 15 minutos serão utilizados para orientação sobre os critérios relativos as alternativas do questionário e sua aplicação.

Durante 1 hora deverão realizar livre pesquisa na internet sobre os conceitos físicos envolvidos nas formações e exibições de imagens tridimensionais.

Os últimos 15 minutos serão utilizados para nova aplicação do questionário.

**Avaliação:** comparativa entre os questionários objetivos, aplicados como pré e pós-testes.

**Referências:** Livre pesquisa na internet.

## Apêndice B – **Unidade didática aplicada na Turma 2.**

**Título:** A física envolvida nas formações das imagens tridimensionais.

**Tema:** Estereoscopia e formações de imagens tridimensionais.

**Objetivo:** Pesquisar e compreender como funcionam as principais tecnologias envolvidas nas formações das imagens tridimensionais.

### **Conteúdos:**

- Conceituais: Luz, Visão binocular, Tecnologias estereoscópicas, Óptica da visão.
- Procedimentais: Pesquisa na internet, Leitura compreensiva.
- Atitudinais: Interesse pela pesquisa, interação comunicativa, organização.

**Cronograma:** 2 h/a de 45 minutos cada (total de 1 hora e quinze minutos).

### **Sequência Didática:**

Os alunos deverão acomodar-se um por computador

Os primeiros 15 minutos serão utilizados para orientação sobre os critérios relativos as alternativas do questionário e sua aplicação.

Durante 1 hora deverão acessar o blog: [www.fiscadasimagenstridimensionais.blogspot.com](http://www.fiscadasimagenstridimensionais.blogspot.com) e estudarem as 3 primeiras postagens sobre os conceitos físicos envolvidos nas formações e exibições de imagens tridimensionais. Os alunos devem ser encorajados a reproduzirem o teste apresentado na primeira postagem, a utilizarem as animações sobre as técnicas estereoscópicas da segunda postagem e manusearem o estereoscópio e os pares de imagens estereoscópicas disponibilizados.

Os últimos 15 minutos serão utilizados para nova aplicação do questionário.

**Avaliação:** comparativa entre os questionários objetivos, aplicados como pré e pós-testes.

**Referências:** utilização do blog indicado.



## Apêndice C – Unidade didática aplicada na Turma 3.

**Título:** A física envolvida nas formações das imagens tridimensionais.

**Tema:** Estereoscopia e formações de imagens tridimensionais.

**Objetivo:** Pesquisar e compreender como funcionam as principais tecnologias envolvidas nas formações das imagens tridimensionais.

### **Conteúdos:**

- Conceituais: Luz, Visão binocular, Tecnologias estereoscópicas, Óptica da visão.
- Procedimentais: Pesquisa na internet, Leitura compreensiva.
- Atitudinais: Interesse pela pesquisa, interação comunicativa, organização.

**Cronograma:** 2 h/a de 45 minutos cada (total de 1 hora e quinze minutos).

### **Sequência Didática:**

Os alunos deverão acomodar-se um por computador

Os primeiros 15 minutos serão utilizados para orientação sobre os critérios relativos as alternativas do questionário e sua aplicação.

Durante 1 hora deverão acessar o blog: [www.fiscadasimagenstridimensionais.blogspot.com](http://www.fiscadasimagenstridimensionais.blogspot.com) e estudarem as 3 primeiras postagens sobre os conceitos físicos envolvidos nas formações e exibições de imagens tridimensionais. Os alunos devem ser encorajados a reproduzirem o teste apresentado na primeira postagem, a utilizarem as animações sobre as técnicas estereoscópicas da segunda postagem e a manusearem o estereoscópio e os pares de imagens estereoscópicas disponibilizados.

Os últimos 15 minutos serão utilizados para nova aplicação do questionário.

**Avaliação:** comparativa entre os questionários objetivos, aplicados como pré e pós-testes.

**Referências:** utilização do blog indicado.

## **Questionário**

Este questionário faz parte de uma dissertação de mestrado, vinculada ao programa **Mestrado Nacional Profissional em Ensino de física (MNPEF)**, e foi produzido pelo mestrando **Sidney Rocha Gomes**, com finalidade de aprofundar no estudo sobre os **conceitos físicos aplicados na formação, exibição e percepção de imagens tridimensionais.**

Para cada afirmativa, marque uma alternativa, de acordo com a seguinte referência:

- (a)** discorda totalmente.
- (b)** discorda.
- (c)** não concorda nem discorda.
- (d)** concorda.
- (e)** concorda totalmente.

1. Uma condição obrigatória para que uma pessoa enxergue imagens tridimensionais é ter dois olhos.
2. Só é possível enxergar imagens tridimensionais se usarmos óculos especiais iguais aos fornecidos nas sessões de cinema.
3. Todos os animais que usam o sentido da visão enxergam em três dimensões.
4. Animais que são predadores, como leões e lobos, normalmente percebem as três dimensões com sua visão.
5. Animais que são presas, como coelhos e cavalos, normalmente percebem as três dimensões com sua visão.
6. No Anaglifo, que utilizam óculos coloridos para enxergar imagens tridimensionais, a imagem percebida tem as mesmas cores do objeto.
7. Nos óculos polarizadores, a intensidade da luz aumenta ao passar pelas lentes.
8. Nos aparelhos de TV que possuem o sistema de Obliteradores Sincronizados, para fornecerem ao telespectador uma imagem tridimensional, a imagem enxergada pelos dois olhos é a mesma.
9. É possível enxergar imagens tridimensionais em um monitor ou TV sem o uso de óculos.
10. Imagens estereoscópicas são duas imagens exatamente iguais colocadas lado a lado.