



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS REALEZA
CURSO DE FÍSICA – LICENCIATURA

DEBORA REGINA SCHMIDT

REPRESENTAÇÃO DE OBJETOS TRIDIMENSIONAIS EM PAPEL:
ANÁLISE DA HABILIDADE DOS ACADÊMICOS DO CURSO DE LICENCIATURA EM
FÍSICA DA UFFS, À LUZ DA PERSPECTIVA SEMIÓTICA E DOS CONCEITOS DE
ELETROMAGNETISMO

REALEZA/PR

2016

DEBORA REGINA SCHMIDT

**REPRESENTAÇÃO DE OBJETOS TRIDIMENSIONAIS EM PAPEL:
ANÁLISE DA HABILIDADE DOS ACADÊMICOS DO CURSO DE LICENCIATURA EM
FÍSICA DA UFFS, À LUZ DA PERSPECTIVA SEMIÓTICA E DOS CONCEITOS DE
ELETROMAGNETISMO**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do grau de licenciada em Física pela Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Realeza.

Orientador: Prof. Drº Carlos Alberto Cecatto

REALEZA/PR

2016

FICHA CATALOGRÁFICA

DGI/DGCI - Divisão de Gestão de Conhecimento e Inovação

Schmidt, Debora Regina
REPRESENTAÇÃO DE OBJETOS TRIDIMENSIONAIS EM PAPEL::
ANÁLISE DA HABILIDADE DOS ACADÊMICOS DO CURSO DE
LICENCIATURA EM FÍSICA DA UFFS, À LUZ DA PERSPECTIVA
SEMIÓTICA E DOS CONCEITOS DE ELETROMAGNETISMO/ Debora
Regina Schmidt. -- 2016.
64 f.:il.

Orientador: Carlos Alberto Cecatto.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Licenciatura em Física, Realeza, PR, 2016.

1. Ensino de Física. I. Cecatto, Carlos Alberto,
orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III.
Título.

DEBORA REGINA SCHMIDT

**REPRESENTAÇÃO DE OBJETOS TRIDIMENSIONAIS EM PAPEL:
ANÁLISE DA HABILIDADE DOS ACADÊMICOS DO CURSO DE LICENCIATURA EM
FÍSICA DA UFFS, À LUZ DA PERSPECTIVA SEMIÓTICA E DOS CONCEITOS DE
ELETROMAGNETISMO**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do grau de licenciada em Física pela Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Realeza.

Orientador: Prof. Drº Carlos Alberto Cecatto

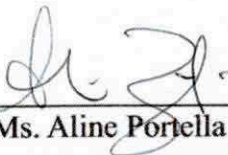
Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:

21/06/16

BANCA EXAMINADORA



Prof. Drº Carlos Alberto Cecatto



Prof. Ms. Aline Portella Biscaino



Prof. Drº Clovis Caetano

Dedico este trabalho a todos que, de uma forma direta ou indireta, ao longo da minha formação acadêmica fizeram – me rascunhar algo a lápis e papel.

AGRADECIMENTOS

Agradeço:

- ✓ A Deus, pela sabedoria;
- ✓ Ao meu orientador, Prof. Drº Carlos Alberto Cecatto, pelas contribuições;
- ✓ Aos mestres e servidores da Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Realeza, que fizeram parte da minha formação acadêmica;
- ✓ A minha família, em especial ao meu filho, pelo apoio e paciência;
- ✓ Aos meus amigos e colegas que me incentivaram nesse processo;
- ✓ E a todos que de uma forma direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho.

A todos o meu MUITO OBRIGADA!

RESUMO

A representação por meio de desenhos, à luz da perspectiva semiótica, é uma importante ferramenta para o ensino de Física. Valer-se destas representações favorece o processo de significação e de comunicação do conhecimento a ser ensinado, pois elas podem simplificar, fortalecer e aprimorar a compreensão de situações da Física. Todavia, desenhar exige técnica e habilidade, ainda mais no que tange as representações em perspectiva. Ao longo da formação acadêmica em Física – Licenciatura pela Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) - Campus Realeza, os acadêmicos não possuem uma componente curricular específica com a finalidade de ensinar esta técnica. Analisar e identificar se há déficit de habilidades de um grupo de acadêmicos do referido curso, avaliar de que forma o currículo do curso de física se preocupa com a prática em questão, quais são as ferramentas disponibilizadas para o desenvolvimento da técnica do desenho e pensar nas possibilidades desta consequência foram os propósitos desta pesquisa, que foi realizada por meio de uma abordagem quali-quantitativa. O instrumento para a coleta de dados, foi a aplicação de um questionário com 07 enunciados que abordavam conteúdos do eletromagnetismo. Este tinha por finalidade investigar a capacidade dos acadêmicos do curso supracitado em realizar desenhos representativos de fenômenos físicos e fornecer dados para analisar se essas representações comunicavam o que de fato se pretendia. Das análises foram criadas cinco categorias, que diante dos resultados percebe-se a dificuldade dos indivíduos em realizar a representação dos objetos e/ou conceitos, que está relacionada não só com a dificuldade das técnicas do desenho, mas com os próprios conceitos.

Palavras-chave: Ensino de Física. Formação acadêmica. Representação Semiótica. Desenho.

RESÚMEN

La representación mediante ilustraciones, a la luz de la perspectiva semiótica, es una importante herramienta de enseñanza de la Física. Hacer uso de estas representaciones beneficia el proceso de significación y de comunicación del conocimiento que se enseña, pues pueden simplificar, fortalecer y mejorar la comprensión de los estudios de la Física, pero, dibujar exige técnica y habilidad, aun cuando se trata de las representaciones en perspectiva. Durante los años de la formación académica en el curso de Física – Licenciatura por la Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) – Campus Realeza, los estudiantes sienten falta de una componente curricular específica que tiene como finalidad enseñar esta técnica. Investigar e identificar si ocurre el déficit de habilidades de un grupo de los alumnos de este curso, evaluar cual la forma el currículo del curso está preocupado con este modo de enseñanza, cuales son las herramientas disponibles para el desarrollo de la técnica del dibujo y reflejar en las posibilidades de la consecuencia eran las propuestas de esta investigación, que fue hecha por medio de un abordaje cualitativa y cuantitativa. El instrumento utilizado para la reunión de datos fue la aplicación de un cuestionario conteniendo 07 preguntas sobre los contenidos del electromagnetismo. La finalidad del instrumento era investigar la capacidad de los estudiantes del curso en hacer dibujos que representen los fenómenos físicos y como era esta representación, en que debía comunicarse con lo que de hecho si esperaba. Después de los análisis, las respuestas fueran divididas en cinco categorías para saber la dificultad de los individuos en realizar las representaciones de los objetos o de los conceptos, en que no está en conexión no solo con la dificultad de los dibujos, pero también con los propios conceptos.

Palabras-clave: Enseñanza de la Física. Académica formação. Representación Semiótica. Ilustraciones.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Diagrama de diferentes representações	17
Figura 02 – Exemplo de Conversão entre representações semióticas	21
Figura 03 – Representação esquemática das Linhas de Força do Campo Elétrico criado por uma carga puntual	33
Figura 04 – Representação esquemática das Linhas de Força do Campo Elétrico gerado pela interação entre cargas elétricas	33
Figura 05 – Representação esquemática de um cubo na perspectiva cavaleira	34
Figura 06 – Esquema de linhas de Força do campo uniforme existente entre duas placas eletrizadas com cargas de sinais contrários	35
Figura 07 – Representação das linhas de indução do Campo Magnético criado por um ímã em forma de um paralelepípedo	36
Figura 08 – Linhas de Campo Magnético produzida por uma corrente num fio metálico longo	37
Figura 09 – Representação esquemática de linhas de campo magnético produzido por uma corrente elétrica que percorre a barra	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Quantidade de Respostas que apresentaram dificuldades conceituais, por questão	40
Tabela 02 – Quantidade de Respostas que apresentaram dificuldades na interpretação do conceito, por questão	41
Tabela 03 – Quantidade de Respostas que apresentaram dificuldades na representação do conceito, por questão	44
Tabela 04 – Representações congruentes	48

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Representações em que houve dificuldades do conceito	44
Quadro 02 – Representações em que houve dificuldades na representação do conceito	47
Quadro 03 – Representações congruentes	49

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1	REPRESENTAÇÃO SEMIÓTICA NA PERSPECTIVA DE RAYMOND DUVAL	16
2.1.1	Representações mentais, computacionais e semióticas	16
2.1.2	A teoria dos registros de representação semióticas	19
2.2	A REPRESENTAÇÃO SEMIÓTICA COMO UM MECANISMO PEDAGÓGICO	22
2.2.1	Interação entre o desenho, figuras geométricas e a Física	24
2.2.2	Registro figural: o desenho	26
2.3	O QUE DIZEM ALGUNS DOCUMENTOS	27
2.3.1	PPC de Física	28
2.3.2	PCN+	29
3	METODOLOGIA	31
3.1	PROCESSO DE TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS	32
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	40
4.1	DIFICULDADES CONCEITUAIS	40
4.2	DIFICULDADES NA INTERPRETAÇÃO DO CONCEITO	41
4.3	DIFICULDADES NA REPRESENTAÇÃO DO CONCEITO	44
4.4	REPRESENTAÇÕES CONGRUENTES	48
4.5	O QUE PENSAM OS ALUNOS SOBRE O DESENHO COMO PRÁTICA DE ENSINO?	50
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
	REFERÊNCIAS	55
	APÊNDICE A – Questionário	60

1 INTRODUÇÃO

Durante o processo de ensino de Física não só a linguagem, mas os próprios conceitos, que inseparáveis da matemática e desvinculados, muitas vezes, da realidade, dificultam por si só a aprendizagem dos saberes científicos relacionados a esta ciência. Por isso, no decorrer da Educação Básica é perceptível a presença de diversos símbolos, como por exemplo os esquemas, as figuras, os gráficos, entre outros tantos.

Nesse contexto, em muitas situações dentro de sala de aula, o professor da respectiva área utiliza os símbolos a fim de que um mesmo objeto matemático (ideias, conceitos, propriedades, estruturas) – quais não são diretamente acessíveis, devido as suas abstrações – possa assumir diferentes formas de representação, com o propósito de possibilitar aos alunos a compreensão de um dado conhecimento.

Diante do exposto, é possível identificar que os simbolismos se portam como uma forma de linguagem e/ou de comunicação, pois é através deles que se intermedeia o conhecimento. Laburú e Silva (2011) apontam que a linguagem dentro de sala de aula é quem medeia as interações entre os próprios indivíduos e/ou eles com o próprio saber.

Dessa forma, identificar as representações dos simbolismos que apresentam dificuldades para e na comunicação e buscar caminhos para amenizar estes obstáculos que existem nesse processo é necessário para tornar o conhecimento mais acessível aos alunos e desencadear saberes formativos nos e para os professores. Ainda, identificar essas dificuldades durante a formação acadêmica implica a possibilidade de, em tempo, formar profissionais cada vez mais capacitados e propostos a tornar o ensino mais eficaz a partir das práticas docentes, incentivando o aluno a refletir, discutir e a elucidar problemas.

A reflexão crítica do professor sobre sua prática docente, qual é a sua tarefa, quais são suas condições de trabalho sobre os conteúdos de ensino e a melhor forma possível de trabalhá-los para a construção do conhecimento, interfere na curiosidade epistemológica do aluno e na sua relação de afetividade com o aprendizado (BOLFER, 2008).

Ortega e Tommasiello (2015), apontam que há uma grande preocupação com os aspectos ligados não somente à aprendizagem e ao ensino, mas também relacionados à forma como o saber pode ser estruturado para ser ensinado e aprendido.

Na concepção de Duval (1993), toda atividade conceitual implica na atividade semiótica. Dessa forma, recorrer à noção de representação, seja qual for o estudo relativo à aquisição de conhecimento, é necessário e relevante em virtude da pluralidade das representações semióticas, quais se constituem num mecanismo pedagógico fundamental uma vez que, por meio da diversidade das representações é possível aprimorar consideravelmente o processo de significação e oferecer procedimentos variados de interpretação e entendimento (LABURÚ; SILVA, 2011).

Nos ambientes de ensino e aprendizagem os envolvidos possuem diferentes peculiaridades para com o respectivo processo. Uma decorrência disso é de que, muitas vezes, perante o processo de ensino, o professor precisa reestruturar ou mesmo converter (em outro registro) uma dada explicação, pois nem todos os alunos são capazes de compreender determinado conceito com a mesma condição de ensino.

Uma representação recorrente durante o ensino de Física, seja para facilitar a conceituação ou para a resolução de problemas, ou mesmo como forma de comunicação é a utilização do desenho esquemático. Este, na maioria das vezes, têm como estrutura base as formas geométricas.

Várias pesquisas indicam o uso do desenho, seja ele técnico ou não, como ferramenta para favorecer a produção e disseminação do conhecimento (MONNERAT, 2012; POSSANI, 2002; VIANA, 2000; VIANA et al., 2010; VIEIRA et al., 2012). Sendo que o desenho enquanto uma forma de linguagem pode fortalecer e aprimorar o entendimento, além de facilitar a comunicação.

Ao longo da formação acadêmica em Física – Licenciatura na Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Campus Realeza/PR, era observável, a partir de vivências próprias, que as (re)produções de desenhos esquemáticos efetuadas pelos professores do curso, com a finalidade de ensino de um determinado assunto, facilitava a comunicação e a aprendizagem e, conseqüentemente, a apropriação daqueles conceitos envolvidos na situação. Todavia, quando o esquema envolvia desenhos em perspectiva, a reprodução destes nos cadernos de anotações, muitas vezes, não reproduzia de fato os elementos condizentes com a situação a ser representada.

Tal dificuldade persistia durante o processo de resoluções de exercícios. Quando convertido o enunciado da questão para um registro figural, havia uma compreensão mais

elaborada da situação, mas a conversão, na maioria das vezes, era feita com a colaboração do(s) professor(es).

Assim, percebida a dificuldade em desenhar no papel e/ou no quadro representações de objetos, ou mesmo conceitos, bem como também notada a ausência de um componente curricular específico voltado ao ensino de técnicas de desenho no curso de Física – Licenciatura, da UFFS, e considerando que o curso está formando professores que, provavelmente irão se deparar com situações que exijam práticas de ensino e aprendizagem capazes de driblar as dificuldades de comunicação, assim como os obstáculos existentes neste contexto, é que surgiu a necessidade da investigação a ser apresentada neste trabalho.

Focada na Teoria de Representação Semiótica de Duval, esta pesquisa é de caráter exploratória, uma vez que não se encontra um debate ou algo consolidado na literatura brasileira entre a teoria semiótica de Duval e a conversão de registros no ensino de Física durante a respectiva formação de professores, pois os estudos em geral estão concentrados na área da Matemática.

Este estudo foi desenvolvido no âmbito da graduação em Física – Licenciatura, da UFFS, Campus Realeza/PR, com o principal objetivo de identificar e analisar, a partir da conversão de registros semióticos, por meio de desenhos, se as dificuldades relatadas também estão inseridas no contexto dos demais acadêmicos do curso. Buscando assim, identificar duas possibilidades¹: se elas existem é por que não possuem a compreensão das técnicas e habilidades necessárias para fazer o desenho a lápis e papel, ou se a dificuldade está porque não houve de fato a apreensão ou mesmo a aprendizagem necessária do conteúdo a fim de que possibilite a capacidade de conversão por meio do registro figural.

Em complementação ao objetivo central outro propósito é avaliar, a partir da análise do Projeto Pedagógico do Curso (PPC), de que forma o currículo se preocupa com a prática em questão, buscando identificar quais são os apontamentos no documento quanto ao desenvolvimento da técnica do desenho, e pensar nas implicações do resultado encontrado para a formação acadêmica.

Neste trabalho é apresentado um aprofundamento teórico a respeito das representações semióticas por meio da teoria dos registros de representação semiótica de Raymond Duval.

¹ Ressalta-se que podem existir outras possibilidades, mas neste trabalho limita-se a investigar apenas duas.

Optou-se por este marco teórico em virtude dos estudos sobre os registros semióticos e o funcionamento cognitivo do pensamento, bem como pela existência de integração natural entre a Física e a Matemática, uma vez que a Física além de envolver um agrupamento de informações e a produção de uma estrutura conceitual, possui atrelada a ela os saberes de ordem matemática.

Metodologicamente, a pesquisa se dá pelo método de análise quali-quantitativo. O instrumento para a coleta de dados foi um questionário com 07 perguntas, com o propósito identificar a importância dada pelos acadêmicos à temática da pesquisa. Em sequência, identificar qualitativamente a partir da conversão do registro que utiliza a linguagem escrita para o registro figural. E, ainda, se aquele registro é capaz de “mostrar” e fazer compreender o que se pretendia comunicar ou mesmo se faz dele uma boa representação do fenômeno ou conceito em estudo, atribuindo argumentos relevantes sobre a análise e as implicações na formação do acadêmico. Enquanto isso, quantitativamente busca-se analisar o valor relativo dos alunos, participantes da pesquisa, que conseguiram realizar a conversão, identificando se de fato foi porque não possuem a compreensão do objeto ou se não dominam as técnicas do desenho.

Os conceitos abordados nas questões de pesquisa pertencem a área de saberes do eletromagnetismo. Optou-se por esta área com o pressuposto de que, em algum momento da sua escolarização os alunos tenham tido oportunidades de aprendizagem dos conceitos envolvidos, assegurando assim que todos os acadêmicos do curso de Física – Licenciatura pudessem participar da pesquisa, e pelo fato de que os fenômenos físicos envolvidos pelo eletromagnetismo se dão no espaço e “levar” isso para uma representação na forma de desenho vai exigir esquemas com aspectos tridimensionais.

Sem pretensão de uma exposição exaustiva dos temas que serão detalhados ao longo da obra, em linhas gerais, este trabalho está dividido em três grandes eixos, um relacionado ao aporte teórico, onde é apresentada a teoria de Registros Semióticos, bem como a importância desta para o ensino e aprendizagem de Física e, de que forma o desenho, com base em figuras geométricas, se relaciona com o ensino e aprendizagem de Física. Noutro está disposto a metodologia da pesquisa, e por fim, numa terceira seção, apresentam-se os resultados e análises. Cada eixo apresenta subseções, convenientes ao assunto tratado em cada um deles.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 REPRESENTAÇÃO SEMIÓTICA NA PERSPECTIVA DE RAYMOND DUVAL

Raymond Duval – filósofo, psicólogo de formação e professor de uma universidade Francesa – é pesquisador da aprendizagem matemática e do papel dos registros de representação semiótica para a apreensão do conhecimento matemático no contexto da Psicologia Cognitiva, que de um modo geral pode ser compreendida como a área que estuda a cognição, ou seja, os processos mentais que estão por detrás do comportamento humano (GARDNER, 1995). Duval defende que qualquer conhecimento mobilizado por um sujeito tem a necessidade de uma atividade de representação (DUVAL, 1993).

Na ciência da matemática, bem como na ciência Física, as representações são centrais, uma vez que os objetos matemáticos, só podem sê-los por representações (PINHEIRO; BARRETO, 2013). Isso porque um objeto matemático não tem existência física. O sujeito o constrói por abstração reflexiva a partir de suas coordenações das ações ao interagir com o mundo real e, ao fazer isto, o sujeito o representa mentalmente com a utilização de registros (BRANT; MORETTI, 2005).

Para Duval (1993), existem três tipos de representações, que realizam diferentes funções, são elas: as representações mentais, as computacionais e as semióticas.

2.1.1 Representações mentais, computacionais e semióticas

As representações mentais correspondem a todo conjunto de imagens e de concepções que um indivíduo pode ter sobre um objeto ou situação, mas que não se prestam a tratamentos, porém mobiliza um registro semiótico e a sua prática mental (DUVAL, 1993). São representações internas e conscientes que satisfazem, além das imagens mentais, os conceitos, ideias e crenças, entre tantos outros (BRANT; MORETTI, 2005).

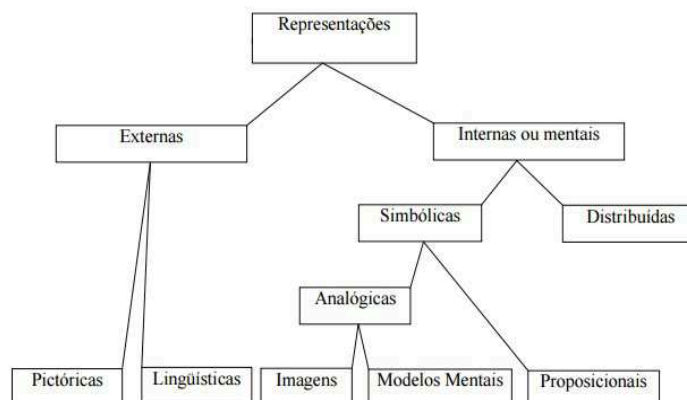
Já as representações computacionais são aquelas que privilegiam o tratamento de uma informação, que por sua vez se caracteriza pela execução automática de uma determinada tarefa, a fim de produzir uma resposta adaptada à situação. Trata-se de um registro mecânico

que o sujeito executa sem pensar em todos os passos necessários para a sua resolução. São representações internas e não são conscientes (DUVAL, 2009).

Por fim, as representações semióticas são produções constituídas pelo emprego de signos pertencentes a um sistema de referência ao qual está associado um conceito ou conjunto deles (DUVAL, 1993). Esta concepção surgiu com os estudos de Duval, na década de 80 e são representações conscientes e externas. Por meio de unidades significativas, como por exemplo os pontos (signo), é possível a percepção do objeto que se pretende representar (DUVAL, 2009).

A fim de deixar claro a ideia das funções das representações internas e externas, que são mencionadas nas três definições acima vejamos a figura 1 abaixo:

Figura 01 - Diagrama de diferentes representações.



Fonte: FERNANDES, 2000.

Pela figura acima, as representações subdividem-se em externas e internas/mentais. Uma vez compreendido que representações pictóricas correspondem a desenhos, figuras, diagramas, e as linguísticas à palavra escrita ou falada, é possível destacar pelas características de cada representação que as externas podem e são utilizadas principalmente na comunicação entre os indivíduos. Já as internas são utilizadas no processamento mental. Em razão disso, toda representação externa é semiótica e muitas representações mentais são representações semióticas interiorizadas (DUVAL, 2012).

Desse modo, “uma representação (semiótica, mental ou computacional) tem a função de ‘estar no lugar’ na ausência do objeto representado” (SOUZA, 2010, p. 26).

Compreendendo a semiótica como uma ciência dos símbolos que estuda sistemas de significação (HOUASSIS, 2009), ou mais diretamente, como uma ciência dos signos (SANTAELLA, 2007), tem-se o signo como algo que representa alguma coisa para alguém, podendo apresentar uma relação entre algo visual ou auditivo e a evocação de outra coisa cuja realidade pode ser simplesmente mental (LABURÚ; SILVA, 2011).

Como exemplos de representação semiótica tem-se a língua natural, a escrita algebrica, os gráficos cartesianos e as figuras geométricas. De acordo com os autores Camargo Filho, Laburú e Barros (2011), essas representações podem ser compreendidas como formas de linguagens, as quais têm a capacidade de receber, interpretar e emitir informações para o ambiente. E, ainda, é por meio da linguagem que conseguimos manipular a forma abstrata dos símbolos linguísticos, permitindo desta forma a troca de informações entre as pessoas.

As representações semióticas são consideradas por Duval (2009) como um dos meios que o sujeito dispõe para apresentar as suas representações mentais sobre um dado objeto matemático, ou seja, o sujeito pode utilizar das representações semióticas para tornar visível ou mesmo acessível a outros a sua representação mental. Nesse contexto, Brant e Moretti (2005), também consideram que, as representações semióticas são absolutamente necessárias, já que os objetos matemáticos não estão diretamente acessíveis na percepção.

Além do papel de comunicação, Duval (1993) aponta que as representações semióticas têm por função auxiliar nas tarefas, com o objetivo de reduzir custos de memória; economizar formas de tratamento, consistindo de suporte fecundo para as representações mentais; bem como colaborar com a reflexão conceitual para a operacionalização de situações reais e imaginárias; e na solução de problemas teóricos e práticos. E mais, elas tendem a auxiliar nos sistemas de representações que possuem dificuldades próprias de significado e funcionamento.

Para compreender melhor as dificuldades de significado e funcionamento, e a função das representações, vamos utilizar um exemplo: um sistema de equações algébricas. Para resolver um sistema é necessário um método, como exemplo o método de substituição ou o de Cramer. Cada um desses tem as suas regras de resolução. Conforme a relação do indivíduo

com o método pode ser mais fácil, ou mais difícil de resolver o sistema, uma vez que talvez um sistema faça mais sentido, ou tenha mais significado, do que o outro, ou seja, cada registro propicia olhares e compreensões distintas ao indivíduo.

Dessa forma, se torna imprescindível levar em conta a existência de muitos registros de representação, uma vez que elas colaboraram com a compreensão dos objetos matemáticos (DUVAL, 2012), possibilitando assim um real funcionamento cognitivo do aluno uma vez que o objetivo do ensino é a aquisição de conhecimento.

2.1.2 A teoria dos registros de representação semiótica

“O termo ‘registros de representação semiótica’ é usado para designar os diferentes tipos de representação semiótica” (VERTUAM, 2007, p. 21). Para Duval (2011), os registros são sistemas semióticos criadores de novos conhecimentos. Por sua vez, eles contemplam duas condições:

- a) Fornecer representações que possibilitem acesso e exploração a objetos inacessíveis perceptivelmente ou instrumentalmente;
- b) Proporcionar transformações de representações em novas representações.

Segundo o mesmo autor, os registros podem ser classificados em dois grupos distintos: Multifuncionais e Monofuncionais. “Os registros monofuncionais possuem tratamentos algoritmizáveis, enquanto os multifuncionais não. Sendo que, cada registro de representação favorece um tipo de tratamento” (ROSA; ALMEIDA, 2009, p. 04), e “possibilitam ao sujeito, tanto concluir um processo de objetivação, como para simplesmente comunicar-se com um interlocutor” (PATRÍCIO, 2011, p. 38).

Todavia, de acordo com Duval (2011), cada grupo se classifica em duas novas representações: as discursivas e as não discursivas. Assim, temos os:

- a) *Registros Multifuncionais na representação discursiva*, os quais correspondem aos registros na língua natural, onde se manifestam por meio de associações verbais entre

- conceitos; pelas formas de raciocínio argumentativo, as quais se baseiam em observações, crenças, entre outros; e dedutivo, que se baseiam em definições, propriedades e teoremas;
- b) *Registros Multifuncionais na representação não discursiva*, que condiz aos registros em forma de figuras geométricas planas e espaciais, que precisam de apreensão operatória;
 - c) *Registros Monofuncionais na representação discursiva*, que consiste nos sistemas de escritas numéricas, algébricas e simbólicas, bem como no cálculo;
 - d) *Registros Monofuncionais na representação não discursiva*, que consistem nos gráficos cartesianos com as mudanças de sistemas de coordenadas, interpolação, extrapolação.

Para Duval (1993), para que um sistema semiótico seja um registro de representação, é necessária a *formação* de representações em um registro semiótico particular, bem como a transformação por meio do *tratamento* e da *conversão*, às quais correspondem a atividades cognitivas diferentes.

“Essas três atividades cognitivas estão reagrupadas no que se chamam 'tarefas de produção' e 'tarefas de compreensão’” (DALLEMOLE; GROENWALD; RUIZ, 2014 p.140).

Para Duval (2004), a formação de representações semióticas e seu tratamento é mobilizada para a produção de uma resposta, seja um texto ou esquema. Já a conversão é mobilizada à compreensão de algo, como um texto ou imagem.

Respalda-se que, para melhor entender a ideia apresentada sobre as três atividades cognitivas é preciso compreender ao que corresponde cada uma das atividades. Sendo assim, compreende-se a **formação** como a elaboração de uma representação identificável (DUVAL, 1993): enunciação de uma frase, composição de um texto, desenho de uma figura geométrica, etc. Sua finalidade é de expressar as representações mentais ou lembrar um objeto real.

Já o **tratamento** de uma representação pode ser compreendido como a transformação de uma representação inicial em outra terminal, desenvolvida no mesmo registro onde ela foi formada, permitindo a ampliação da informação (DUVAL, 1993). Como exemplo tem-se a resolução de uma equação, ou um sistema delas; a reconfiguração de uma figura geométrica; e a reconfiguração de uma associação de resistores, em que várias configurações levam a um mesmo resultado. Sua função por vezes, se volta à expansão informacional, aprimorar e fortalecer com clareza o que está sendo tratado e apreendido (LABURÚ; SILVA, 2011).

Por fim, fala-se em **conversão** sempre que a transformação passa de um registro a outro, produzindo uma representação distinta da inicial (DUVAL, 1993). Isto é, “consiste em mudar de registro, conservando os mesmos objetos matemáticos, como, passar da escrita algébrica de uma equação à sua representação gráfica ou de uma representação linguística a uma figural” (DALLEMOLE; GROENWALD; RUIZ, 2014, p.141).

A capacidade do sujeito em realizar a conversão implica na coordenação dos registros mobilizados (MACHADO, 2008). “[...] os diferentes modos de representação apresentam diferentes eficácias e fraquezas em relação à precisão, clareza e capacidade de dar significado associativo às representações” (KLEIN; LABURÚ, 2012, p. 138).

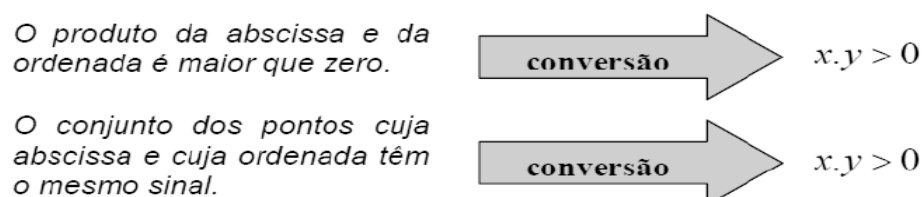
Todavia, das três propriedades a conversão é a mais complexa. A princípio, pois durante a troca de registros o sujeito necessita, além do domínio simultâneo das regras internas de tratamento de cada registro e da singularidade de cada regra de conversão, o reconhecimento do mesmo objeto representado entre duas representações (DUVAL, 1993).

Diante dessas dificuldades relacionadas à conversão, os autores Laburú e Silva (2011) apontam que “a atividade de conversão limita consideravelmente a capacidade de muitos alunos em adquirir novos conhecimentos, assim como em usar e entender o conhecimento adquirido.” (p. 15).

Duval (1993), na atividade de conversão, indica a necessidade de uma atenção quanto à sua congruência e não congruência, uma vez que pode haver menor ou maior dificuldade em sua realização.

Ao efetuar uma conversão, quando a representação semiótica final deixa perceptível a representação semiótica inicial, considera-se como congruente. De modo inverso, quando o registro inicial não é perceptível no registro em que é finalmente convertido, considera-se como não congruente (PERUCI et al., 2012). Vejamos o exemplo, na figura 2:

Figura 02 - Exemplo de conversão entre representação semiótica.



Fonte: VERTUAM, 2007.

No primeiro evento, o registro final é praticamente uma transcrição do registro inicial, o que demonstra sua congruência na conversão. O registro final “traduz” o registro inicial, podendo ser realizada facilmente no sentido contrário.

No segundo evento, o registro final em nada remete o registro inicial, o que dificulta sua conversão no sentido oposto. Assim, um dos critérios da não congruência entre registros semióticos é o da não conversibilidade do registro final para o inicial.

Duval (2009), considera que a mobilização simultânea de registros é essencial para a compreensão do objeto de estudo, que influencia significativamente na compreensão do aluno ao centrar a aprendizagem na mudança e coordenação de diferentes registros de representação através da conversão.

Na teoria de Duval a aprendizagem em matemática ocorre dependendo da aquisição e da coordenação de, pelo menos, dois registros. O papel dos registros está ligado à atividade de representação dos objetos, seja para si mesmo como é o caso da função de objetivação, seja para outros, no caso da função de comunicação, ou ainda a realização de tratamentos, neste caso funciona tanto para objetivar como para comunicar. Assim, a aprendizagem ocorre quando o sujeito realiza a produção de representações em nível de funcionamento consciente (PATRÍCIO, 2011, p. 39).

Nesse sentido, considera-se que, à teoria semiótica pode contribuir, como um instrumento de análise das hipóteses dessa pesquisa, para elucidar dificuldades que possam ocorrer com as conversões dos conceitos envolvidos pela Física, em específico do eletromagnetismo.

2.2 A REPRESENTAÇÃO SEMIÓTICA COMO UM MECANISMO PEDAGÓGICO

Recorrer à noção de representação, seja qual for o estudo relativo à aquisição de conhecimento, é necessário e relevante pois a pluralidade das representações semióticas constitui um mecanismo pedagógico fundamental (DUVAL, 1993; PATRÍCIO, 2011), uma vez que os diferentes registros possibilitam estabelecer relações e apropriação do objeto em estudo, e ainda aprimorar consideravelmente o processo de significação aos alunos (LABURÚ; SILVA, 2011).

No contexto da necessidade da conversão, Machado (2008, p. 16) aponta que “do ponto de vista matemático, a conversão intervém para escolher o registro no qual o tratamento a ser efetuado é mais econômico, mais potente ou para obter um segundo registro que serve de suporte ou de guia aos tratamentos que se efetuam em um outro registro”.

“Substantivos do tipo: “tradução”, “ilustração”, “transposição”, “interpretação”, “codificação” etc. são operações que a uma representação de um registro dado fazem corresponder à outra representação num outro registro”. (SOUZA, 2010, p.43).

Segundo Duval (1993), se o registro de representação é bem escolhido, as representações destes registros podem ser suficientes para permitir a compreensão do conteúdo conceitual representado, mas essa hipótese parece ser suficiente se referida apenas aos sujeitos que têm um bom domínio da atividade matemática.

O principal caminho das aprendizagens de base matemática não pode ser somente a automatização de certos tratamentos ou a compreensão de noções, mas deve ser a coordenação de diferentes registros de representação, necessariamente mobilizados por estes tratamentos ou por esta compreensão. A coordenação de registros aparece como condição fundamental para todas as aprendizagens de base, ao menos nos domínios em que os únicos dados que são utilizados são as representações semióticas [...]” (DUVAL, 1993, p. 284).

Quando pensadas na produção do conhecimento, as representações semióticas proporcionam e/ou permitem ao professor de Física representar de diversas formas um mesmo conhecimento, atendendo as necessidades dos diversos sujeitos dentro de sala de aula, bem como ser mais objetivo no auxílio de resolução de problemas físicos ou geométricos (LABURÚ; SILVA, 2011).

Oportunidades educacionais que combinam modos e formas representacionais variados, satisfazendo conseqüentemente distintos perfis individuais cognitivos e subjetivos, aumentam a ocasião dos estudantes realizarem seu potencial intelectual e, assim, haver uma aprendizagem com significado (LABURÚ; SILVA, 2011, p. 27).

Para os mesmos autores, é senso comum entre os professores da área, considerar que seus alunos têm grandes dificuldades em aprender física. Dentre essas dificuldades está a exigência considerável de simbolização que os conteúdos científicos concentram. A respeito dos símbolos, eles não se referem apenas as representações semióticas ligadas à produção da

linguagem lógica ou algébrica, mas igualmente à produção de diversos signos necessários à comunicação dos conhecimentos físicos por meio dos registros não discursivos.

A título de ilustração do que os autores colocam como registros semióticos não discursivos, necessários à comunicação dos conhecimentos físicos, tem-se: no estudo da óptica geométrica, que duas retas e pontas em forma de flecha representam raios de luz; na mecânica, três eixos ortogonais designam o conceito de referencial; no eletromagnetismo, o desenho com pontos, cruz, traços retos ou curvos, com pontas de flechas representam as linhas de campo; nos estudos dos circuitos elétricos temos um conjunto de esquemas com enormidade de códigos e regras de associação; temos as representações gráficas para tratar das funções matemáticas; e por fim, em termodinâmica têm-se os abstratos esquemas de máquinas térmicas ou modelo de gases.

Assim, dentre as competências relacionadas às estratégias didáticas, interligadas com as representações semióticas, que colaboram com a compreensão dos fenômenos físicos ou mesmo com a própria comunicação, está a conversão por meio dos registros figurais, com base em desenhos que utilizam formas geométricas – foco de pesquisa deste trabalho.

2.2.1 Interações entre o desenho, figuras geométricas e a física

A aprendizagem em Física constitui, com efeito, um campo de estudo fértil para a análise de atividades cognitivas fundamentais como a conceitualização, a resolução de problemas e também a compreensão de textos. Essas atividades cognitivas requerem a utilização de sistemas de expressão e de representação como as escrituras para os números, notações simbólicas para os objetos, escritura algébrica, figuras geométricas, representações em perspectivas, gráficos cartesianos, diagramas, esquemas etc. Esses sistemas semióticos são imprescindíveis para a compreensão em Física ou são apenas um modo apropriado para a função de comunicação? (SOUZA, 2010, p. 18).

Alguns modos e formas representacionais são mais apropriados para iniciar uma mediação da construção de registros científicos dentro da área da física, tais como a língua natural ou a ilustração por desenho (LABURÚ; SILVA, 2011).

Pensando no desenho, enquanto representação semiótica, por meio de suas características, estrutura, organização e inter-relações, ele pode influir de forma significativa na aprendizagem de conceitos em Física, pois são através deles que se definem conceitos, demonstram-se propriedades, resolvem-se problemas e desenvolve-se o raciocínio lógico

(ZUIN, 2001). Quando lidamos com desenhos, estamos lidando com o aspecto visual do pensamento e da memória (SANTOS, 2005).

Para Duval (2012), as atividades de construção de figuras são ações que privilegiam a formação de representação de um objeto matemático ou de uma situação matemática no registro figurativo:

[...] elas não respeitam a significação perceptiva das diferentes unidades figurais, mas a subordinam aos elementos conceituais presentes na definição dos objetos. Essas atividades levam, deste modo, a considerar as figuras geométricas como figuras matemáticas. As atividades de construção permitem descobrir, mobilizar e controlar a produtividade heurística das figuras. (DUVAL, 2012, p.286)

O desenho possibilita ao professor realizar uma comunicação e colabora com a aprendizagem dos alunos.

2.2.2 Registro figural: o desenho

Dentro da esfera de ensino, aos olhos de quem tem a prática do desenho parece simples, ou até mesmo trivial, a representação dos simbolismos. Mas não é. Muitas vezes, ao considerar tal prática trivial, os professores acabam por encobrir incorreções de conceituação, pois interpretam como simples inexactidão de memorização ou falta de domínio operacional dos signos ou de seu modo de comunicação (LABURÚ; SILVA, 2011).

Em muitas situações, mesmo compreendendo o esquema que se quer representar, para que se possa fazer o desenho a lápis e papel, é preciso ter habilidade e técnica. Um desenho sem o devido cuidado estético pode ser um elemento complicador que acrescenta uma dificuldade adicional ao processo de aprendizagem, ainda que essa dificuldade não aponte para um problema de aprendizagem, mas para um obstáculo de compreender o próprio desenho e o que este quer comunicar (FOLLADOR, 2004).

O desenho não é algo inerente ao indivíduo. É preciso um conjunto de técnicas e processos para construções das diferentes formas. Quanto à competência do professor perante essa habilidade é uma questão que merece atenção, pois é necessário tomar consciência de que as habilidades associadas ao desenho com figuras geométricas e à construção de

representações gráficas são complexas e não se desenvolvem espontaneamente (NACARATO; PASSOS, 2003).

O desenho de figuras geométricas no papel/quadro mesmo com o auxílio de instrumentos específicos, apresenta dificuldades. Sabe-se que, o uso do computador pode auxiliar na tarefa, no entanto, não podemos preterir a importância cognitiva de se usar “lápiz e papel” nesse afazer (SOUZA, 2010).

Edwards (1984) explica que, é necessário que o professor tenha como repertório de sua formação, além dos saberes do currículo mínimo da formação, também a prática do desenho, pelo fato de se obter, nesta atividade prática, uma forma diferente de desenvolvimento cognitivo não verbal, sintético, espacial e intuitivo.

Para Duval (2009), a elaboração de desenhos com figuras geométricas – sejam elas feitas à mão livre ou com auxílio de instrumentos – permite os “tratamentos” dos registros de representação semiótica e revelam alguns processos cognitivos específicos da atividade geométrica.

Todavia,

A geometria não deve ser só pensada do ponto de vista dos professores de Matemática, mas também deve estar associada a ramos do conhecimento com os quais apresenta uma interface grande: a Física, a Geografia, a Astronomia, a Química, etc. No caso do professor de Física, particularmente, uma boa formação em Geometria é fundamental nas tarefas educacionais para as quais ele será requisitado (TEIXEIRA, 2008, p. 112).

Dessa forma, compreende-se que as atividades de desenho geométrico demandam conceitos e relações importantes no ensino de física e que a conceitualização implica na coordenação desse registro de representação semiótica.

2.3 O QUE DIZEM ALGUNS DOCUMENTOS

A fim de refletir sobre o que dizem alguns dos documentos, primeiramente aquele que está diretamente relacionado a formação e as competências dos acadêmicos do curso de Física – Licenciatura, da UFFS, Campus Realeza, será analisado aqui o Projeto Pedagógico do respectivo Curso. E, por seguinte, no que tange o auxílio ao professor de Física quanto as

atividades da educação formal será analisado os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCN+).

A análise do PPC de Física se dá com o propósito de verificar quais são os apontamentos no documento que se relacionam com os registros semióticos, mais especificadamente com a prática dos registros figurais. Quando se fala em currículo, é preciso deixar claro que, compreende-se que os elementos que o compõe (estrutura curricular; ementa; bibliografias básica; estratégias de ensino; docentes; recursos materiais; e ainda os conhecimentos e saberes necessários à formação das competências estabelecidas no perfil do egresso) estão dispostos no PPC.

Já a análise do PCN+ tem o propósito de verificar quais as competências apontadas no documento, na área de Física, no que tange os Registros Semióticos, considerando os objetivos relacionados a formação dos alunos do Ensino Médio.

2.3.1 PPC de Física

O PPC de Física, da UFFS, foi elaborado em meados do ano de 2012, por uma equipe formada por professores diretamente envolvidos com o Curso de Física, acompanhado de servidores da área pedagógica e administrativa. Nele são apresentadas as concepções, os objetivos e a estrutura do curso que vai desde o corpo docente até as bibliografias, bem como os processos pedagógicos, de gestão e de avaliação, e os processos normativos do curso.

Verifica-se que, o curso tem como propósito formar físicos-educadores que, munidos de conhecimentos científicos e pedagógicos, sejam capazes de transpor os saberes da área, através da Educação formal e, dos mais diversos artefatos de aprendizagem, materiais e meios de comunicação nas diferentes esferas da sociedade (UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL, 2012). O PPC aponta que, diante desse propósito, o graduado deve estar apto a “promover práticas pedagógicas que articulem os conhecimentos construídos pela Física com questões emergentes dos contextos da educação básica” (UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL, 2012, p.37), bem como “planejar, desenvolver e adaptar materiais didáticos de Física e Ciências Naturais, utilizando para isso textos, imagens, equipamentos de laboratório, simulações computacionais ou outros objetos de aprendizagem,

identificando os elementos relevantes e as estratégias adequadas” (UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL, 2012, p. 37 e 38).

Dentro dessa proposta de formação acadêmica, existe a preocupação de formar um profissional com o carácter de planejar práticas que se adéquem às necessidades que se afluam no contexto escolar, bem como um professor capaz de utilizar e/ou desenvolver os mais variados recursos pedagógicos. Dessa forma, subentende-se que, o acadêmico de Física, quando formado, precisa dominar e/ou aprimorar práticas que atenda as necessidades dos diversos sujeitos dentro de sala de aula, e que nestas atividades estão englobadas os registros semióticos. Todavia, com o foco nos registros figurais, mais especificadamente no desenho, quando analisada a matriz curricular do curso e conseqüentemente as ementas dos componentes, percebe-se que não há menção a esse ensino. Porém, na Componente *Geometria Analítica*, constata-se que está disposto na programação do conteúdo *Espaços vetoriais*, qual apresenta relação com a representação no espaço, porém quando se analisa as técnicas necessárias para realizar desenho em perspectiva, percebe-se, que o conteúdo não é suficiente para promover tal aprendizagem.

2.3.2 PCN+

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, publicados em 2002, são o resultado do trabalho conjunto de educadores de todo o País com o Ministério da Educação. O documento cumpre o duplo papel de difundir os princípios da reforma curricular e orientar o professor, na busca de novas abordagens e metodologias (BRASIL, 2002).

Segundo os PCN+ para a área de física, pensando que, esse campo deve se apresentar como “um conjunto de competências específicas que permitam o sujeito perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos” (BRASIL, 2002, p.59), bem como reconhecida como um processo cuja construção ocorreu ao longo da história da humanidade, “impregnado de contribuições culturais, econômicas e sociais, que vem resultando no desenvolvimento de diferentes tecnologias e, por sua vez, por elas sendo impulsionado” (BRASIL, 2002,p.59), é necessário “a introdução à linguagem própria da Física, que faz uso de conceitos e terminologia bem

definidos, além de suas formas de expressão que envolvem, muitas vezes, tabelas, gráficos ou relações matemáticas” (BRASIL, 2002, p.59).

No Ensino Médio é preciso que se desenvolvam competências, que já são iniciadas na área de Ciências no Ensino Fundamental, com a finalidade de se observar, experimentar e investigar o mundo com a introdução de modelos explicativos específicos da Física, promovendo a construção das abstrações, indispensáveis ao pensamento científico e que proporcione aos alunos significação (BRASIL, 2002).

Dentro das principais competências apresentadas dentro da área da Física no documento, destaca-se na área da Representação e Comunicação, mais especificamente dentro da Articulação dos símbolos e códigos de ciência e tecnologia, que o aluno deve:

Compreender que tabelas, gráficos e expressões matemáticas podem ser diferentes formas de representação de uma mesma relação, com potencialidades e limitações próprias, para ser capaz de escolher e fazer uso da linguagem mais apropriada em cada situação, além de poder traduzir entre si os significados dessas várias linguagens. Por exemplo, compreender que o consumo mensal de energia elétrica de uma residência, ao longo do ano, pode ser apresentado em uma tabela que organiza os dados; ou em um gráfico que permite analisar melhor as tendências do consumo. (BRASIL, 2002, p. 63)

Dessa forma, compreende-se que, o documento traz explicitamente apontamentos sobre a necessidade do uso de diversos signos no processo de ensino e aprendizagem de Física, assinalando que, enquanto forma de linguagem eles possuem potencialidades e extremos, e que o ato de explorar esses signos precisa conter a preocupação da significação do objeto ao aluno, pois isso fica perceptível na citação acima.

Ainda, nessa mesma citação, o documento é claro quando dá o exemplo de que o aluno deva compreender que o consumo mensal de energia elétrica de uma residência pode ser apresentado em uma tabela ou num gráfico, indicando a necessidade da conversão de registros. Dessa maneira, verifica-se que é preciso que o professor, utilize diversas representações de um mesmo objeto e que ao mesmo tempo encontre estratégias que favoreçam a obtenção, por parte dos alunos, de significado frente as diversas representações de um mesmo conceito.

Logo, se o aluno deve ser levado a compreender diferentes representações de um mesmo objeto e o professor precisa encontrar estratégias para isso, então é necessário que no

repertório de formação desse professor deva conter o estudo das diversas representações. Porém, no âmbito da formação dos acadêmicos do curso de Física da UFFS, a partir da análise do PPC do referido curso, apresentado anteriormente, é possível apontar que, faz parte do objetivo do curso formar profissionais aptos a esse trabalho, mas não há um repertório para isso.

Se pensarmos no que tange os Registros Multifuncionais na representação não discursiva, o curso não prepara profissionais aptos a utilizar esta ferramenta de ensino.

3 METODOLOGIA

A pesquisa se constitui numa investigação exploratória, de modo que, o estudo tem esse aspecto por não se encontrar um debate ou algo consolidado entre a teoria de Registros Semióticos de Duval e o Ensino de Física, com foco na formação acadêmica de licenciatura em Física, uma vez que a partir do levantamento bibliográfico, para o aprofundamento da temática e do levantamento dos trabalhos já realizados sobre o contexto, apresentados na língua portuguesa, verificou-se que a maioria dos estudos dentro do foco teórico estão concentrados na área da Matemática.

Nesta pesquisa, foi adotada uma abordagem quali-quantitativa com um enfoque na pesquisa de campo. O instrumento utilizado para a coleta de dados foi um questionário.

O questionário, que encontra-se no Apêndice A, contou com 07 questões, sendo as seis primeiras de cunho aberto, que foram elaboradas com base na teoria de conversão congruente entre os dois Registros de Representação Semiótica e nas ideias de metodologia de questionário de Appolinário (2011), e a última de caráter fechada.

Com uma explicação suficientemente simples, a proposta das situações abordadas pelo questionário consiste na ação dos alunos converterem, na forma congruente, o registro na representação *discursiva* (enunciado) para outro na representação *não discursiva* (desenho).

Além de verificar a importância dada pelos acadêmicos à temática da pesquisa, o propósito do questionário, qualitativamente, é identificar a partir da conversão, se aquele registro em forma de desenho é capaz de “mostrar” e fazer compreender o que se pretendia comunicar, ou mesmo se faz dele uma boa representação do fenômeno ou conceito em estudo, atribuindo argumentos relevantes sobre a análise e as implicações na formação do acadêmico. Enquanto isso, quantitativamente, busca-se analisar os valores relativos dos alunos que conseguiram, ou não, fazer a conversão, identificando o motivo desta dificuldade.

O instrumento foi aplicado de forma direta aos acadêmicos do curso de Física – Licenciatura, da UFFS, *Campus Realeza*. Do total de 87 acadêmicos matriculados no primeiro semestre letivo de 2016, participaram 45 alunos². Sendo que o questionário foi aplicado em

² Destacamos que a diferença do número total de matrículas ativas com o número de participações da pesquisa se deve ao fato de que: no referido curso existem algumas desistências; houve casos onde nem todos os alunos estavam em sala durante aplicação do questionário; e os casos dos alunos que se recusaram a participar da pesquisa.

sala, conforme disponibilidade de cada grupo. A duração do processo, em cada turma, foi de aproximadamente 25 minutos.

Cabe destacar que, considerando a vasta abrangência conceitual e que uma das áreas de conhecimento da física em que se torna necessário a representação figural e o tratamento matemático é o eletromagnetismo, em virtude das dificuldades que os alunos apresentam no entendimento das interações e do comportamento das variáveis eletromagnéticas no espaço tridimensional (PAZ, 2007), optou-se em direcionar as questões para esta área. Mas, a fim de que todas as respostas pudessem ser avaliadas sem distinção, devido ao estágio de formação de cada indivíduo, os enunciados foram elaborados com referência conceitual/figural nos livros didáticos de física do 3º ano do Ensino Médio (ARTUSOW; RUBLEWSKILUZ, 2013; LUZ; ÁLVARES, 2006).

Quanto a validação do questionário, o processo foi feito a partir da análise do instrumento por parte de professores da própria instituição. Um profissional analisou os aspectos da representação figural e outro os enunciados das questões.

3.1 PROCESSO DE TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS

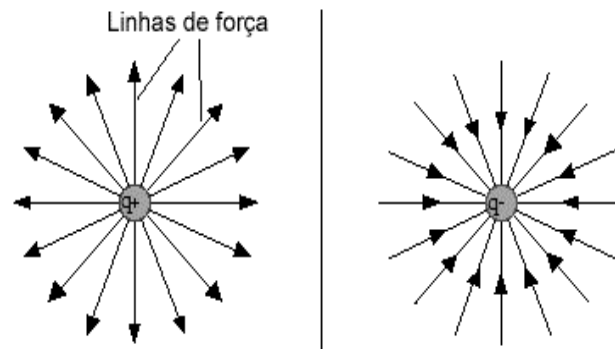
A metodologia de análise dos dados é fundamentada na Teoria de Análise nos Dados, que foi originalmente desenvolvida por dois sociólogos americanos: Barney Glaser e Anselm Strauss (CASSIANI; CALIRI; PELA, 1996). Trata-se do modo de construir indutivamente uma teoria assentada nos dados, através da análise qualitativa destes.

Mas antes do tratamento dos dados, foi realizado uma análise a priori identificando em cada item o que se objetivava com cada questão e qual o *feedback* esperado, a fim de que estas informações servissem de base para análise posterior.

A análise a priori, teve como intenção ficar limitada às questões de esquematização da representação, analisando a perspectiva do desenho e os conceitos que as acompanhavam. Dessa forma, tem-se na questão 01 e 02 a busca para avaliar, respectivamente, a compreensão do aluno quanto ao conceito de linhas de força gerado pelo Campo Elétrico numa carga pontual negativa e numa positiva, e posteriormente numa interação entre duas cargas de mesmo módulo e sinal, e numa interação entre duas de mesmo módulo porém com sinais

opostos. Assim, esperava-se que na questão 01 fosse produzida, em cada uma das situações, uma representação semelhante a figura 03:

Figura 03 – Representação esquemática de Linhas do Campo Elétrico criado por uma carga puntual.

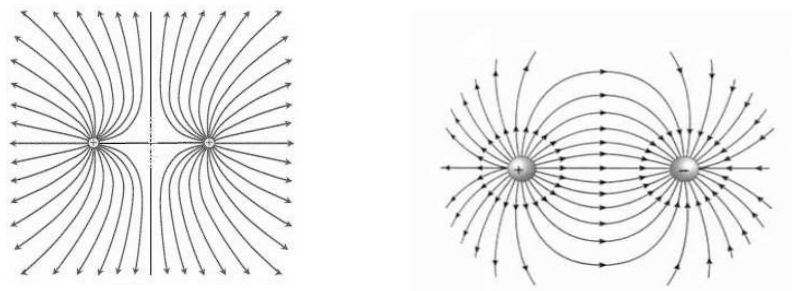


Fonte: Adaptado pela autora (LUZ; ÁLVARES, 2006).

No desenho os alunos deveriam considerar que, numa partícula puntual e eletrizada, as linhas de força seriam de afastamento na representação de uma carga eletrizada com carga positiva, e de aproximação na representação da partícula com carga negativa. As linhas deveriam ser semirretas, equidistantes e radiais, em todas as direções (HALLIDAY, 2012).

Na questão 02, a representação esperada é a esquematização apresentada na figura 04:

Figura 04 – Representação esquemática das Linhas de Campo Elétrico gerado pela interação entre cargas elétricas.



Fonte: LUZ; ÁLVARES, 2006

Nesse caso, para duas partículas eletrizadas com cargas iguais, as linhas de força devem ser simétricas, com a direção de afastamento e nunca se cruzar. Sendo que o padrão tridimensional de linhas de campo, como consequência do campo elétrico que representa,

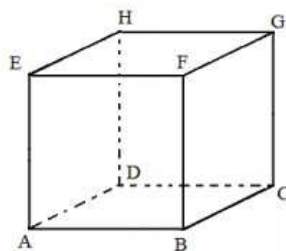
possuem simetria rotacional em relação a um eixo imaginário passando pelas cargas e como estamos considerando duas cargas pontuais positivas iguais, as linhas que saem de uma deve corresponder ao mesmo número que sai da outra. Agora, na situação em que se tem as duas partículas eletrizadas com cargas opostas, as características são semelhantes a situação anterior, exceto na condição da direção das linhas, pois as linhas de campo devem partir da carga positiva e se chegar a carga negativa, considerando a simetria rotacional em relação a um eixo imaginário passando pelas cargas (HALLIDAY, 2012).

Na questão 03, 04, 05 e 06 o objetivo, além de averiguar a compreensão conceitual relacionada a campo elétrico e magnético, é decodificar os desenhos de figuras tridimensionais³, levando em conta a perspectiva cavaleira. Ela pode ser entendida como:

[...] uma projeção sobre um plano paralelo a uma das faces principais do objeto. O desenho obtido por esta projeção não está conforme o que se percebe com a visão, mas conforme o conhecimento que temos dos objetos representados, e daí sua aceitação natural. O que ocorre, na verdade, é o embate entre os polos do que se vê e do que se sabe sobre o objeto (CARVALHO, 2010).

Para explicitar melhor a ideia da perspectiva cavaleira, observe o exemplo abaixo, representado na figura 05:

Figura 05 – Representação esquemática de um cubo na perspectiva cavaleira.



Fonte: CARVALHO, 2010

Na figura 05, percebe-se que na perspectiva cavaleira é adotada uma prática de colocar sempre algumas arestas (AB, CD, EF, GH) paralelas às bordas inferior e superior da folha. Um segundo conjunto de arestas (AE, BF, CG, DH) fica paralelo às bordas laterais da folha de desenho e o terceiro grupo de arestas (AD, BC, EH, FG) é perpendicular ao plano de

³ Entende-se por decodificação a leitura e interpretação dos mesmos.

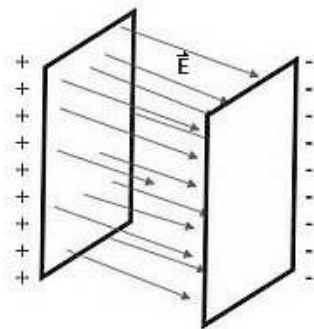
projeção, o que, no desenho fica representado por segmentos oblíquos e têm o seu comprimento reduzido (CARVALHO, 2010).

Segundo a perspectiva cavaleira, a representação de objetos tridimensionais

[...] apresenta outras propriedades como conservação do paralelismo entre as arestas; uma das faces do objeto deve estar paralela ao plano de projeção; conservação dos pontos médios; geralmente, as arestas visíveis para o observador são traçadas com linhas cheias e as arestas não visíveis, com linhas tracejadas (CARVALHO, 2010).

Dessa forma, a questão 03 objetivava que o indivíduo representasse algo semelhante a figura 06:

Figura 06 – Esquema de linhas de Força do campo uniforme existente entre duas placas eletrizadas com cargas de sinais contrários.

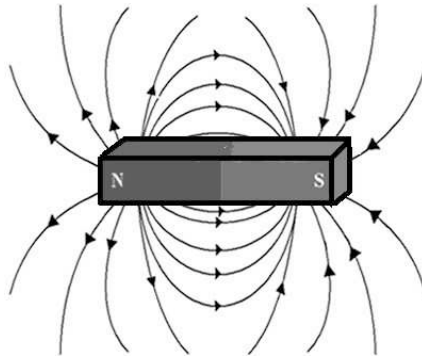


Fonte: LUZ; ÁLVARES, 2006

Conceitualmente, desejava-se que fossem representadas linhas de força do campo elétrico no sentido de afastamento da placa carregada com cargas positivas e de aproximação da placa carregada negativamente, sendo que estas linhas devem ser uniformes na área central e nas bordas não (HALLIDAY, 2012). Lembrando que para que uma representação seja considerada congruente é preciso que sejam apontados todos os elementos no desenho, isto é, as placas deveriam conter o sinal de representação das cargas, as linhas com as setas de sentido de propagação, e a indicação do Campo Elétrico. Dessa forma, a representação poderia ser transcrita facilmente no sentido contrário.

Na questão 04, a expectativa era de que o acadêmico representasse algo semelhante a figura 07:

Figura 07 – Representação das linhas de indução do Campo Magnético criado por um ímã em forma de um paralelepípedo.



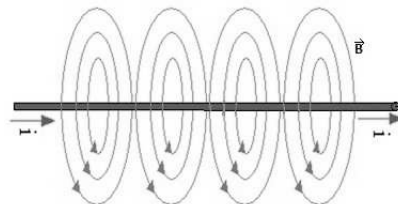
Fonte: Imagem adaptada pela autora (LUZ; ÁLVARES, 2006).

Ou seja, acreditava-se que fossem representadas as linhas de indução se afastando do polo Norte e se aproximando do polo Sul.

Em relação a um eixo imaginário, que passa pelo centro dos polos (ou do paralelepípedo), deveriam ser representadas linhas, com um aspecto simétrico rotacional, equidistantes uma das outras, porém mais próximas quando perto dos polos e conforme a distância vai aumentando em relação ao ímã, as linhas vão se afastando uma das outras, respeitando a simetria (HALLIDAY, 2012).

Na questão 05, imaginava-se que o acadêmico fizesse a conversão do enunciado para a figura 08:

Figura 08 – Linhas de Campo Magnético produzida por uma corrente num fio metálico longo.



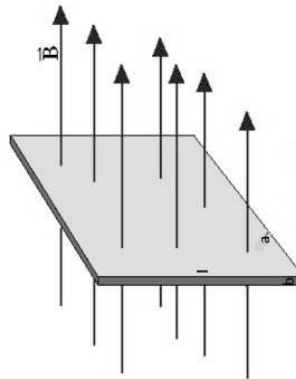
Fonte: Imagem retirada do site da uol e adaptada pela autora⁴.

⁴ Disponível em: <http://n.i.uol.com.br/licaodecasa/ensmedio/fisica/condutores10.jpg>

Onde será analisada a direção da corrente e consequentemente do Campo Magnético, conforme regra da mão direita.

E, por fim na questão 06 esperava-se que o aluno realizasse a conversão do enunciado para a figura 09:

Figura 09 – Representação esquemática de linhas de campo magnético produzido por uma corrente elétrica que percorre a placa.



Fonte: Imagem adaptada pela autora (LUZ; ÁLVARES, 2006)

O objetivo desta questão era buscar a compreensão do conceito de Campo Magnético, bem como a representação em perspectiva. Numa nova análise, percebeu-se que da forma como foi escrito o enunciado da questão, ele ficou sem sentido físico, uma vez que era preciso ter descrito que havia cargas elétricas em movimento na placa, pois só assim se teria a geração do Campo Magnético. Como havia objetivo duplo, nessa situação em específico a análise ficou apenas no desenho.

Por fim, na questão 07 buscava-se identificar a concepção dos acadêmicos de física quanto a utilidade do desenho como prática de ensino de física e qual a importância dada por eles a este processo.

Assim, diante dessa análise a priori e com base na teoria, os dados foram tratados seguindo o seguinte esquema:

- a) Cada questão formou um grupo;

b) Dentro dessas amostras de cada grupo, a partir da análise a priori, foram identificadas as dificuldades e eficiências apresentadas nas representações, fossem elas conceituais ou técnicas;

c) Conforme a relação das informações apresentadas, o diagnóstico levou ao agrupamento das respostas, e conseqüentemente a formação de subgrupos;

d) Depois de formado todos os subgrupos, foram analisados os elementos que mais se repetiam entre eles;

e) Acompanhados das hipóteses que inicialmente haviam sido levantadas na pesquisa, foram criadas cinco categorias principais: **Dificuldades conceituais**, **Dificuldades na interpretação do conceito**, **Dificuldades na representação do conceito**, **Representações congruentes** e **O que pensam os alunos sobre o desenho como prática de ensino?**

Na categoria denominada **Dificuldades Conceituais** foram dispostas aquelas respostas em que o aluno declarou, por meio de escrita no item das considerações, não conhecer o conceito e/ou não saber do que se tratava o assunto, por isso deixaram a(s) questão(ões) em branco, bem como aqueles casos em que também o fizeram mas nada declararam. Por isso, nesse item não houve nenhuma representação.

Na categoria intitulada como **Dificuldades na interpretação do conceito** foram elencadas aquelas representações em que o acadêmico esboçou algum esquema, mas que não condizia com a representação esperada. Em virtude disso, a partir da análise a priori inferimos, nesta categoria, que o aluno não detinha o conhecimento necessário do conceito.

Na categoria **Dificuldades na representação do conceito** foram classificadas aquelas representações em que o acadêmico esboçou algum esquema, que de alguma forma tinha relação com o desenho esperado, mas apresentava problemas com a simetria e/ou apresentava alguns aspectos equivocados na perspectiva do mesmo, bem como aqueles que mesmo apresentando todos estes elementos coerentes não podem ser considerados conversões congruentes.

No grupo das **Representações congruentes** foram consideradas aquelas representações que o registro final remete ao enunciado de forma congruente e que levaram em conta a simetria e não apresentaram problemas significativos no que se refere a perspectiva dos desenhos. Todavia, esse foi um caso em que houve poucas situações, inclusive

houveram questões em que nenhum dos resultados se enquadrou nesta categoria. Por isso, nessa seção serão apresentados uma única situação de algumas questões.

No último tópico, intitulado como **O que pensam os alunos sobre o desenho como prática de ensino?** apresenta-se o que os acadêmicos apontaram sobre a importância das técnicas do desenho, enquanto facilitador do processo de ensino e aprendizagem de física.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 DIFICULDADES CONCEITUAIS

Tabela 01 – Quantidade de Respostas que apresentaram dificuldades conceituais, por questão.

Nº da Questão	Respostas que apresentaram dificuldades conceituais (%)
01	24
02	13
03	36
04	31
05	47
06	45

Fonte: Elaborado pela autora.

Nesta categoria, muitos alunos apresentaram dificuldades conceituais com os temas expostos no questionário, principalmente nas questões 05 e 06 em que respectivamente, 47% e 45% dos alunos declararam não “dominar” o conceito envolvido nas questões (Tabela 01). Curiosamente, estas questões traziam no seu enunciado um assunto em comum: o Campo Magnético.

Todavia, como declarado anteriormente, mesmo que o objetivo da questão 06 fosse analisar apenas a perspectiva do desenho, se não houve nenhuma tentativa de conversão e estes alunos assumiram que não dominavam o assunto, pode-se inferir então que, de fato, eles apresentam dificuldades com a compreensão do conceito. Pois Duval (2009), considera que, a mobilização simultânea de registros é essencial para a compreensão do objeto em estudo, que influencia significativamente na compreensão do aluno ao centrar a aprendizagem na mudança e coordenação de diferentes registros de representação através da conversão.

Acredita-se que, mesmo que a validade dos resultados seja estritamente garantida no contexto em que foi realizada a pesquisa, resultados similares em outras pesquisas de temática próxima, apontam que a compreensão de Campo Magnético fogem ao entendimento dos alunos pelo fato de se exigir a percepção de variáveis no espaço e suas interações. Isto aliado

as dificuldades nas projeções dessas variáveis acaba constituindo em obstáculos de aprendizagem.

Contudo, percebendo que os resultados desta pesquisa apontaram um percentual elevado de alunos com dificuldades conceituais relacionadas a princípios básicos de Campo Magnético, acredita-se que é algo que deve ser pensado e discutido com cuidado pela academia, pois uma vez que o processo de ensino assume que ao ingressar na universidade o aluno deve dominar estes conceitos corre-se o risco de pouca coisa fazer sentido a ele durante a sua formação.

4.2 DIFICULDADES NA INTERPRETAÇÃO DO CONCEITO

Tabela 02 – Quantidade de Respostas que apresentaram dificuldades na interpretação do conceito, por questão.

Nº da Questão	Respostas que apresentaram dificuldades na interpretação do conceito (%)
01	36
02	56
03	33
04	36
05	33
06	24

Fonte: Elaborado pela autora.

Dados os resultados obtidos nesta categoria, percebe-se que o percentual de alunos que apresentaram dificuldades com a interpretação do conceito na questão 02 foi mais do que a metade dos participantes (56%).

Por outro lado, se considerar que, na categoria anterior, na questão nº05, um valor considerável de respostas apontaram não dominar o conceito, o resultado obtido nesta categoria, para a respectiva questão também é preocupante, uma vez que, quando o aluno não é capaz de coordenar espontaneamente, no mínimo dois registros de representação de um mesmo objeto, significa que não ocorreu de fato uma aprendizagem do conceito ou conteúdo (DUVAL, 1993).

Pela média (36% dos participantes), é nesta categoria que se enquadra a maioria dos perfis dos alunos, aonde as representações mentais destes correspondem a um conjunto de imagens e de concepções equivocadas e sem significado dos conceitos abordados nessa pesquisa sobre eletromagnetismo, como pode ser melhor observado no Quadro (01).

Agora, analisando de forma mais qualitativa os dados, o primeiro ponto de atenção ressaltado pelas respostas das questões 1 e 2 é que, de acordo com o resultado, 36% e 56% respectivamente (Tabela 02), não parece estar claro o conceito de Campo Elétrico para os acadêmicos, já que as respostas elencadas nesta categoria, apontam que alguns alunos não compreendem a relação entre direção e sentido do campo e das linhas de força que atuam sobre uma, ou mais cargas. Pois uma carga elétrica é capaz de produzir um campo elétrico, gerando força de atração quando negativa ou de repulsão quando positiva.

Ainda, nesse contexto, outro aspecto que merece notoriedade é a representação de linhas. Nos enunciados das respectivas questões, inferia-se que os desenhos deveriam, de certa forma, apresentar “linhas”, e alguns alunos não tiveram essa percepção, o que nos leva a pensar, também, que há uma grande falha na compreensão do significado físico do Campo Elétrico.

Já os desenhos, desta categoria, para a questão 03 indicaram não só problemas conceituais por meio dos seus erros de representações, mas revelam também, dificuldades em representar desenhos em perspectiva.

No que diz respeito as dificuldades conceituais, percebeu-se que na tentativa de representar as linhas de força do campo elétrico entre as placas, assim como na questão anterior, alguns alunos não entendem a interação da força elétrica e nem o significado físico do Campo Elétrico, uma vez que ele seria constante entre as placas. Em contrapartida, no mesmo sentido dos conceitos, quando solicitado que desenhassem as placas, os desenhos revelam dificuldades com representações em perspectiva quando observadas as poucas condições de paralelismo entre as arestas e nas projeções das mesmas.

Por outro lado, cabe destacar aqui, que alguns desenhos do respectivo enunciado foram classificados nessa categoria em virtude das dificuldades em se compreender o que o desenho queria representar, como se pode observar no segundo esquema posto no quadro 01. Talvez isso não seja uma deficiência na aprendizagem, mas uma dificuldade do aluno em converter a sua representação mental para um registro figural.

Nas representações da questão nº04, semelhante as considerações da questão anterior, identifica-se que além de alguns alunos apresentarem dificuldades com representações de desenhos em perspectiva, alguns não compreendem as interações magnéticas produzidas por um ímã. Isso é possível notar na tentativa dos alunos desenharem as linhas de indução.



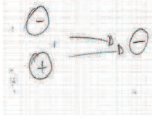
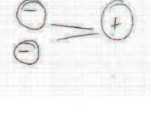
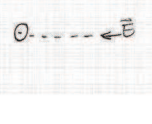
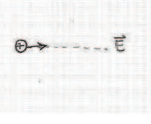
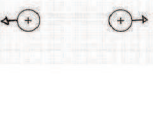
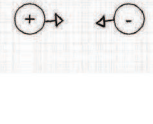
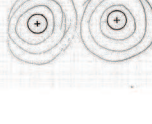
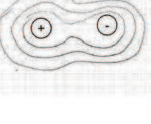
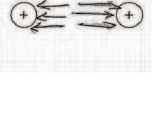
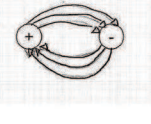

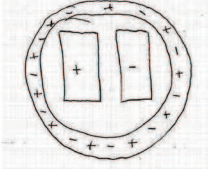
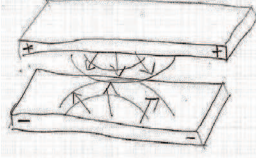
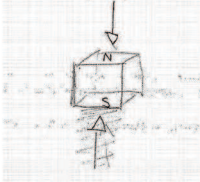
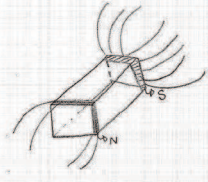
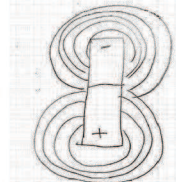
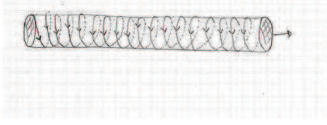

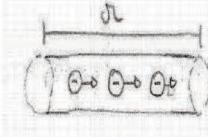
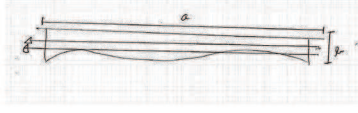


Na questão 05 o principal elemento, além das dificuldades na compreensão do que o aluno quis representar, foi identificar o que alguns alunos compreendem por corrente elétrica e Campo magnético, uma vez que os desenhos foram distantes (Quadro 01) às representações aceitas.

Além desta representação fazer parte da categoria a qual os alunos mais apontaram dificuldades com relação ao conceito de Campo Magnético, ela também foi uma das que mais apresentou incoerências na conversão do enunciado (Tabela 02).

Outrossim, ao analisar os registros obtidos para a questão 06, considerando apenas a perspectiva do desenho, percebe-se em alguns desenhos que a dificuldade não foi nem com a perspectiva da placa, mas com a própria compreensão do que é uma placa em perspectiva.

No quadro 01, disposto logo abaixo, é possível observar algumas das situações mencionadas acima. Chama-se a atenção aqui ao fato de que é notório como os elementos do registro, por meio de desenhos, possibilitam compreender o esquema mental do sujeito.

Quadro 01 – Representações em que houve dificuldades do conceito.

Nº da Questão	Representações com equívocos na interpretação do conceito					
01	a) 	b) 	a) 	b) 	a) 	b) 
02	a) 	b) 	a) 	b) 	a) 	b) 
03						
04						
05						
06						

4.3 DIFICULDADES NA REPRESENTAÇÃO DO CONCEITO

Tabela 03 – Quantidade de Respostas que apresentaram dificuldades na representação do conceito, por questão.

Nº da Questão	Respostas que apresentaram dificuldades na representação do conceito (%)
01	31
02	29
03	29
04	33
05	20
06	20

Fonte: Elaborado pela autora.

Analisando os resultados dessa categoria, tem-se que em média 27% dos participantes, de certa forma, possuem uma representação mental coerente dos conceitos abordados no questionário, mas apresentam dificuldades na sua representação por meio do registro figural. Nesses casos, infere-se que as maiores limitações compreendem as atividades de desenho geométrico em perspectiva, uma vez que o registro inicial remete ao desenho, mas se analisarmos esse desenho, enquanto registro final ele não remete ao inicial. E, nesse sentido Duval (1993) aponta, em seus estudos, que o ato de explorar esses signos possui regras próprias funcionamento, e se eles não conseguem mobilizar a representação não discursiva no registro multifuncional é porque de fato os alunos não dominam as regras do desenho em perspectiva.

Por esse motivo, enquanto futuros professores, estes acadêmicos precisam levar em conta a existência de outros registros de representação – quais devem ser apropriados a inicialização de mediação do saber – uma vez que o registro figural, no estágio de compreensão em que se encontram estes futuros profissionais, no processo de ensino de Física os desenhos não colaborarão com a aquisição de conhecimento por parte dos seus alunos. E ainda, porque os PCN+ são claros quanto a necessidade de se fazer os alunos compreenderem os diversos registros de um mesmo objeto.

De forma mais qualitativa e analisando individualmente cada questão, constata-se que nas representações para a primeira cena a principal dificuldade está na simetria das linhas de força do Campo Elétrico para cada situação.

Na questão 02, de certa forma, infere-se que, os desenhos que pertencem a esta categoria houve a compreensão por parte do acadêmico da interação entre as cargas elétricas, mas novamente existem equívocos na simetria das linhas, bem como em algumas situações não houve a indicação da direção das mesmas, se era no sentido de afastamento ou de aproximação.

Já nas representações para o enunciado da questão nº03, as dificuldades não são mais voltadas só para o problema da perspectiva do desenho onde alguns não apresentam a conservação do paralelismo entre as arestas, mas também para a unicidade terminal entre os registros de saída e o de chegada, ou seja, não se apresentam registros com conversão congruente. Se o registro de partida for o desenho, isto é, a conversão for no sentido contrário, algumas situações não remetem ao enunciado, porque não são postos alguns signos importantes, como por exemplo o do Campo Elétrico.



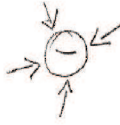
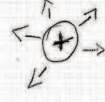
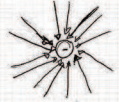


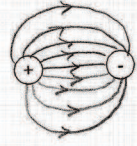
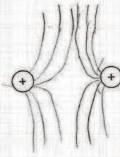

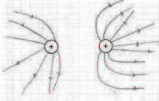
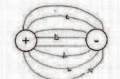
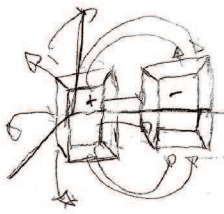
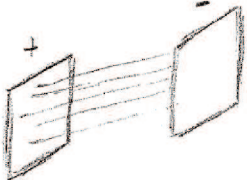
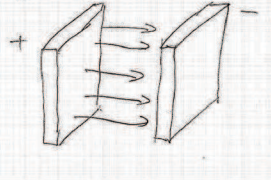
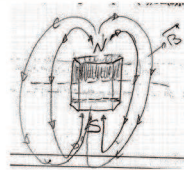
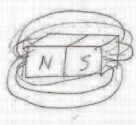
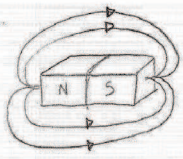
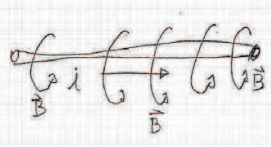
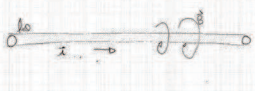
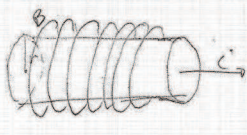
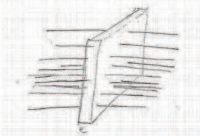
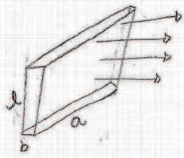
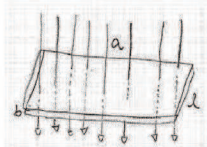
Já na questão 04, houve casos em que a conversão foi congruente, por exemplo, na primeira situação apresentada para a respectiva questão, no Quadro 02. Mas o problema ali foi justamente a não conservação do paralelismo entre as arestas do paralelepípedo.

Um fato que chama atenção nas representações da respectiva questão é para as linhas de indução do Campo Magnético feita por alguns alunos, pois nos parece que talvez essas representações em específico podem esconder incompreensões. Tal como, a condição de que a interação se dá em todas as direções e proximidades do ímã. Essa incompreensão pode estar por detrás das representações em que as linhas saem de uma ponta e chegam a outra, dando a entender que as interações se dão no ímã apenas de ponta a ponta.

Por seguinte, para as representações da questão nº05 e nº06 as mesmas considerações feitas na questão nº 04, no que diz respeito ao paralelismo das arestas e da congruência, vale para estas situações. Assim acredita-se que essas dificuldades apresentam fraquezas em relação a precisão da técnica, e ao mesmo tempo significado associado às representações (KLEIN; LABURÚ, 2012), uma vez que as dificuldades se relacionam com as habilidades do desenho em perspectiva e não ao conceito.

Abaixo, está disposto o quadro 02. Nele é possível analisar algumas situações, também mencionadas acima.

Quadro 02 – Representações em que houve dificuldades na representação do conceito.

Nº da Questão	Representações em que houve dificuldades na representação do conceito					
01	a) 	b) 	a) 	b) 	a) 	b) 
02	a) 	b) 	a) 	b) 	a) 	b) 
03						
04						
05						
06						

Desse modo, pode inferir, baseando-se na teoria de Duval, que nestes casos houve a aprendizagem do conceito, porque o aluno foi capaz de coordenar espontaneamente dois registros de representação de um mesmo objeto, todavia segundo o mesmo referencial as dificuldades que se tem pela não congruência da conversão podem se dar em virtude do desconhecimento dos registros de representação, isto é, não domina as regras de tratamento do registro multifuncional não discursivo.

“Se o objeto matemático em estudo não corresponde ao nível de escolaridade que o estudante possui, executar tarefas que envolvem conversões pode ser muito complexo e até impossível de se realizar” (ROSA E ALMEIDA, 2009, p.5). Em relação as técnicas do desenho o fato condiz com a realidade, porém em relação aos conceitos, ressalta-se novamente que os conteúdos aqui em questão fazem parte do currículo do Ensino Médio, por onde todos passamos antes de adentrarmos a universidade.

4.4 REPRESENTAÇÕES CONGRUENTES

Tabela 04 – Representações congruentes.

Nº da Questão	Respostas que apresentaram dificuldades conceituais (%)
01	9
02	2
03	2
04	0
05	0
06	11

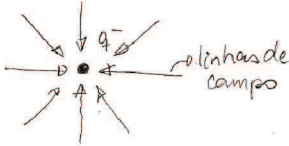
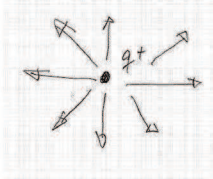
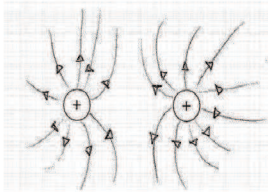
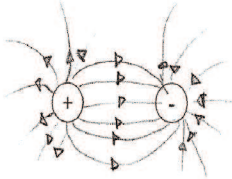

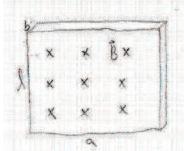
Fonte: Elaborado pela autora.

Apesar dos baixos índices, as representações que se enquadraram em maior escala em relação aos demais, foi justamente a questão em que foi considerada apenas as características do desenho, e talvez este seja o motivo. Como não se considerou os aspectos conceituais na questão de nº06, algumas representações acabaram se enquadrando nesse item por apresentar os elementos de uma figura em perspectiva, em linhas gerais, de acordo com o que se

propõem a perspectiva cavaleira. Todavia, ainda consideramos um percentual baixo e preocupante.

Bons resultados nessa categoria infeririam que a prática do desenho era de competência dos discentes. Como os resultados apontaram o inverso, e considerando que o desenho, enquanto um registro de representação semiótica, pode influir de forma significativa na aprendizagem de conceitos em Física, considera-se que isso é uma questão que merece atenção, pois as habilidades associadas ao desenho com figuras geométricas não se desenvolvem espontaneamente, e por isso é necessário se pensar em estratégias que busquem sanar tais dificuldades.

Quadro 03 – Representações congruentes.

Nº da Questão	Representações congruentes	
01	a) 	b) 
02	a) 	b) 
03		
04	Não houve nenhum caso	
05	Não houve nenhum caso	
06		

Nas situações acima, pode-se perceber que as representações levaram em conta a simetria das linhas de força do Campo Elétrico, a perspectiva cavaleira foi respeitada e os elementos necessários foram apontados, fazendo assim uma conversão de registros na forma congruente.

Entretanto, aqui vem o questionamento, porque estes conseguiram? Habilidade? Técnica? Como esta pesquisa não contemplou esses questionamentos, é algo que deixamos em aberto.

Todavia, infere-se aqui que, a partir da teoria de Duval (1993), que os conteúdos abordados no questionário apresentam significação aos alunos (enquadrados nesta categoria), ou seja, os conceitos do eletromagnetismo têm sentido a eles, e aparentemente dominam as regras de tratamento desse registro semiótico.

4.5 O QUE PENSAM OS ALUNOS SOBRE O DESENHO COMO PRÁTICA DE ENSINO?

Nessa categoria observou-se que 53% das respostas obtidas para a questão nº 07 disseram que concordavam totalmente que as técnicas do desenho eram um importante facilitador do processo de ensino e aprendizagem de física; 36 % disseram apenas concordar; e 11% responderam que não concordam e nem discordam, ou deixaram em branco. Neste pequeno grupo, algumas considerações feitas pelos acadêmicos, apontaram que existem analogias que podem ser utilizadas no processo de ensino física em vez do desenho e também que, em virtude de não dominarem as respectivas técnicas, não seria viável utilizar essa metodologia já que em vez de facilitar pode complicar a aprendizagem. Nessas colocações percebe-se que o aluno tem a compreensão das potencialidades e dos limites desse tipo de registro, limites estes já apontados por Follador (2004), descrito ao longo do texto.

Já os demais apontaram que o desenho contribui com a organização de situações de aprendizagens, quando se busca a conceitualização e a aquisição de conhecimentos, bem como possibilita que se defina conceitos, demonstre-se propriedades, resolva-se exercícios, além de contribuir com a comunicação. Dessa forma, fica claro que os acadêmicos reconhecem as implicações da utilização do desenho no processo de ensino e aprendizagem de Física.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas análises realizadas, entende-se que a principal dificuldade dos alunos participantes desta pesquisa está relacionada com a apropriação dos conceitos envolvidos pelo eletromagnetismo. Pois se considerarmos que as duas primeiras categorias inferiam dificuldades em e com a compreensão dos conceitos envolvidos, temos uma média de 69% dos alunos com defasagem de ensino, e outros 27% as técnicas do desenho e 4% apenas dominam os conceitos e não apresentam dificuldades com as técnicas do desenho.

Diante dos resultados, considera-se que a dificuldade dos indivíduos na representação de objetos e/ou situações conceitos, está relacionada não só com a compreensão das técnicas do desenho, mas com o próprio conceito, pois se constatou que os acadêmicos apresentaram dificuldades nas conversões entre os registros de língua natural para o desenho, em virtude de não dominarem os conteúdos vinculados a pesquisa, por isso os alunos cometeram equívocos conceituais e técnicos do desenho em 3D.

Todavia, entendemos que o registro semiótico de chegada, utilizado na pesquisa, talvez seja aquele em que o acadêmico não dominava as regras de funcionamento, por isso obtemos um resultado com índices elevados no que tange as inconsistências conceituais apresentadas pelos alunos.

Por outro lado, se observarmos os erros e dificuldades, relacionados aos conceitos nas conversões é possível inferir que os alunos possuem uma compreensão limitada acerca dos conteúdos do eletromagnetismo, com dificuldades de interpretação e de visualização de conceitos relacionados a esses conteúdos.

Observando que os maiores percentuais da categoria 4.1 e 4.2, são formadas por respostas de acadêmicos das primeiras fases, é possível fazer uma breve análise dos perfis dos alunos desses alunos. Acredita-se que uma possibilidade dessa consequência seja porque nem sempre os professores do Ensino Médio conseguem vencer o conteúdo programático por falta de tempo, em que os conteúdos de eletromagnetismo, na maioria das vezes, estão no final do plano de ensino. Logo, se não foram estimulados a isso não o saberão fazer.

Porém, um ponto que chamou a atenção, é que se esperava que apenas as fases iniciais do curso apresentassem dificuldades com conceitos. Todavia, as dificuldades mencionadas acima, é recorrente aos diversos perfis dos acadêmicos do curso. Por isso é interessante, principalmente no que tange os alunos, uma reflexão sobre o processo formativo, para que não se crie um círculo vicioso, em que o aluno não é preparado no Ensino Médio, chegando ao Ensino Superior com defasagens e se aqui o problema acaba não sendo solucionado, o mesmo indivíduo volta a escola, no papel de professor, com as mesmas dificuldades.

Por isso, quando analisados os PCN+ e percebendo que eles são claros nos apontamentos sobre a necessidade do uso de diversos signos no processo de ensino e aprendizagem de Física, nos questionamos: Será que no Ensino Médio os alunos são incentivados a fazerem uso de diversos sistemas de representação semiótica durante as atividades de ensino? E o desenho? Pelos resultados parece-nos que não. Acredita-se que o fato de não serem incentivados a fazerem uso de diversos registros de representação semiótica durante as atividades de ensino, os alunos acabam não sendo capazes de representar um mesmo objeto/conceito em diferentes formas de registro. Entendemos que as questões de conversão entre uma representação e outra englobam um conjunto bastante complexo entre elementos representados e conceitos envolvidos, mas é necessário que os professores levem em consideração as possíveis formas com que os educandos podem transformar os conhecimentos com o objetivo de promover uma aprendizagem que de fato faça sentido.

Agora quando analisamos o PPC de Física, percebe-se que o currículo não possui especificidade quanto aos seus objetivos a prática do desenho. Portanto, diante do cenário em que se encontra os acadêmicos, trazemos como sugestão a possibilidade de momentos de formação aos acadêmicos com as técnicas do desenho, sejam na forma de (mini)cursos sobre a temática ou mesmo como uma Componente Curricular Optativa aos alunos. Porém, sabemos que estas optativas são, geralmente, postas nos últimos períodos de formação, quando grande parte dos momentos de formação em que acadêmico precisava dessas técnicas já se passou.

Durante as análises, percebeu-se que as representações por meio de desenhos permite uma oportunidade rica do docente ir acompanhando a construção do conhecimento de seus estudantes e, conseqüentemente, nós enquanto futuros professores podemos atuar prontamente no sentido de ajudar os alunos a superar seus obstáculos.

Por fim, destacamos que neste trabalho não tivemos a intenção de esgotar ou elucidar completamente o assunto, pois entendemos que ele é amplo e profundo. Todavia, o propósito foi despertar, sobre tudo nos acadêmicos o interesse em refletir e buscar mais informações sobre as necessidades dos registros semióticos no Ensino de Física, especialmente no que tange os desenhos em perspectiva.

Uma vez que identificados os obstáculos no processo de ensino de Física, e diante da formação a que estamos submetidos na UFFS, onde somos levados a refletir sobre as nossas práticas com o objetivo de construir saberes que façam sentido ao nosso aluno, é necessário buscar caminhos para amenizar estes obstáculos tornando o conhecimento mais acessível aos alunos, e desencadear saberes formativos enquanto futuros professores. E, nada mais favorável, do que realizar essa busca durante a própria formação acadêmica.

Sabemos que nas atividades que envolvem o processo de ensino e aprendizagem, o importante, conforme aponta Duval (1993), é existir a possibilidade de mobilizar ao menos dois registros de representação ao mesmo tempo, ou a possibilidade de trocar constantemente de registro e enxergar nos diferentes registros o mesmo conceito físico representado, ou seja, ter a coordenação entre os registros para que possa se oportunizar as diferentes aprendizagens dentro de sala de aula. Até porque, se não o desenho, mas há muitas ferramentas disponíveis para o trabalho com o registro figural em sala de aula. Todavia é preciso que haja o domínio conceitual.

Com esse entendimento, sugerimos que sejam utilizados outros registros de representação semiótica, que não o figural, e se possível com o uso de dispositivos midiáticos, porque infelizmente o desenho poderá ser mais um complicador no processo de ensino e aprendizagem, principalmente enquanto forma de comunicação.

REFERÊNCIAS

- APOLINNÁRIO, F. **Metodologia da Ciência: filosofia e prática da pesquisa**. Reimpr. da 1ª edição de 2006. São Paulo: Cengage Learning, 2011.
- ARTUSO, A. R.; WRUBLEWSKI, M.. **Física 3º ano**. v.3, Curitiba: Positivo, 2013.
- BOLFER, M. M. M. O. **Reflexões Sobre Prática Docente: Estudo De Caso Sobre Formação Continuada De Professores Universitários**. 2008, 238f. Tese de Doutorado em Educação – Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba/SP, 2008.
- BRANDT, C. F.; MORETTI, M. T.. Construção De Um Desenho Metodológico de Análise Semiótica e Cognitiva de Problemas de Geometria que Envolvem Figuras. **Educação Matemática Pesquisa**, v. 17, n. 3, 2015.
- BRASIL, BASES LEGAIS – Parâmetros Curriculares Nacionais; MÉDIO, Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino. PCN+ para o Ensino de Ciências e Matemática. **Brasília: Ministério da Educação**, 2002.
- CAMARGO FILHO, P. S.; LABURU, C. E.; BARROS, M. A.. Dificuldades semióticas na construção de gráficos cartesianos em cinemática. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 3, p. 546-563, 2011.
- CARVALHO, M. L. de O. **Representações planas de corpos geométricos tridimensionais: uma proposta de ensino voltada para a codificação e decodificação de desenhos**. 2010. 245p. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2010.
- CASSIANI, S, H. B.; CALIRI, M. H. L.; PELA, N. T. R.. A teoria fundamentada nos dados como abordagem da pesquisa interpretativa. **Rev. Latino-Am. Enfermagem** [online]. 1996, vol.4, n.3, pp.75-88. ISSN 1518-8345.
- DALLEMOLE, J. J.; GROENWALD, C. L. O.; RUIZ, L. M.. Registros de representação semiótica e geometria analítica: Uma experiência com futuros professores. **Relime México**, v. 17, n. 2, p. 131-163, 2014.
- DUVAL, R.. Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo do pensamento. 1993, Trad.Méricles Thadeu Moretti. **Revista Eletrônica de Educação Matemática**, Florianópolis, v. 7, n. 2, p. 266-297, dez. 2012. ISSN 1981-1322
- DUVAL, R. Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo da compreensão em matemática. In: MACHADO, S. D. A. (Org.). **Aprendizagem em matemática: registros de representação semiótica**. 4 ed. Campinas: Papirus, 2009, p.11-33.

DUVAL, R.. **Ver e ensinar a matemática de outra forma: entrar no modo matemático de pensar:** os registros de representação semióticas. Org.:Tânia M. M. Campos; tradução: Marlene Alves Dias. 1ed. São Paulo: PROEM, 2011.

EDWARDS, B. **Desenhando com o lado direito do cérebro.** Trad.: Roberto Raposo. Rio de Janeiro: Ediouro, 1984.

GONSALVES, E. P. **Conversas sobre Iniciação à Pesquisa Científica.** 4º Ed. Campinas, SP: Editora Alinea, 2007. 96 p.

FERNANDES, R. G. **Modelos mentais em Mecânica Introdutória: uma simulação computacional.** 2000. 158f. Dissertação (Mestrado em Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

FLORES C. R.; MORETTI, M. T. **O funcionamento cognitivo e semiótico das Representações gráficas: ponto de análise para a aprendizagem matemática.** GT: Educação Matemática, S/A n.19. Disponível em: <http://www.ufrj.br/emanped/paginas/conteudo_producoes/docs_28/funcionamento.pdf>. Acesso em: outubro de 2015.

FOLLADOR, D. **Visualização, desenho e nomeação de figuras tridimensionais representadas no plano: um estudo na 4.ª série do ensino fundamental.** Curitiba/PR, 2004. 218f. Dissertação Mestrado em Educação – Universidade Federal do Paraná.

GONSALVES, E. P. **Conversas sobre Iniciação à Pesquisa Científica.** 4º Ed. Campinas, SP: Editora Alinea, 2007. 96 p.

Gardner, H.. **Inteligências múltiplas: a teoria na prática.** Tradução Maria Adriana Veríssimo Veronese. Porto Alegre: Artmed, 1995 (reimpressão em 2000).

HALLIDAY, D. **Fundamentos de Física.** RESNICK, WALKER, Vol. 3: Eletromagnetismo. David Halliday, Robert Resnic, Jearl Walkr; Tradução Ronaldo Sergio de Biasi. 8 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

HOUAISS, Antônio; VILLAR, Mauro. **Dicionário Houaiss Eletrônico.** Versão monousuário, v. 3, 2009.

KLEIN, T. A. S.; LABURÚ, C. E.. "Multimodos de representação e teoria da aprendizagem significativa: possíveis interconexões na construção do conceito de biotecnologia." **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** 14.2 (2012): 137 p..

LABURÚ, C. E.; SILVA, O. H. M. Multimodos E Múltiplas Representações: Fundamentos e Perspectivas Semióticas Para a Aprendizagem de Conceitos Científicos. **Investigações em Ensino de Ciências** – V16(1), pp. 7-33, 2011.

LUZ, A. M. R.; ALVARES, B. A. **FÍSICA: Ensino Médio**. 1ª edição, Volume 3, São Paulo: Scipicione, 2006.

MACHADO, S. D. A.. **Aprendizagem em matemática**. Papirus Editora, 2008.

MONNERAT, L. P. **Uma abordagem para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem em desenho técnico utilizando métodos e técnicas da computação**. Viçosa/MG, 2012. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa. Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação.

MORAES, R. Análise de Conteúdo: limites e possibilidades. In: ENGERS, M.E.A. (Org). **Paradigmas e metodologias de pesquisa em educação**. Porto Alegre, EDIPUCRS, 1994

NACARATO, A. M.; PASSOS, C. L. B. **A Geometria nas séries iniciais**. São Carlos, SP: EdUFSCar, 2003.

ORTEGA, C. V. A.; TOMMASIELLO, M. G. C.. Os diferentes registros semióticos e suas relações na prática pedagógica de professores de física do ensino médio. **Interacções**, v. 11, n. 39, 2015.

PATRÍCIO, R. F. **As dificuldades relacionadas à aprendizagem do conceito de vetor à luz da teoria dos registros de representação semiótica**. 2011. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Educação Matemática e Científica, Belém, 2010. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas.

PAZ, A. M.. **Atividades experimentais e informatizadas: contribuições para o ensino de eletromagnetismo**. Tese de Doutorado do Programa de Pós – Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2007.

PERUCCI, L. R.; LABURÚ, C. E., BASSO, C. R.; OLIVEIRA, R. S. de. Análise de uma Proposta Didática de Krasilchik com o Enfoque Semiótico de Duval (Analysis of a didactic proposal of Krasilchik with the semiotic focus of Duval). **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 17, n. 3, p. 685-696, 2012.

PINHEIRO, J. L.; BARRETO, M. C.. A Teoria Dos Registros De Representação Semiótica: Contribuições Para A Formação Matemática De Professores Em Ambientes Virtuais. In: **Anais do Encontro Virtual de Documentação em Software Livre e Congresso Internacional de Linguagem e Tecnologia Online**. 2013.

POSSANI, R. A. R. Apreensões de representações planas de objetos espaciais em um ambiente de geometria dinâmica. São Paulo/SP, 2002. 160 f. Dissertação de Mestrado em Educação Matemática – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

ROSA, C. C.; ALMEIDA, L. M. W.. O Fenômeno de Congruência em Registros de Representação Semiótica: Análise de Uma Atividade de Modelagem Matemática. **IV Conferência Nacional Sobre Modelagem na Educação Matemática**. Universidade

Estadual de Londrina. 18 p. Londrina/PR: 2009. Disponível em: <http://www.uel.br/grupo-pesquisa/grupemat/docs/CC24_cnmem2009.pdf> Acesso em: Maio de 2016.

SANTAELLA, L. **O que é Semiótica**. São Paulo: Brasiliense, 2007.

SANTOS, C. A. B. dos; CURI, E.. O Papel dos Registros de Representação Semiótica na Mobilização de Conteúdos Matemáticos no Ensino de Física. **Revista Eletrônica de Ciências da Educação**, v. 11, n. 1, 2012.

SOUZA, E. S. R. de. **Modelagem matemática no ensino de física: Registros de Representação Semiótica**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Educação Matemática e Científica, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Belém, 2010.

TAVARES, R.. Aprendizagem significativa e o ensino de Ciências. **Ciências & cognição**, v. 13, n. 1, 2008.

TEIXEIRA, R. R. P. "Sobre a importância do ensino de Geometria nos cursos de Licenciatura em Física." **Vértices** 10.1 (2008): 107-116.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL. **Projeto Pedagógico do Curso de Física**. Realeza/PR, 2012.

VERTUAN, R. E.. O uso de diferentes registros em atividades de Modelagem Matemática. In: Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática — CNMEM, 5, Universidade Federal de Ouro Preto/Universidade Federal de Minas Gerais, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto, 2007.

VIANA, O. A. **O conhecimento geométrico de alunos do CEFAM sobre figuras espaciais: um estudo das habilidades e dos níveis de conceito**. Campinas/SP, 2000. 212f. Dissertação Mestrado em Educação – Universidade Estadual de Campinas.

VIANA, J.; MARINHO, J.; BARBOSA, K. F.; REIS, M.; LIMA, M. B. A Importância Do Desenho Geométrico No Ensino Básico E Técnico De Nível. **Anais Eletrônicos**, 1ª Jornada De Iniciação Científica e Extensão do Instituto Federal do Tocantins. 2010, Instituto Federal do Tocantins. Disponível em: <<http://www.ifto.edu.br/jornadacientifica/wp-content/uploads/2010/12/06-A-IMPORT%C3%82NCIA-DO.pdf>>. Acesso em: outubro de 2015.

VIEIRA, J. K.; LARCHER, J. V. M.; FERNEDA, M. C.; DIAS JUNIOR, G. D. B.; BRUM, L. S. Uso de maquetes físicas tridimensionais para o ensino-aprendizagem em desenho técnico. **XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**. Blumenau: Abenge, 2011.

ZUIN, Elenice de Souza Lodron. Parâmetros curriculares nacionais de matemática para o 3º e 4º ciclos do ensino fundamental e o ensino de construções geométricas, entre outras

considerações. **Reunião anual da associação nacional de pesquisa e pós-graduação em educação**, v. 15, p. 1-19, 2002.

APÊNDICE A

QUESTIONÁRIO DE PESQUISA DE CAMPO

Prezado Estudante,

Este questionário faz parte do processo de investigação de um Trabalho de Conclusão do Curso de Física, o qual busca investigar a prática do desenho dos acadêmicos do referido curso, diante de alguns conceitos do eletromagnetismo.

O questionário é anônimo, não devendo por isso colocar a sua identificação em nenhuma das folhas nem assinar o questionário. Solicitamos que responda de forma espontânea e fidedigna a todas as questões.

Abaixo de cada questão há um espaço para que você, se considerar necessário, registre fatores que tenham influenciado você a responder, ou não, a questão. Obrigado pela sua colaboração!

Acadêmico(a) do curso de Física Licenciatura da _____ fase.

01 – Represente, considerando o sentido das linhas de força, as seguintes situações:

- a) Campo Elétrico gerado por uma carga negativa: b) Campo Elétrico gerado por uma carga positiva:

Considerações:

02 – Dada as representações de cargas elétricas abaixo complete as linhas de Campo Elétrico em cada situação.

a)



b)



Considerações:

03 – Dado o seguinte enunciado:

“Duas placas, planas e paralelas, eletrizadas com carga de mesmo módulo, porém com sinais opostos, produzem um campo elétrico”.

Represente, por meio de desenho tridimensional, a situação acima, considerando as linhas de força do Campo Elétrico produzido entre as placas.

Considerações

04 – Represente abaixo, o Campo Magnético produzido por um ímã, o qual tem a forma de um paralelepípedo, considerando seus dois polos magnéticos [Norte(N), Sul(S)]:

Considerações

05 – Represente abaixo, o Campo Magnético produzido por uma corrente elétrica, num fio longo e retilíneo, de raio r , considerando o sentido de propagação de cada um dos elementos:

Considerações

06 – Represente linhas de Campo Magnético atravessando uma superfície plana de lado l , comprimento a , e espessura b .

Considerações

07 – Qual a sua concepção sobre a frase “As técnicas do desenho são um importante facilitador do processo de ensino e aprendizagem de física”.

Discordo totalmente	Discordo	Não concordo e nem discordo	Concordo	Concordo Totalmente
()	()	()	()	()

Porquê?

- () O desenho não possibilita e não acresce a compreensão de conceitos;
- () Existem outras ferramentas disponíveis que podem contribuir com o processo, então o desenho não é importante;
- () Ele contribui com a organização de situações de aprendizagens, quando se busca a conceitualização e a aquisição de conhecimentos;
- () Ele possibilita que se defina conceitos, demonstre-se propriedades, resolva-se exercícios, além de contribuir com a comunicação;
- () Outro.
