

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE FÍSICA  
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

JEFFERSON SANTANA MARTINS

**UTILIZANDO IMAGENS INTERATIVAS COMO INSTRUMENTO DIDÁTICO PARA  
O ENSINO DE FÍSICA**

Porto Alegre  
2010

JEFFERSON SANTANA MARTINS

**UTILIZANDO IMAGENS INTERATIVAS COMO INSTRUMENTO DIDÁTICO PARA  
O ENSINO DE FÍSICA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentado à Faculdade de Física da  
Pontifícia Universidade Católica do Rio  
Grande do Sul, como requisito parcial para  
obtenção do grau de Licenciatura em Física

**Orientador: Prof. Dr. João Batista Siqueira Harres**

Porto Alegre  
2010

## **AGRADECIMENTOS**

À minha mãe, por ter me dado todo o seu apoio, carinho e amor. Te amo muito mãe!!

Ao meu pai, por ter me ajudado muito durante todos os anos de minha vida.

Aos professores Délcio Basso e Sayonara Salvador Cabral, por serem uma fonte constante de inspiração.

Aos professores Airton Cabral de Andrade e Maria Eulália Pinto Tarragó, por serem pessoas fantásticas, que me ajudaram muito, são verdadeiros exemplos a serem seguidos.

Às professoras Maria do Carmo Lagreca e Elaine Streck, por terem me compreendido e ajudado durante os meus anos de faculdade.

Aos meus queridos amigos de Santa Catarina, Tiago, Róger, João Paulo, Joel Heron, Lucas e Jéssica por estarem sempre presentes em minha vida, me ajudando e aconselhando.

Aos meus amigos e colegas de faculdade Elias e Carla, por me propiciarem momentos de muita descontração, diversão e companheirismo.

À minha querida amiga Stéphanie Rodrigues Dias, por ser uma pessoa fantástica, que eu gosto e admiro muito. Agradeço também, por ela ter contribuído com muitas das idéias presentes neste trabalho.

A todos que participaram direta ou indiretamente deste trabalho.

“(...)Por mais que se diga o que se vê, o que se vê não se aloja jamais no que se diz, e por mais que se faça ver o que se está dizendo por imagens, metáforas, comparações, o lugar onde estas resplandecem não é aquele que os olhos descortinam, mas aquele que as sucessões da sintaxe definem.”

**Foucault**

“(...) O caminho da vida pode ser o da liberdade e da beleza, porém nos extraviamos... Nossos conhecimentos fizeram-nos céticos; nossa inteligência, empedernidos e cruéis. Pensamos em demasia e sentimos bem pouco. Mais do que máquinas, precisamos de humanidade. Mais do que de inteligência, precisamos de afeição e doçura. Sem essas duas virtudes, a vida será de violência e tudo será perdido.... Lutemos por um mundo de razão, um mundo em que a ciência e o progresso conduzam à ventura de todos nós..... Não sois máquina! Homens é que sois! E com o amor da humanidade em vossas almas! Não odieis! Só odeiam os que não se fazem amar ... os que não se fazem amar e os inumanos..... Lutemos por um mundo novo... um mundo bom que a todos assegure o ensejo de trabalho, que dê futuro à mocidade e segurança à velhice.(...)”

**C. Chaplin**

## RESUMO

O objetivo deste trabalho é fazer uma discussão acerca da utilização de imagens interativas no ensino de Física. Inicialmente, foi utilizada a teoria de David Ausubel, denominada Teoria da Aprendizagem Significativa, como aporte teórico para a compreensão do processo de ensino/aprendizagem. Além disso, foi inserida e defendida, a hipótese de que o ensino de Física depende do aprendizado das diferentes formas de representação de um mesmo fenômeno. Tendo em vista que para o ensino de Física há a necessidade do estabelecimento de ligações entre um determinado assunto abordado e a estrutura cognitiva do aluno e, conjuntamente, também há a necessidade de combinação entre diferentes signos lingüísticos. Presumiu-se que devido à capacidade de combinar diferentes linguagens a uma imagem dinâmica, imagens interativas ou *applets* possam servir como ferramenta capaz de realizar esta tarefa. Isto porque, podem relacionar uma imagem a algo conhecido pelos alunos, somados a uma representação gráfica de vetores e gráficos, adicionados a textos explicativos das relações existentes entre eles. Assim, satisfazendo a necessidade de relacionamento entre diferentes linguagens para o ensino de Física. Com o intuito de examinar os diferentes signos lingüísticos presentes em imagens interativas, foram selecionados cinco *applets*, os quais passaram por um processo de caracterização. Este processo visou determinar o grau de iconicidade, de funcionalidade, de presença e as características de etiquetas verbais. Essa caracterização indicou algumas hipóteses acerca das interpretações feitas pelos alunos dos *applets*. Para testar essas hipóteses, foram realizadas três entrevistas com alunos de ensino superior. O resultado da classificação e das entrevistas indicou a necessidade de serem produzidos *applets* que possam ser utilizados, numa etapa inicial do processo de ensino e aprendizagem. Estes por sua vez, poderiam apresentar um número maior de etiquetas verbais, com a capacidade de explicar as relações existentes entre os elementos gráficos e gráficos matemáticos.

**Palavras-chave:** Subsunçor. Interatividade. Simulação. Semiótica. *Applet*.

## ABSTRACT

This monograph aims to make a discussion about the use of interactive images in Physics teaching. Initially, it was used the theory of David Ausubel, called Theory of Meaningful Learning, for understanding the process of teaching and learning. Moreover, it was inserted and supported the hypothesis that the physics teaching depends on the learning of different forms of representation of the same phenomenon. Considering that for the physics teaching there is the need to establish links between a particular subject matter and the student's cognitive structure and, additionally, is necessary to combine different linguistic signs. It was assumed that due to the ability to combine different languages, applets can serve as a tool to accomplish this task. The hypothesis is supported by the fact that, in an applet, an image can be related to something previously known by the students simultaneously with vectors and graphics, which have graphical representations, and texts that explain the complex relationships presented between them. Thus, these relations are relevant to Physics teaching. Aiming to examine the different linguistic signs present in applets, it was selected a set of applets, which went through a process of characterization. This methodology aimed to determine the degree of iconicity, the functionality, the presence and the characteristics of verbal labels, which are members of the set. This characterization pointed to some hypotheses about the interpretations made by the students of the applets. To test these hypotheses, it was used three interviews with students. The result of classification and interviewing indicated the need for producing applets that can be used in an initial stage of the process of teaching and learning. These, in turn, could present a greater number of verbal labels with the ability to explain the relationship between graphics and mathematical graphs.

**Keywords:** Subsumption. Interactivity. Simulation. Semiotics.Applets.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Seqüência de imagens em ordem decrescente de iconicidade (da esquerda para direita).....	20
Figura 2: <i>Applet A1</i> .....	27
Figura 3: <i>Applet A2</i> .....	28
Figura 4: <i>Applet A3</i> .....	29
Figura 5: <i>Applet A4</i> .....	30
Figura 6: <i>Applet A5</i> .....	31

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Modos de representação, através de diferentes signos, dos conhecimentos da Física.....	18
Quadro 2: Categorias de análise em função do grau de iconicidade, com respectivos exemplos.....	21
Quadro 3: Categorias de análise em função da funcionalidade com respectivos exemplos.....	22
Quadro 4: Categorias de análise em função das etiquetas verbais e exemplos de ilustrações.....	23
Quadro 5: Algumas propriedades dos <i>applets</i> e as vantagens, em relação a formas tradicionais de ensino, que este possui por apresentar estas propriedades.....	25
Quadro 6: Características dos <i>applets</i> selecionados. ....	34
Quadro 7: Resumo da compreensão de A1 pelos alunos entrevistados.....	38
Quadro 8: Resumo da compreensão de A2 pelos alunos entrevistados.....	38
Quadro 9: Resumo do resultado da leitura realizada pelos alunos entrevistados de A3.....	39
Quadro 10: Resumo do resultado da leitura realizada pelos alunos entrevistados de A4.....	39
Quadro 11: Resumo do resultado da leitura realizada pelos alunos entrevistados de A5.....	39



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
1.1	OBJETIVO GERAL .....	11
1.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	11
1.3	JUSTIFICATIVA .....	11
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>12</b>
2.1	A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA .....	12
2.2	ALGUNS PROBLEMAS DO ENSINO DE FÍSICA .....	14
2.3	IMAGENS, SÍMBOLOS, ÍNDICES E O ENSINO DE FÍSICA.....	16
2.3.1	<b>Caracterização da Imagem</b> .....	<b>19</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>26</b>
3.1	<i>APPLETS SELECIONADOS</i> .....	27
3.2	AVALIAÇÃO COM OS ALUNOS .....	31
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>32</b>
4.1	CLASSIFICAÇÃO DOS <i>APPLETS</i> .....	32
4.2	ENTREVISTAS .....	35
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>40</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>42</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Na sociedade moderna, a grande maioria das pessoas, principalmente os mais jovens (crianças e adolescentes) estão a todo o momento em contato com mídias visuais. Estas mídias hoje são uma fonte indispensável de informação para o cidadão contemporâneo (1). Do ponto de vista lingüístico, de acordo com McCloud (1995) citado em (2), as imagens são informações recebidas contendo uma mensagem que é instantânea, enquanto a escrita (também imagem) é uma informação que necessita de decodificação simbólica para ser compreendida. Nesse sentido, por não necessitarem de decodificação simbólica, as imagens em algumas situações, podem possuir maior relevância comunicativa em comparação com a linguagem escrita. A partir dessas considerações, imagina-se que elas possam ser utilizadas em sala de aula, contribuindo para melhorar a aquisição de novas informações por parte dos alunos, com efeitos positivos sobre o aprendizado.

Para o ensino de ciência, a utilização de imagens não é novidade, há anos professores de ciências as utilizam como ferramenta para facilitar a compreensão dos pressupostos teóricos de suas respectivas disciplinas (3). Na Física, de maneira mais específica, hoje é quase impossível, senão impossível, encontrar livros didáticos que não possuam uma imagem sendo utilizada como auxiliar para representação de um determinado conceito.

Com o desenvolvimento da informática, por sua vez, foi possível criar ferramentas que estabelecem relações entre uma imagem dinâmica observada e parâmetros variáveis, introduzidos pelos observadores. Essas imagens são denominadas “imagens interativas” ou *applets*.

Os *applets* têm sido utilizados como laboratórios virtuais, uma vez que a não compreensão dos fenômenos físicos, observados em experimentos desenvolvidos em laboratório real poderão ser mais bem compreendidos, através de simulações observadas num ambiente virtual (18).

No entanto, sabendo que a Física é uma ciência que possui uma linguagem composta por diferentes categorias de símbolos, o ensino da mesma deveria estabelecer relações entre essas diferentes categorias. Desse ponto de vista, as imagens interativas podem ser uma importante ferramenta, pois relacionam gráficos e equações a uma imagem dinâmica. Esta última, por sua vez, deverá ser a

representação de uma situação conhecida pelos alunos. Assim, os *applets* deixam de ser um mero auxiliar de laboratório, atuando como aporte, relacionando os conhecimentos anteriores dos alunos às linguagens e aos novos conhecimentos da Física, apresentados em aula. Partindo dessa suposição, foi analisado um conjunto de *applets*, selecionado na Internet, que tenta representar o mesmo conceito físico, através de diferentes situações físicas supostamente conhecidas pelos alunos. Estes foram analisados em relação à quantidade e ao tipo de categorias simbólicas que apresentam. Para isso, foram utilizadas algumas categorias de análises de imagens, de outros trabalhos empregados para avaliação de ilustrações em livros didáticos. Essa análise lingüística identificou que todos os *applets* do conjunto possuíam signos específicos da Física. A partir disso, suspeitou-se uma possível necessidade de um nível de instrução mínimo em Física para a interpretação deles. Assim sendo, foram realizadas três entrevistas com estudantes do ensino superior, tentando verificar quais as relações entre as grandezas trabalhadas, eram produzidas por eles, a partir da utilização de um determinado *applet*. Posteriormente, foi verificado se existia uma correlação entre as relações feitas pelos entrevistados e a quantidade e tipos de categorias de signos, apresentadas por um *applet* específico.

Por considerar importante relacionar os conhecimentos anteriores dos alunos, aos novos conhecimentos ministrados em sala de aula, foi escolhida como ponto de vista teórico, para a explicação do processo de ensino aprendizagem, nesse trabalho, a teoria da aprendizagem significativa. Esta teoria é o primeiro tema tratado na fundamentação teórica, servindo como alicerce para o entendimento da aplicação dos *applets* no ensino de Física. Na segunda seção da fundamentação teórica, foram abordados alguns problemas do ensino de Física e sua ligação com a teoria da aprendizagem significativa. O trabalho segue apresentando uma definição para imagem baseada na semiótica como pertencente a uma categoria de signo denominada Ícone. Além disso, no mesmo capítulo, são apresentadas as diferentes categorias de signo definidas por esta ciência. Em seguida, o trabalho continua com uma pequena explanação, sobre as propriedades utilizadas para a caracterização de imagens. Elas foram utilizadas para classificar diferentes *applets*. A seção seguinte do trabalho tem por objetivo explicar ao leitor como estão estruturados os *applets*, apontando possíveis benefícios obtidos com sua utilização em sala de aula. Logo em seguida, é apresentada a metodologia. Nesta seção são apresentados os *applets* escolhidos, nos quais foram realizadas as análises lingüísticas. Ainda na

metodologia, também são explicadas as entrevistas realizadas com alunos de graduação da PUCRS. Finalizando, são apresentados os resultados das análises dos *applets* e das entrevistas e, logo após, as conclusões obtidas com base nos dados.

### 1.1 OBJETIVO GERAL

Fazer a análise de *applets* como ferramenta pedagógica, dentro do contexto de ensino/aprendizagem em Física, considerando os signos lingüísticos empregados por esta ferramenta pedagógica.

### 1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Classificar um conjunto de *applets* em relação a sua iconicidade, funcionalidade e presença de etiquetas verbais.
- Verificar a compressão de alunos com diferentes níveis de alfabetização em Física, em relação aos signos lingüísticos utilizados pelos *applets* do conjunto selecionado.
- Correlacionar a classificação dos *applets* com as entrevistas realizadas com os alunos.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

Devido ao desenvolvimento das mídias eletrônicas no século XX e, principalmente, da informática no final do século XX e início do século XXI, ocorreu um grande aumento da utilização de mídias visuais. Mais especificamente, a informática permitiu a criação de animações manipuláveis por parte do usuário, chamadas de *applets* ou imagens interativas. Essas animações podem ser utilizadas para representar experimentos reais. Desse modo, elas possivelmente são/serão empregadas como ferramenta pedagógica para diferentes disciplinas.

Além de poderem simular experimentos reais, elas podem também representar conjuntamente os gráficos, as equações e elementos matemáticos gráficos (como setas que representam vetores). Essa capacidade de unir diferentes

linguagens representativas de um mesmo contexto pode contribuir em muito para o ensino de disciplinas como a Física, onde é necessário correlacionar diferentes representações de um mesmo conceito ou fenômeno.

Outro aspecto importante a ser considerado é a evolução e possível futura popularização de uma classe de computadores chamada *tablets PC*. Eles provavelmente substituirão cadernos e livros impressos, revolucionando o material didático utilizado nas salas de aulas. Isso possibilitaria, por exemplo, a utilização de imagens interativas, vídeos, simulações e etc, inseridas no interior de livros didáticos digitais. Assim sendo, justifica-se o estudo do emprego dessas mídias para o ensino.

Para as imagens interativas, ainda deve ser esclarecido como elas podem ser utilizadas dentro do contexto de ensino/aprendizagem. Para isso, deve ser elucidado como nelas são combinadas diferentes classes de signos e como distintos arranjos destes interferem nas interpretações feitas pelos alunos dos *applets*.

Desse modo, esse trabalho propõe uma análise lingüística ancorada na semiótica das imagens interativas, utilizando categorias taxonômicas capazes de caracterizarem imagens e outros signos lingüísticos, presentes nessas ilustrações interativas e animadas. Além dessa classificação, também foram verificadas as interpretações de um conjunto de *applets*, realizadas por alunos com diferentes níveis de instrução em Física, tentando estabelecer uma correlação entre elas e a categorização anteriormente realizada. Assim, buscam-se algumas informações sobre o modo como as imagens interativas podem ser utilizadas de modo mais eficiente no ensino de Física, situando-as dentro do corpo de opções de ferramentas pedagógicas disponíveis aos professores de Física.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

A Teoria da Aprendizagem Significativa é uma teoria construída pelo professor emérito da Universidade de Columbia, David Ausubel<sup>1</sup>. Após a aposentadoria de Ausubel, a teoria vem sendo desenvolvida pelo professor de Educação da

---

<sup>1</sup> David Paul Ausubel (25 de outubro 1918, Nova Iorque - 9 de julho de 2008), foi um grande psicólogo da educação estadunidense.

Universidade de Cornell Joseph D. Novak<sup>2</sup>.

Antes de abordar especificamente a teoria de Ausubel e Novak, é interessante definirmos algumas categorias de aprendizagens. De acordo com Moreira (4) podem ser distinguidos três tipos de aprendizagens: cognitiva, afetiva e psicomotora. A aprendizagem cognitiva é aquela que resulta de um processo organizado de armazenamento de informações por um determinado indivíduo (4). A esse conjunto organizado de informações é dado o nome de estrutura cognitiva. A aprendizagem afetiva resulta de sinais internos do indivíduo e pode ser identificada com experiências tais como: prazer e dor, satisfação e descontentamento, alegria ou ansiedade. A aprendizagem psicomotora está ligada à capacidade muscular do indivíduo de dar uma resposta em uma determinada situação. Dessas três categorias de aprendizado, a teoria de Ausubel-Novak focaliza principalmente a aprendizagem cognitiva.

O ponto central da teoria da aprendizagem significativa é o próprio conceito de aprendizagem significativa. De acordo com Moreira (4) a aprendizagem significativa é:

“(...) um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, este processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define como conceito subsunçor, ou simplesmente subsunçor (...)” (Moreira, 1999, p. 153).

Assim sendo, a aprendizagem significativa ocorre quando uma informação é interligada a uma determinada estrutura do conhecimento (subsunçor) pré-existente na mente do indivíduo. Ausubel, deste modo, enxerga o armazenamento de informações na mente humana como organizado e conceitualmente hierárquico. Assim, para uma nova informação ser armazenada pelo cérebro é necessário que ela seja ajustada dentro de uma já existente estrutura conceitual, formada pelo conjunto de informações, hierarquicamente e conceitualmente organizada, da qual é constituída a mente do indivíduo.

Ausubel destaca ainda uma segunda categoria de aprendizagem cognitiva: a aprendizagem mecânica. Ela acontece quando novas informações são armazenadas

---

<sup>2</sup> Joseph Donald Novak (nascido em 1932) é um educador americano, Professor Emérito na Cornell University e Pesquisador Sênior no IHMC. É conhecido mundialmente pelo desenvolvimento da teoria do mapa conceitual na década de 1970.

sem o estabelecimento de ligações entre essas informações e a estrutura conceitual pré-existente na mente do indivíduo. Deste modo, a nova informação seria armazenada de maneira arbitrária sem interação com um subsunçor específico. Um exemplo dessa categoria de aprendizado seria a memorização mecânica de pares de sílabas ou a memorização arbitrária de fórmulas ou conceitos da Física (4). Assim, sobre a diferença entre a aprendizagem significativa e a aprendizagem mecânica Tavares (5) diz o seguinte:

“Quando se depara com um novo corpo de informações o aprendiz pode decidir absorver esse conteúdo de maneira literal, e desse modo a sua aprendizagem será mecânica, pois ele só conseguirá simplesmente reproduzir esse conteúdo de maneira idêntica a aquela que lhe foi apresentada. Nesse caso não existiu uma compreensão da estrutura da informação que lhe foi apresentada, e o aluno não conseguirá transferir o aprendizado da estrutura dessa informação apresentada para a solução de problemas equivalentes em outros contextos. No entanto, quando o aprendiz tem pela frente um novo corpo de informações e consegue fazer conexões entre esse material que lhe é apresentado e o seu conhecimento prévio em assuntos correlatos, ele estará construindo significados pessoais para essa informação, transformando-a em conhecimentos, em significados sobre o conteúdo apresentado. Essa construção de significados não é uma apreensão literal da informação, mas é uma percepção substantiva do material apresentado, e desse modo se configura como uma aprendizagem significativa.” (Tavares, 2008, p.101 e 102).

Portanto, considera-se que as imagens interativas possam ser utilizadas para estabelecer relações entre um subsunçor específico do aluno e o conhecimento científico apresentado a ele em sala de aula. Isto porque elas podem relacionar signos normalizados de uso específicos na Física, como equações de movimento, com as situações cotidianas por esses signos representadas, como por exemplo, o movimento retilíneo de um carro em uma estrada, e/ou ligar estas situações a outros símbolos gráficos utilizados na Física, como os gráficos de movimento utilizados na cinemática.

## 2.2 ALGUNS PROBLEMAS DO ENSINO DE FÍSICA

Com base na teoria de Ausubel e Novak, é possível concluir que a construção do conhecimento por parte do aluno depende da maneira como um determinado conjunto de saberes é apresentado a ele, pois isso influencia a relação destes

saberes com a sua já existente estrutura cognitiva. Na Física, de forma mais específica, existe uma relação entre modelos teóricos construídos e situações observáveis. Portanto, quando ao aluno não é dada a oportunidade de observar um fenômeno físico, a partir do qual foi construindo um modelo teórico, a Física para ele estará reduzida a um conjunto de regras abstratas, desprovidas de significado. Isso ocorre porque neste caso os saberes ministrados aos alunos em sala de aula não estão vinculados aos fenômenos observados por eles no cotidiano, não possuindo assim relação com um subsunçor específico em sua estrutura cognitiva. De outro modo, o aluno pode já ter tido contato com o conceito a ser trabalhado, estabelecendo relações deste com objetos e outros conceitos presentes no seu cotidiano. No entanto, estas relações, muitas vezes, não estão de acordo com as relações estabelecidas na Física. Neste sentido, Silva e Filho (2004, pág 2) afirmam que:

“Essa relação constitutiva confere ao conhecimento da Física características próprias e desafios peculiares ao seu ensino. Notadamente, trata-se de um aspecto fundamental na distinção, no distanciamento e na ruptura entre o conhecimento cotidiano e o científico, no caso da Física. Trata-se de uma outra linguagem que intervém na constituição dos significados físicos, resultados de uma forma peculiar de interpretar o mundo. É porque o mundo já nos faz algum sentido que vemos o ensino como lugar e momento de relação entre sentidos (...)” (Silva & Filho, p. 2).

Complementando o trecho citado acima, Silva e Filho (16) citam Maingueneau que escreve o seguinte:

“um discurso não nasce como geralmente é pretendido, de algum retorno às próprias coisas, ao bom senso, etc., mas de um trabalho sobre outros discursos” (Maingueneau apud Silva & Filho, p. 2).

Desse ponto de vista teórico, em (16) é concluído que ensinar Física significa “trabalhar os processos de produção de sentido sobre a realidade, processos que tem sua história” (pág 2).

Além disso, a Física também é uma disciplina onde são trabalhados conceitos através de transposições entre diferentes linguagens<sup>3</sup>. Quando um aluno está resolvendo um problema de Física<sup>4</sup>, primeiro ele necessita compreender o que está

---

<sup>3</sup> Ver o item IMAGENS, SÍMBOLOS, ÍNDICES E O ENSINO DE FÍSICO, neste trabalho

<sup>4</sup> Cabe aqui uma consideração, existem diferentes formas de ser apresentado um problema físico,



sendo comunicado em linguagem verbal pelo enunciado do problema. Em seguida, será necessário traduzir o enunciado para um modelo visual e, a partir deste modelo, extrair relações em linguagem matemática para poder assim solucioná-lo. Deste modo, mesmo que um estudante entenda de maneira verbal um conceito da Física, ele pode não ser capaz de fazer a transposição desse conceito para linguagem simbólica matemática, sendo observada, nessa situação, uma dificuldade matemática por parte do aluno. No entanto, pelo contrário, o aluno pode não entender um conceito verbalmente e de maneira mecânica operar com este conhecimento apenas a nível matemático, não possuindo este conceito sentido para ele. Deste modo, pensa-se que a existência dessas dificuldades é devida a algumas práticas de ensino. Estas, por sua vez, se caracterizam por não considerarem os conhecimentos anteriores dos alunos, fazendo com que eles utilizem mecanicamente, as informações científicas trabalhadas durante as aulas. Grande parte dessas informações já são apresentadas na forma de linguagem matemática para o aluno, não existindo uma ligação entre elas e a sua estrutura cognitiva. Devido a isso, o aluno acaba por não conseguir estabelecer relações entre seus antigos conhecimentos e os novos conhecimentos apresentados em sala de aula, sendo por isso, esses novos conhecimentos, aprendidos de forma mecânica por ele. A Física, assim, fica reduzida apenas a manipulação de equações e repetição de definições de conceitos, sem sentido algum para o aluno.

### 2.3 IMAGENS, SÍMBOLOS, ÍNDICES E O ENSINO DE FÍSICA

Imagens são um dos meios de expressão cultural mais antigo da humanidade, aparecendo milênios antes da linguagem escrita, com as pinturas pré-históricas das cavernas (7), por exemplo. Hoje, elas têm sido objeto de estudo de diversas disciplinas. Seu estudo é assim caracterizado por ser interdisciplinar (7). No entanto, de forma mais específica, a imagem<sup>5</sup> será considerada neste trabalho uma categoria de linguagem. Desse modo, do ponto de vista da linguagem, para defini-la, foi utilizada uma abordagem baseada na semiótica.

---

nesse caso pensa-se em um problema expresso de forma verbal, apenas com algumas informações aritméticas, sem equações algébricas e sem gráficos.

<sup>5</sup>Neste trabalho é feita referência à imagem que possui forma visível, imagem-visual. Assim, ela é diferida da imagem mental utilizada na psicologia.

A semiótica é a ciência geral dos signos e da semiose que estuda todos os fenômenos culturais como se fossem sistemas sígnicos, isto é, sistemas de significação (8). A escolha da semiótica nesse trabalho como ponto de vista teórico para tratamento da imagem e outras formas de representações, se deve ao fato dela ser uma área do conhecimento, onde são estudadas as relações existentes entre diferentes linguagens, nas palavras de Pignatari (9):

“Mas, afinal, para que serve a Semiótica? Serve para estabelecer as ligações entre um código e outro código, entre uma linguagem e outra linguagem. Serve para ler o mundo não-verbal: “ler” um quadro, “ler” uma dança, “ler” um filme – e para ensinar a ler o mundo verbal em ligação com o mundo icônico ou não-verbal. (...) A Semiótica acaba de uma vez por todas com a idéia de que as coisas só adquirem significado quando traduzidas sob a forma de palavras” (Pignatari, 2004, p. 20).

Na semiótica a imagem é vista como signo, mais especificamente Peirce<sup>6</sup> considera a imagem como uma subcategoria de ícone (10). Ícone, por sua vez, é definido na semiótica como sendo uma abstração que mantém pelo menos um traço semelhante ao objeto representado (referente). Como exemplo de ícone é possível citar o retrato de uma pessoa, um mapa de uma localidade, o desenho de uma casa, a representação de um avião pelo aeroporto e o de talheres por um restaurante. O ícone se diferencia de outras duas classes de signos definidas por Peirce. Uma dessas classes é o índice, o qual é um signo mantenedor de uma relação de proximidade imediata com o referente, ou utilizando as palavras de Joly (10):

“O índice corresponde à classe dos signos que mantém uma relação causal de contigüidade física com aquilo que eles representam. É o caso dos signos ditos naturais como a palidez para a fadiga, o fumo para o fogo, a nuvem para a chuva, mas também a pegada deixada por um caminhante na areia ou pelo pneu de um carro na lama” (Joly, 1999, p. 39).

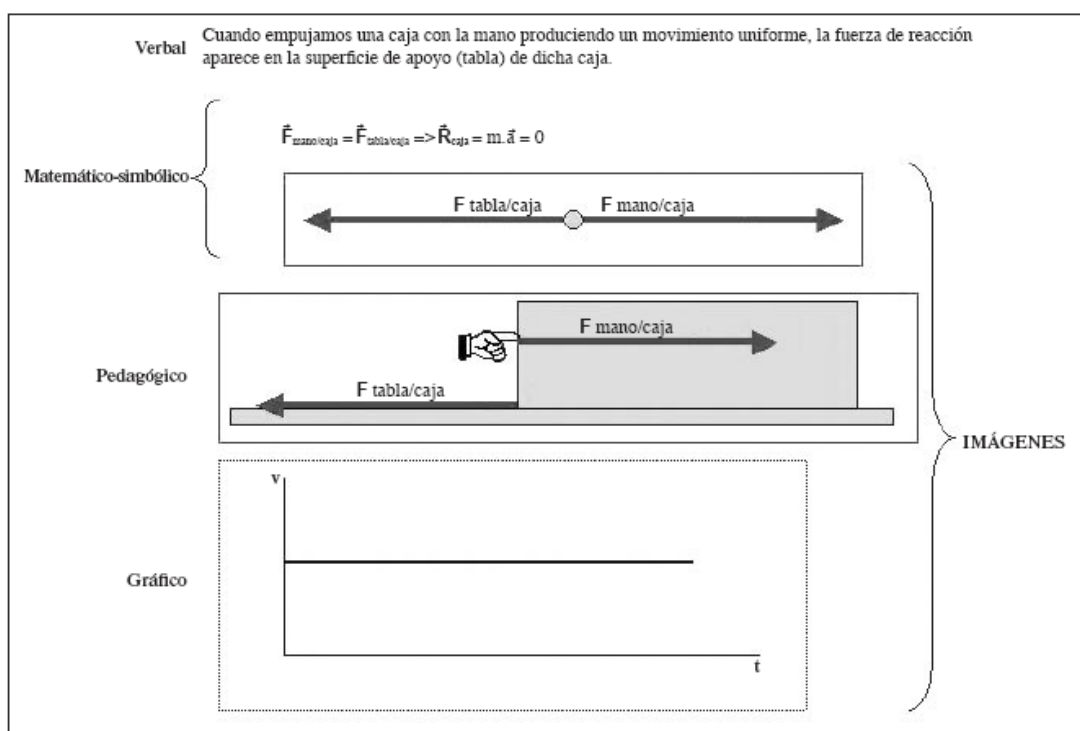
A outra classe de signo definida por Peirce é o símbolo. Ela se caracteriza por manter uma relação de convenção para com o referente. Como exemplo de símbolo é possível citar as bandeiras dos países, a pomba representante da paz e a linguagem escrita.

Para o ensino de Física deve ser estabelecida uma relação entre as diferentes classes de signos envolvidos na representação de determinados

---

<sup>6</sup>Charles Sanders Peirce (Cambridge, 1839 – Milford, 1914), foi um filósofo, cientista e matemático americano, conhecido por ter fundado o pragmatismo e a semiótica.

parâmetros. Estas classes têm o objetivo de representar o mesmo referente, tratado aqui como sinônimo de fenômeno físico. Como exemplo, temos o efeito joule. Este efeito ocorre quando há o aquecimento de um determinado material, sendo percorrido por uma corrente elétrica. Neste fenômeno existem parâmetros físicos envolvidos (como resistência, corrente elétrica, temperatura e tempo), correlacionados através de uma linguagem simbólica, a linguagem matemática. Esses parâmetros também podem ser representados através de experimentos, como o simples acender de uma lâmpada (índices). De outra maneira, eles podem ainda ser representados de forma icônica, através de esquemas representativos do circuito elétrico utilizado no experimento. Estes diferentes modos de apresentação do conhecimento da Física estão resumidos no Quadro 1, retirado de (11).



**Quadro 1:** Modos de representação, através de diferentes signos, dos conhecimentos da Física.

Fonte: (11) pág. [16].

Assim, este trabalho parte da hipótese de que a aprendizagem significativa de determinado conceito da física só ocorrerá quando são estabelecidas por parte do aluno, relações entre todos os signos envolvidos na representação de um fenômeno e a relação desses com o próprio referente em si. Por isso, ensinar apenas umas das representações simbólicas, como a teoria, de forma individual, separando-a das aulas de laboratório e das aulas de problemas, como geralmente é praticado, não

caracteriza um ensino de Física que promova uma aprendizagem significativa. Por se caracterizar pela apresentação de uma relação simbiótica complexa entre diferentes classes de símbolos, ela é mais eficientemente ensinada quando todos eles são combinados e relacionados entre si.

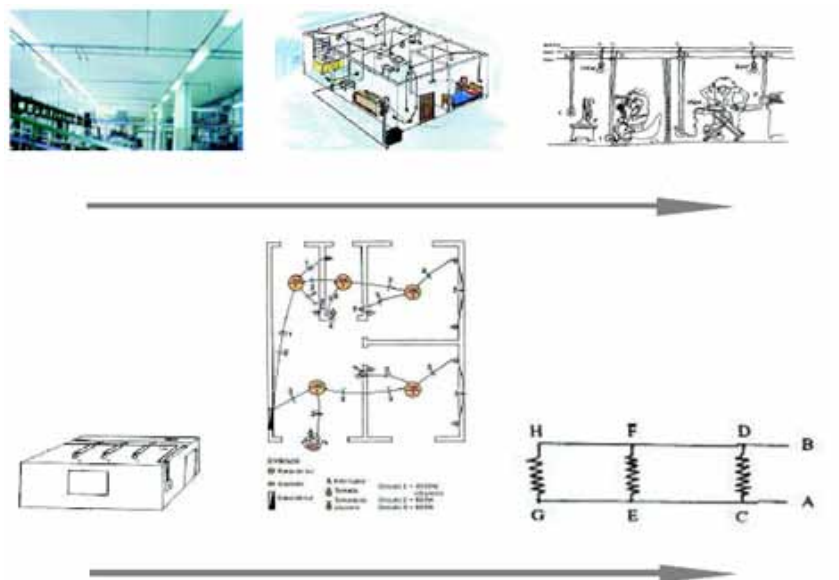
### **2.3.1 Caracterização da Imagem**

Partindo da relação dual de que é composto o ensino de física, onde é necessário estabelecer uma relação entre conhecimentos cotidianos e conhecimentos científicos, para que o aluno construa significados para os assuntos trabalhados em aula, utilizando suas experiências diárias e, assim, possa aprender de modo significativo na tradição de Ausubel. Além disso, pensando na utilização de imagens como um elo entre essas duas categorias de conhecimentos (cotidianos e científicos), deve ser pensado a relação entre a imagem e o objeto por ela representado.

Diferentes imagens podem representar um objeto, uma situação, um fenômeno de diferentes maneiras. Porém, essa diferenciação só se torna mais explícita ao serem comparadas diferentes imagens de um mesmo objeto. Quando isto é realizado, pode-se verificar que algumas formas de representação são mais próximas das formas perceptivas, ou seja, daquilo que é percebido efetivamente pelos nossos sentidos. Neste ponto estariam situadas principalmente as imagens fotográficas. Outras formas de representação são construídas, utilizando-se certos símbolos que implicam num certo distanciamento em relação ao objeto representado. Conhecendo as diferenças entre imagens representativas de um mesmo objeto é possível construir uma escala de iconicidade, sendo mais icônicas imagens mais próximas ao objeto representado e menos icônicas aquelas imagens mais distantes do objeto representado (12). A Figura 1 mostra uma seqüência de imagens com grau decrescente de iconicidade. O Quadro 2 define os diferentes graus de iconidade, adaptado de (15), baseados em trabalhos de Vilafañe<sup>7</sup>, Assim sendo, quanto menor o grau de iconicidade de uma ilustração, maior deverá ser o conhecimento, por parte do observador, do código simbólico utilizado (13).



---

<sup>7</sup>Justo Villafañe é doutor em Ciências da Informação pela Universidade Complutense de Madrid (UCM), professor de Comunicação Audiovisual e Publicidade e Imagem Corporativa da (UCM), Catedrático de Comunicação Audiovisual e publicidade e professor de imagem Corporativa na Faculdade de Ciências da Informação da mesma universidade.



**Figura 1:** Seqüência de imagens em ordem decrescente de iconicidade (da esquerda para direita).

Fonte: (14) Pág. [79].


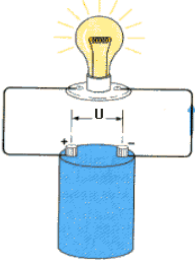
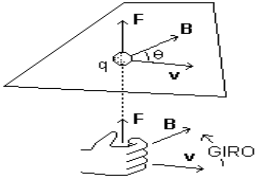
Categoria	Descrição	Exemplo
Fotografia a cores	Uma fotografia a cores é o mais próximo do real que se pode chegar em uma representação bidimensional. O nível de definição da imagem está equiparada a resolução do olho médio. Nela, temos a sensação de profundidade, mas não podemos tocar e nem perceber as outras dimensões da representação fora do recorte determinado pela câmera.	
Fotografia preto e branco	Possui os mesmos elementos da representação anterior com exceção da informação das cores.	
Representação figurativa realista	A pintura realista era até o fim do século 18 a representação mais fiel à realidade, antes da invenção da fotografia, apesar do alto nível de detalhamento que da Vinci colocou neste quadro, como a renda do vestido da Monalisa entre outros detalhes, o autor afirma que essa representação estabelece razoavelmente as relações espaciais em um plano bidimensional.	
Representação figurativa não realista	Este desenho feito por uma criança é possível perceber a Monalisa mas, comparado ao quadro do nível anterior, temos bem menos informações visuais. Não temos, por exemplo, a sensação de profundidade, ou seja, neste desenho temos a imagem planificada, sem transmitir a sensação de tridimensionalidade.	
Pictograma	O pictograma é a representação com o mínimo de informação possível, Nesta representação todas as características sensíveis estão abstraídas, exceto a forma.	
Esquemas motivados	Todas as características sensíveis são abstraídas, só restam as relações orgânicas, neste caso a cor.	
Esquemas arbitrários	Não representam características sensíveis. As relações de dependência entre seus elementos não seguem nenhum critério lógico, apenas convenções, como as placas de trânsito.	
Representação não figurativa	Tem abstraídas todas as propriedades sensíveis e de relação. Nesta representação a informação fica vaga e se pressupõe do leitor um repertório capaz de compreendê-la, para poder pelo menos ficar em dúvida se é ou não é a representação de um determinado objeto.	

**Quadro 2:** Categorias de análise em função do grau de iconicidade, com respectivos exemplos.

Adaptado de: (15)

De acordo com (17) o grau de iconicidade também está relacionado à verossimilhança atribuída pelo observador a uma ilustração. Assim sendo, quanto mais icônica é uma imagem, maior é a probabilidade de ela ser reconhecida e aceita por parte da pessoa que a está observando.

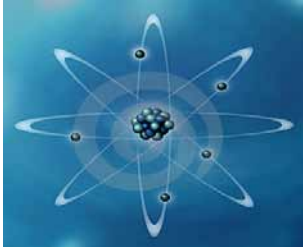
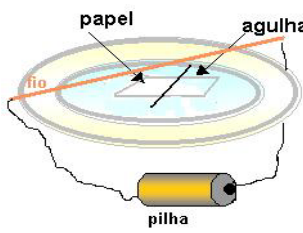
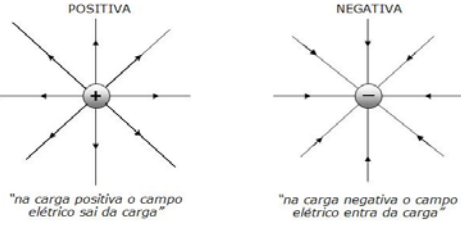
O emprego de ferramentas gráficas para expressão de idéias é algo habitual nas atividades de ensino de disciplinas científicas. Nas salas de aula os professores, em sua grande maioria, utilizam ferramentas gráficas para a representação de idéias acerca do assunto a ser abordado durante a aula (13) (tais como desenhos a mão livre, representações de conceitos usando símbolos analógicos ou arbitrários, símbolos matemáticos como vetores, ângulos, etc. ou a representação gráfica de funções). No entanto, tanto as ilustrações utilizadas pelos professores, como aquelas presentes nos livros texto ou em outros materiais didáticos, exigem do aluno uma “alfabetização gráfica”, ou seja, necessitam que este tenha o conhecimento das representações utilizadas (13). Assim sendo, para caracterizar os elementos gráficos em uma imagem, foram consideradas três categorias de funcionalidade. A dimensão da funcionalidade das ilustrações diz respeito à utilização de algumas ferramentas gráficas como forma de expressar uma determinada idéia. O Quadro 3, adaptado de (15), apresenta as categorias de análise em função da funcionalidade.

Categoria	Descrição	Exemplo
Inoperante	A ilustração não representa nenhum elemento utilizável, só cabe observá-la.	
Operativa elementar	A ilustração contém elementos de representação universal.	
Sintáticas	Contém elementos cujo o uso exige conhecimentos de normas específicas.	

**Quadro 3:** Categorias de análise em função da funcionalidade com respectivos exemplos.

Adaptado de: (15)

As etiquetas verbais são os textos inclusos nas ilustrações, que ajudam a interpretá-las. As subcategorias das etiquetas verbais estão contidas no Quadro 4, com os respectivos exemplos de ilustrações.

Categoria	Descrição	Exemplo
Sem etiqueta	A ilustração não contém formais textuais.	
Nominativa	Letras ou palavras que identificam alguns elementos da ilustração.	
Relacionável	Textos que descrevem as relações entre os elementos da ilustração.	 <p>"na carga positiva o campo elétrico sai da carga"</p> <p>"na carga negativa o campo elétrico entra da carga"</p>

**Quadro 4:** Categorias de análise em função das etiquetas verbais e exemplos de ilustrações.

Adaptado de: (15)

Este trabalho avalia com base no grau de iconicidade, funcionalidade e número de etiquetas verbais um conjunto de *applets*. Parte-se da hipótese que a classificação de um *applet* em determinada categoria taxonômica possa estar relacionada a uma melhora da relação apresentada entre as diferentes linguagens e parâmetros por elas correlacionados, alterando as possíveis relações produzidas pelos alunos ao utilizarem determinado *applet*.

### 1.1. APPLETS

*Applets* são programas, escritos em linguagem Java, que podem ser



executados em qualquer browser ou outro aplicativo Java *applet*.

Apesar de não ser uma regra, a maioria dos *applets* se caracteriza por possibilitarem a manipulação por parte do usuário, de alguns parâmetros que modificam uma determinada animação. Devido a isso, *applets* podem ser utilizadas para simular experiências reais, pois permitem a mudança de parâmetros e a comparação e a averiguação de resultados pelo usuário. Neste sentido, em (16) é dito o seguinte:

“Portanto, pode-se dizer que há uma interação, ou no mínimo, ações por parte do usuário, intervindo sobre a imagem que aparece na tela do computador, de fato criada por um programa, que já é um modelo da realidade. Existe, conseqüentemente, a possibilidade do usuário “criar” múltiplas situações a partir de configurações iniciais, e perceber que a modificação nessas situações envolve uma mudança em uma (ou em mais de uma) variável da simulação” (Silva e Filho, 2006, p. 4).

De acordo com Renaud (1989, apud 16), os *applets* estão no cerne de uma mudança da cultura visual, onde há a modificação do conceito de representação, principalmente da sua relação como real. Nesta mudança para cultura de simulação, a realidade “vívda” se confunde a realidade virtual. O autor desse trabalho não concorda com Renaud, pois considera que os *applets* adicionam elementos abstratos à realidade “vívda”, por isso se diferenciando dela. Mais do que simplesmente representar uma situação, em uma *applet* é possível visualizar a variação de elementos gráficos abstratos, os quais de outro modo a representam.

Por isso, os *applets* se constituem em uma ferramenta interativa que pode ser utilizada para o ensino de diferentes disciplinas. Nas disciplinas científicas, de forma mais específica, permitem relacionar os diferentes signos científicos utilizados para representar um fenômeno, com imagens dinâmicas representativas do fenômeno. Dessa forma, eles apresentam algumas vantagens em relação às imagens e esquemas estáticos utilizados nos livros didáticos e reproduzidos pelos professores em sala de aula. O Quadro 5 apresenta algumas características dos *applets* que fazem a sua utilização em sala de aula ser vantajosa em relação a outros instrumentos didáticos costumeiramente utilizados.

Propriedades dos applets	Vantagem em relação a meios tradicionais de ensino
Interatividade	A interatividade permite ao aluno maior interação com o assunto tratado em aula. Este deixa de ser apenas um mero ouvinte, podendo produzir suas próprias relações acerca do conteúdo.
Relação entre diferentes linguagens	Os applets permitem relacionar diferentes formas de representação de um mesmo fenômeno. Assim, é possível variar determinados parâmetros de uma equação, enxergar as mudanças produzidas por essas variações de forma gráfica e ainda visualizar as alterações das características do fenômeno representado, ao ser variado esse parâmetro.
Temporalidade	O tempo é uma variável que não pode ser representada em uma figura estática. Desse modo, os <i>applets</i> , por serem dinâmicos, podem representar essa variável de forma satisfatória.

**Quadro 5:** Algumas propriedades dos *applets* e as vantagens, em relação a formas tradicionais de ensino, que este possui por apresentar estas propriedades.

Fonte: Autor

Considerando que o ensino de Física se caracteriza por construir relações entre diferentes linguagens, esse trabalho avalia a relação entre as diferentes linguagens constituintes de um *applet*. Ao mesmo tempo, de acordo com a teoria de aprendizagem significativa, existe a necessidade de estabelecer analogias entre os conhecimentos científicos com um subsunçor já existente na estrutura cognitiva do aluno. Por utilizarem imagens animadas, os *applets* podem representar uma situação conhecida pelo aluno. Neste sentido, em (16) é dito o seguinte:

“Nossa análise apontou, portanto, uma possibilidade de trabalhar a leitura de *applets* no ensino da Física a partir da relação que estabelecem com a realidade, ou seja, essencialmente como representação, construção, como objetos-modelo, produtos já de uma interpretação da realidade do mundo. Interpretação da qual a matemática é elemento constitutivo” (Silva e Filho, 2006, p.13).

Além disso, por poderem relacionar diferentes sistemas de signo entre si, principalmente a linguagem matemática que é simbólica, com imagens (icônica), poderá tornar significativo para o aluno, a utilização de equações e fórmulas da Física. Novamente citando (16) é dito o seguinte:

“Sabemos que o uso de equações e fórmulas em Física, pode representar para muitos alunos, mera manipulação algébrica com pouco ou nenhum significado tanto conceitual quanto fenomenológico. Nossas análises apontam fortes indícios de que os *applets* podem mediar outra forma de relação dos alunos com a linguagem matemática de interpretação do mundo físico, senão sozinhos, pelo menos parte de estratégias de ensino adequadas a

serem construídas” (Silva e Filho, 2006, p.13).

Apesar de toda essa potencialidade como ferramenta didática, considerando o processo de leitura de uma imagem interativa, como dependente das relações produzidas pelo usuário, a partir dos elementos gráficos presentes nos *applets*, estes podem sugerir concepções errôneas acerca do assunto abordado para os alunos. Assim sendo, dependendo da maneira como são utilizados e construídos, os *applets* podem vir a prejudicar também o processo de aprendizagem.

Este trabalho tenta caracterizar um conjunto de *applets* e, posteriormente, correlacionar às propriedades linguísticas e gráficas apresentadas por eles, com os significados atribuídos aos *applets* por alguns alunos de graduação entrevistados.

### 3 METODOLOGIA

Foi selecionado um conjunto de *applets* constituído por cinco elementos na internet. Essa seleção foi realizada de modo a encontrar *applets* que representassem objetos descrevendo um movimento de translação, com velocidade uniformemente variada. Após a seleção o conjunto passou por um processo de caracterização. Esta caracterização buscou enquadrar, nas categorias taxonômicas definidas para a análise de imagens, as animações presentes nos *applets* selecionados.

Além disso, com base na caracterização, procurou-se inferir determinadas características dos *applets* do conjunto. Por exemplo, um *applet* com baixo nível de iconicidade, possivelmente terá a situação por ele representada mais dificilmente reconhecida pelo usuário, se comparado a outro *applet* com maior nível de iconicidade. Assim como um *applet* classificado na categoria sintática, em relação a sua funcionalidade, necessitará por parte do usuário, o conhecimento do significado de determinados signos específicos da Física. O mesmo não se espera de um *applet* classificado na categoria operativa elementar ou inoperante. No entanto, se o *applet* classificado na categoria sintática, possuir etiquetas verbais capazes de explicar seus elementos gráficos e as relações existentes entre eles, ele pode ser tão bem ou até mesmo melhor compreendido, que *applets* classificados na categoria operativa elementar ou inoperante.

Para melhor apreciação dos *applets* analisados neste trabalho, abaixo é feita

uma descrição de cada um deles.

### 3.1 APPLETS SELECIONADOS

Como mencionado anteriormente, foram escolhidas cinco *applets* denominados A1, A2, A3, A4 e A5.

O *applet* A1<sup>8</sup> simula a queda de uma esfera e apresenta os gráficos da posição desta em função do tempo e da velocidade em função do tempo. Ela permite ainda ao usuário manipular três parâmetros relacionados ao movimento da esfera. Estes parâmetros são o coeficiente de resistência aerodinâmica, a posição inicial e a velocidade inicial da esfera. Além disso, sobreposto a ela existe uma seta de tamanho variável, representando graficamente a direção e a intensidade do vetor velocidade durante o movimento da esfera. A Figura 2 apresenta a tela após ser iniciada uma simulação o *applet* A1.

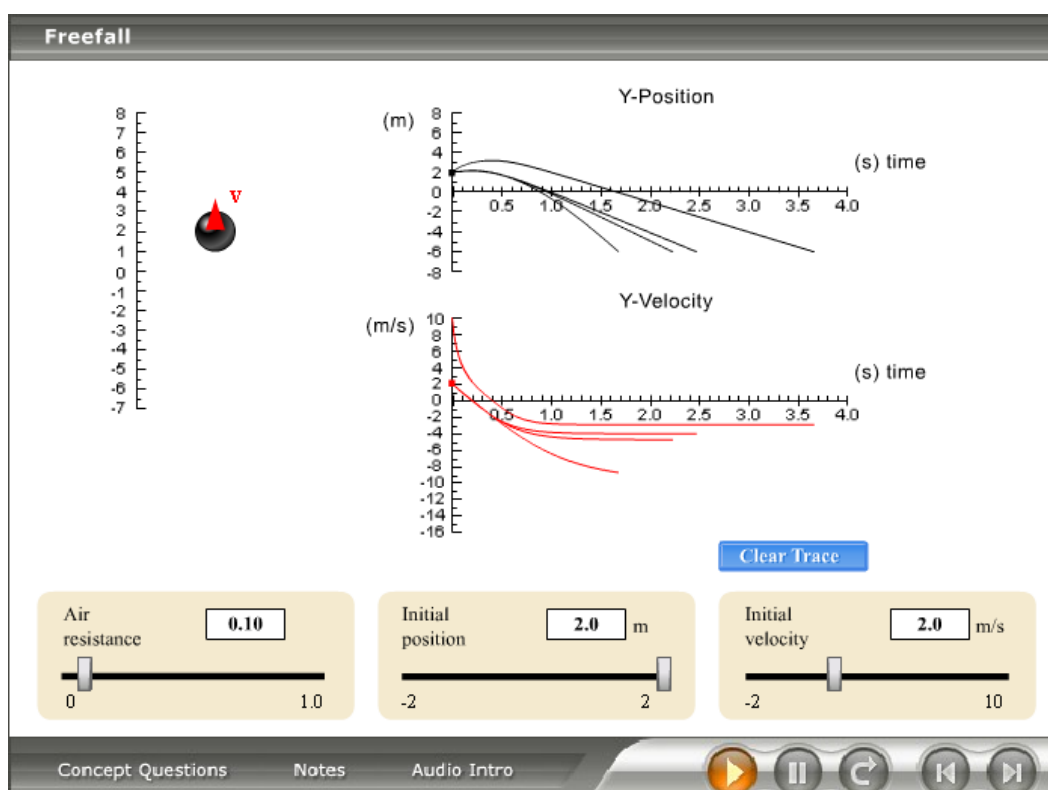


Figura 2: *Applet* A1

O *applet* A2<sup>9</sup> simula a queda de uma bola de basquete. Conjuntamente com

<sup>8</sup> Disponível em: [http://www.fisicanimada.net.br/?q=applets/queda\\_livre](http://www.fisicanimada.net.br/?q=applets/queda_livre).

<sup>9</sup> Disponível em: <http://www.xtec.cat/~ocasella/applets/caiguda/appletsol2.htm>.

movimento de queda da bola, ele apresenta ao usuário os gráficos da posição em função do tempo, da velocidade em função do tempo e da aceleração em função do tempo. Para o usuário, é permitida ainda a manipulação da posição inicial, da posição final e da velocidade inicial da bola. A manipulação desses parâmetros pode ser realizada de maneira numérica, em três caixas na parte superior de A2, e gráfica, modificando-se o comprimento de algumas setas e a posição de duas barras sobrepostas à bola. A Figura 3 apresenta o *applet* A2 ao ser finalizada uma simulação.

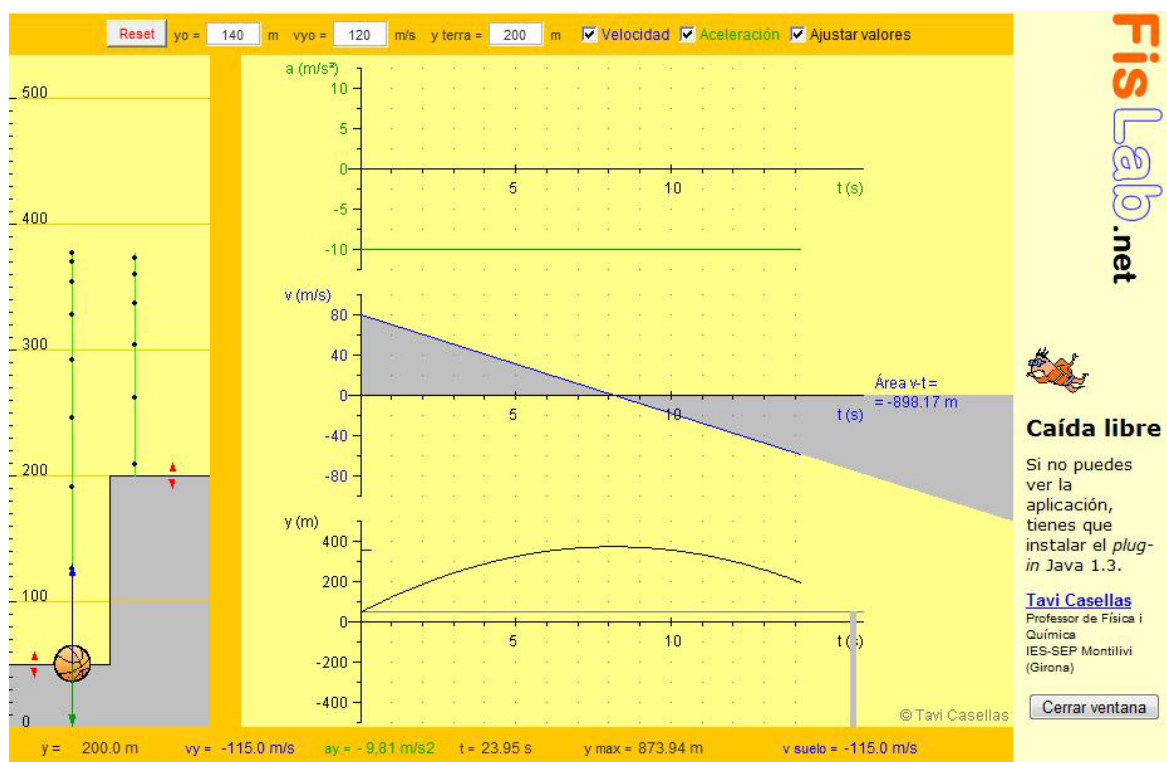
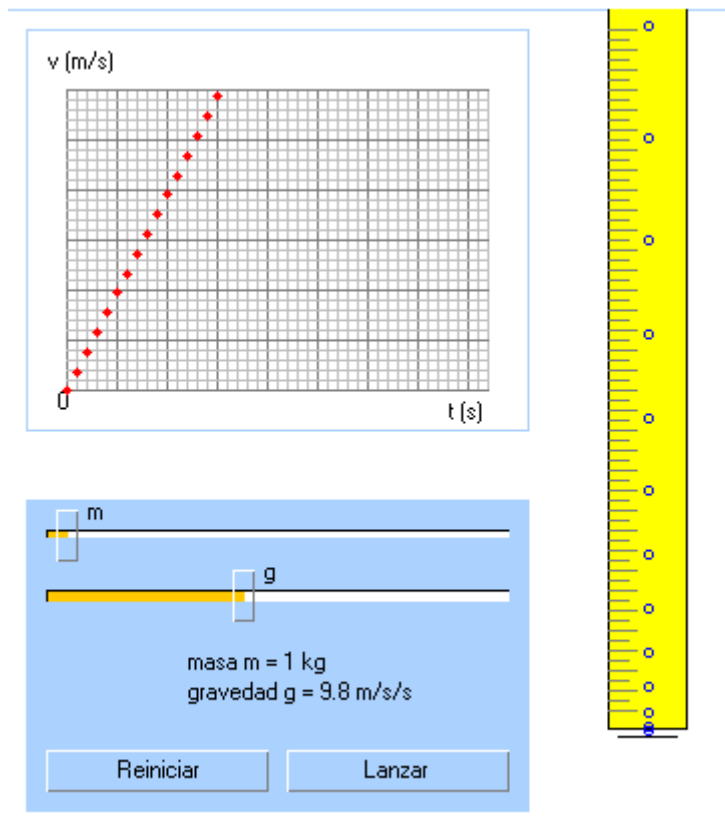


Figura 3: Applet A2

O *applet* A3<sup>10</sup> simula a queda livre de um corpo qualquer, representado por um retângulo negro, em um lugar com aceleração gravitacional. Esta pode ser modificada pelo usuário, podendo variar de zero a  $22,9 \text{ m/s}^2$ . Além da aceleração da gravidade, o usuário pode modificar a massa do corpo. Do ponto de vista informativo, A3 disponibiliza o gráfico da posição do corpo em função do tempo e os pequenos círculos azuis, na régua amarela, que pode ser observada no lado direito da Figura 4, representa a distância percorrida pelo objeto em um segundo.

<sup>10</sup> Disponível em: [http://www.educaplus.org/movi/4\\_2caidalibre.html](http://www.educaplus.org/movi/4_2caidalibre.html)



**Figura 4:** Applet A3.

O *applet* A4<sup>11</sup> representa o movimento de um automóvel que sempre parte, com uma velocidade inicial de 12m/s. Este possui aceleração que, por sua vez, pode ser manipulada pelo usuário. Do ponto de vista informacional, através da utilização de duas setas de comprimento variável, A4 faz a representação da direção e do módulo dos vetores velocidade e aceleração para o usuário. Além disso, apresenta também o gráfico da velocidade do móvel em função do tempo. A Figura 5 apresenta o *applet* A4.

<sup>11</sup> Disponível em:  
<http://faraday.physics.utoronto.ca/PVB/Harrison/Flash/ClassMechanics/MotionDiagram/MotionDiagram.html>

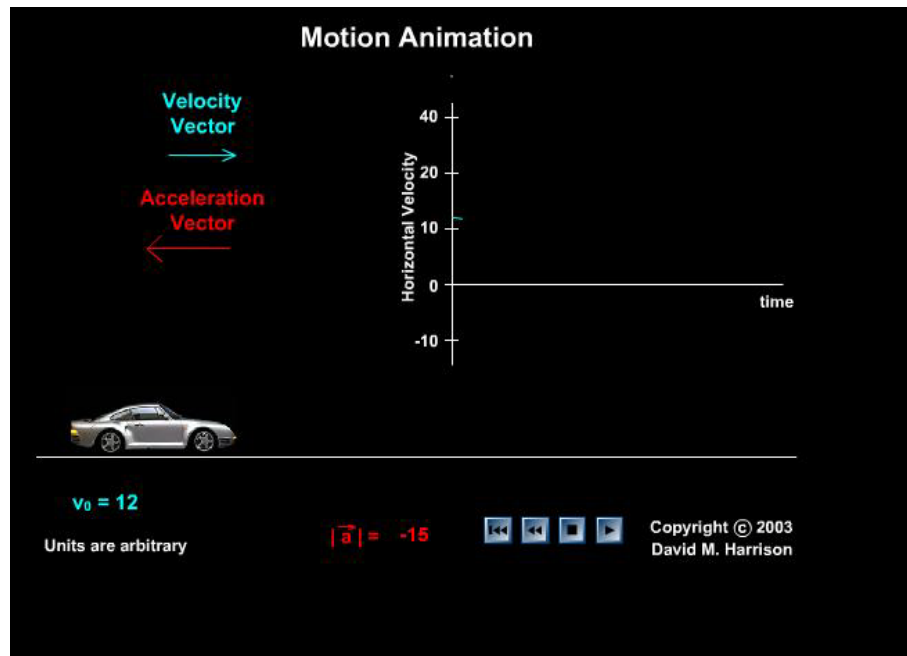


Figura 5: Applet A4.

O *applet* A5<sup>12</sup> representa o movimento de um automóvel com uma velocidade inicial escolhida pelo usuário, que pode variar de -5 m/s a 5 m/s. Este possui aceleração constante cujo o valor, por sua vez, também pode ser escolhido pelo usuário. Além da aceleração e da velocidade inicial do carro, o usuário pode escolher ainda a posição inicial o movimento. Do ponto de vista informacional, através da utilização de duas setas de comprimento variável, A5 faz a representação da direção e do módulo dos vetores velocidade e aceleração para o usuário. Essa representação, por sua vez, possui um pequeno problema. Além da representação gráfica dos vetores velocidade e aceleração, A5 apresenta também o gráfico da posição, da velocidade e da aceleração do móvel em função do tempo. A Figura 6 apresenta o *applet* A5.

<sup>12</sup>Disponível em: [http://www.fisicanimada.net.br/?q=applets/ac\\_cte\\_1d](http://www.fisicanimada.net.br/?q=applets/ac_cte_1d)

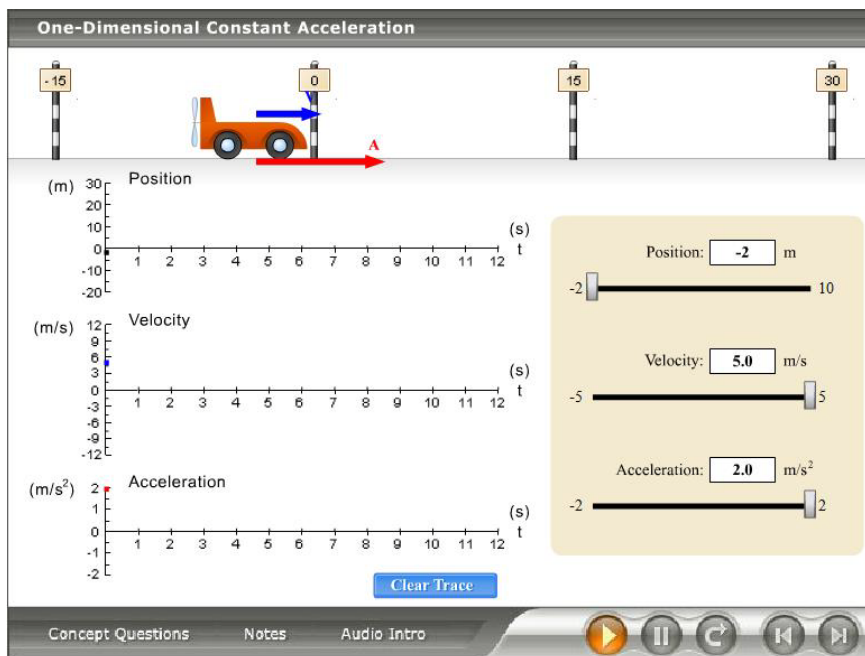


Figura 6: Applet A5.

### 3.2 AVALIAÇÃO COM OS ALUNOS

Após a caracterização dos *applets* em relação ao seu grau de iconicidade, de funcionalidade e de etiquetas verbais, foi observado que nestes prevalecia à utilização de signos normativos da Física, sem a utilização de elementos capazes de relacionar esses signos normativos às situações representadas. Desse modo, a utilização dos *applets* do conjunto, numa etapa inicial do aprendizado de determinado assunto da Física, parece ser inadequado, devido à necessidade do conhecimento da linguagem utilizada na Física, necessária à interpretação das imagens interativas. Além disso, esperava-se que as situações representadas pelos diferentes *applets* do conjunto, com exceção de A3, pudessem ser reconhecidas por todos os entrevistados, devido aos graus de iconicidade apresentados. Assim sendo, para testar as hipóteses levantadas através da caracterização e ter um indicativo da correlação existente entre os signos lingüísticos presentes em um *applet*, foram realizadas entrevistas com três alunos de graduação da PUCRS, para investigar a interpretação realizada por eles dos *applets* do conjunto. A escolha dos entrevistados foi idealizada de modo a testar a compreensão de alunos com diferentes níveis de “alfabetização em Física”, em relação aos elementos gráficos dos *applets* selecionados. Desse modo, dos três alunos entrevistados, dois deles são alunos do



curso de Física, um deles está cursando o quinto semestre e o outro cursando o primeiro semestre do curso. Além desses dois alunos, foi entrevistado um aluno de mestrado da Faculdade de letras.

As entrevistas foram realizadas durante a utilização dos *applets* pelos alunos. Ao mesmo tempo em que utilizavam os *applets*, eram realizadas perguntas, de modo a conhecer as impressões deles, em relação ao conteúdo do conjunto selecionado. De modo geral, foi perguntado que situação estava sendo mostrada pelo *applet*. Supunha-se que o seu reconhecimento deveria estar relacionado ao grau de iconicidade apresentado pelo *applet*. Além disso, foi perguntado aos alunos qual o significado de elementos gráficos, como setas representativas do módulo, da direção e do sentido de determinado vetor e o significado dos gráficos representativos do movimento analisado, como os gráficos da posição e velocidade em função do tempo.

A gravação das entrevistas e sua posterior análise buscaram conhecer as relações produzidas pelos alunos ao utilizarem os *applets*, para posteriormente comparar estas relações, com o que realmente é apresentado por eles.

Não houve transcrição das gravações, a análise foi realizada apenas escutando cada uma delas. O resultado da análise é apresentado a seguir.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 CLASSIFICAÇÃO DOS APPLETS

Como anteriormente mencionado, os *applets* selecionados na internet foram classificados em relação a sua iconicidade, a sua funcionalidade e pela presença de etiquetas verbais.

Em relação à escala de iconicidade, o *applet* A1 mantém apenas a forma do objeto representado (nesse caso uma esfera), abstraindo todas as outras informações sensíveis. Por isso ele foi colocado na categoria dos *Pictogramas*. Em relação à funcionalidade, por possuir elementos de conhecimento específico da Física, como os gráficos da posição e velocidade em função do tempo, este *applet* foi classificado na categoria *Sintática*. Em relação às etiquetas verbais, ele possui textos que identificam algumas grandezas e os seus representantes gráficos (como as etiquetas que identificam as grandezas de cada eixo dos gráficos), mas estas não

explicam as relações entre seus elementos, por isso foi classificado na categoria *Nominativa*.

Em relação à escala de iconicidade, o *applet* A2 possui mais elementos sensíveis em comparação com A1, mantendo a cor e a forma do objeto representado (bola de basquete). Sendo assim, ele foi classificado na categoria *Representação Figurativa Não-Realista*. Em relação à funcionalidade, por possuir elementos de conhecimento específico da Física (como os gráficos da posição, velocidade e aceleração em função do tempo), A2 foi classificado na categoria *Sintática*. Em relação às etiquetas verbais, por possuir textos que identificam algumas grandezas e os seus representantes gráficos (como as que identificam as cores dos vetores velocidade e aceleração), ele foi classificado na categoria *Nominativa*.

Em relação à escala de iconicidade, o *applet* A3 foi o mais difícil de ser classificado. Ele não mantém relação com qualquer objeto conhecido, ou seja, ao ser observado o retângulo negro utilizado em A3 como um objeto massivo qualquer situado em um campo gravitacional, não é possível identificar qual objeto ele está representando. No entanto, considerando o movimento da animação, é possível identificar o fenômeno representado pelo *applet*. Desse modo, este foi classificado na categoria de *Esquemas Motivados*, pois ainda mantém uma relação para com a situação representada (movimento) e é possível identificar esta situação sem a necessidade do conhecimento de uma regra convencional, não se enquadrando na categoria seguinte de iconicidade: *Esquemas Arbitrários*.

A dificuldade para fazer a classificação deste *applet*, em um dos níveis de iconicidade de Vilafañe, parece indicar a necessidade da criação de uma escala mais ampla para classificação, em relação ao grau de realismo, das imagens interativas. Esta, por sua vez, deveria levar em consideração aspectos dinâmicos como, por exemplo, as trajetórias de alguns objetos, em uma determinada situação representada em um *applet*. Assim, o grau de iconicidade classificaria o objeto representado e outra escala definiria o realismo do movimento ou situação representada.

Em relação à funcionalidade, por possuir elementos de conhecimento específico da Física (como o gráfico da velocidade em função do tempo), A3 foi classificado na categoria *Sintática*. Em relação às etiquetas verbais, ele possui a identificação de alguns termos utilizados (como os que identificam a entrada de dados da aceleração, da gravidade e da massa do objeto) sendo classificado na

categoria *Nominativa*.

Em relação à escala de iconicidade, A4 possui mais elementos sensíveis em comparação com o A1 e A2, mantendo a cor e a forma do objeto representado. Além disso, ele apresenta também a sombra produzida pela luz ao ser refletida pelo objeto. Por isso, ele foi classificado na categoria representação *Figurativa Realista*.

Em relação à funcionalidade, por possuir elementos de conhecimento específico da Física (gráfico da velocidade em função do tempo), este *applet* foi classificado na categoria *Sintática*. Em relação às etiquetas verbais, A4 possui textos que identificam algumas grandezas e os seus representantes gráficos (como as etiquetas que identificam o vetor velocidade e aceleração), por isso ele foi classificado na categoria *Nominativa*.

Em relação à escala de iconicidade, A5 mantém a cor e a forma do objeto representado, mas não representa a sombra produzida pela luz no objeto, como faz A4. Desse modo, ele foi classificado na categoria *Representação Figurativa Não-Realista*. Em relação à funcionalidade, por possuir elementos de conhecimento específico da Física (como os gráficos da posição, velocidade e aceleração do móvel em função do tempo), este *applet* foi classificado na categoria *Sintática*. Em relação às etiquetas verbais, A5 possui textos que identificam algumas grandezas e os seus representantes gráficos (como os que identificam os gráficos da posição, da velocidade e da aceleração), por isso ele foi classificado na categoria *Nominativa*.

Com o intuito de resumir para melhor avaliar as propriedades dos *applets* do conjunto selecionado, eles foram organizados conjuntamente com suas propriedades, no Quadro 6 apresentado a seguir.

<b>Applet</b>	<b>Iconicidade</b>	<b>Funcionalidade</b>	<b>Etiquetas verbais</b>
A1	Pictograma	Sintática	Nominativa
A2	Representação Figurativa Não-Realista	Sintática	Nominativa
A3	Esquemas Motivados	Sintática	Nominativa
A4	Representação Figurativa Realista	Sintática	Nominativa
A5	Representação Figurativa Não-Realista	Sintática	Nominativa

**Quadro 6:** Características dos *applets* selecionados.

Fonte: Autor

Observando os níveis de iconicidade dos *applets* selecionados, pode-se concluir que, com exceção de A3, todos representam com razoável grau de “realidade” uma figura relacionada ao fenômeno simulado. Por isso, deve-se esperar o reconhecimento, por parte do usuário, das situações representadas.

Diferentemente da iconicidade, todos foram classificados na mesma categoria de funcionalidade, portanto, todos possuem elementos simbólicos normativos da física. Espera-se, por isso, que o completo entendimento do conjunto de *applets* selecionados, por parte do usuário, necessite do conhecimento deste, do assunto abordado.

Em relação às etiquetas verbais, todo o conjunto foi classificado na categoria nominativa. Desse modo, não é construída uma explicação acerca das relações existentes entre as grandezas físicas trabalhadas, sendo apenas identificadas cada uma delas. Portanto, as relações entre essas grandezas ou são pré-conhecidas pelo usuário ou são deduzidas por ele, através das situações apresentadas pelos *applets*. Isto sugere, conjuntamente com a funcionalidade apresentada por todo o conjunto, uma provável ineficácia da utilização dos *applets* selecionados em uma etapa inicial de apresentação de um determinado conteúdo para os alunos.

## 4.2 ENTREVISTAS

Durante as entrevistas realizadas, os alunos eram questionados em relação à situação representada pelo *applet* e os elementos gráficos neles presentes. Os resultados das entrevistas são apresentados e discutidos a seguir.

Como já mencionado anteriormente, a primeira entrevista foi realizada com um aluno do quinto semestre da faculdade de Física da PUCRS.

Em relação a A1, este aluno conseguiu identificar que fenômeno estava sendo representado (queda livre). Ele também pôde associar a seta vermelha com comprimento variável sobreposta a esfera e as grandezas por ela representadas: a direção, o sentido e, apenas de forma intuitiva, o módulo do vetor velocidade. Além disso, conseguiu identificar o significado dos gráficos apresentados nesse *applet* e foi capaz de listar e relacionar as grandezas que podiam ser manipuladas (posição inicial, velocidade inicial e resistência do ar) com os gráficos de movimento. Por exemplo, pode relacionar a resistência do ar, a velocidade máxima que o objeto

atingia durante a queda. Em relação a A2, este aluno conseguiu identificar o movimento representado (lançamento vertical de projéteis), mas teve algumas dificuldades em relação à entrada de dados. Em seguida, ele conseguiu expressar o significado dos elementos gráficos do *applet* (representação gráfica utilizando setas dos vetores velocidade e aceleração) e dos gráficos da posição, velocidade e aceleração do projétil em função do tempo. Para A3, o aluno apresentou dificuldade para identificar o fenômeno representado, só o fazendo após iniciar a simulação. Em seguida ele foi capaz de expressar o significado da régua, do gráfico da velocidade em função do tempo e do retângulo negro. Na *applet* A4, este aluno reconheceu facilmente o fenômeno representado. Além disso, ele pôde facilmente identificar os elementos gráficos apresentados, o seu significado (direção e representação do módulo do vetor velocidade e do vetor aceleração) e o gráfico representado (velocidade em função do tempo). Para A5, ele novamente identificou com facilidade a situação representada e reconheceu os gráficos da posição, velocidade e aceleração em função do tempo e o significado das setas representativas da direção e módulo do vetor velocidade e aceleração.

O segundo aluno entrevistado está no primeiro semestre do mestrado em lingüística da Faculdade de Letras da PUCRS, possuindo licenciatura em Língua Portuguesa e respectivas literaturas pela mesma faculdade.

Em relação a A1, o aluno conseguiu reconhecer a situação representada pela *applet*. Também pode identificar as variáveis que podiam ser manipuladas pelos usuários (posição inicial, velocidade inicial e coeficiente de resistência aerodinâmica). No entanto, ele não conseguiu compreender os gráficos da velocidade e posição em função do tempo, apresentados por ele. Para A2, o aluno não conseguiu identificar o assunto abordado (lançamento vertical de projéteis) e também não pode reconhecer nenhum dos gráficos e elementos gráficos presentes no *applet*. Em relação a A3, o aluno não conseguiu reconhecer as variáveis de entrada (aceleração da gravidade e massa), não conseguiu interpretar o gráfico apresentado e pôde expressar qual situação estava sendo trabalhada. Para A4, o aluno reconheceu a situação trabalhada e os representantes gráficos dos vetores aceleração e velocidade. Não conseguiu identificar o gráfico da velocidade em função do tempo representado. Em relação a A5, o aluno conseguiu reconhecer a situação representada e indicar o significado do gráfico da posição, velocidade e

aceleração em função do tempo. No entanto, não conseguiu interpretar o significado dos representantes dos vetores velocidade e aceleração.

O último aluno entrevistado está no primeiro semestre da Faculdade de Física da PUCRS.

Em relação a A1, ele conseguiu apontar a situação ilustrada no *applet* e reconhecer os gráficos e vetores representados. Em relação a A2, ele confundiu a situação representada, apontando-a como um lançamento oblíquo e não como um lançamento vertical. Isto ocorreu provavelmente devido à maneira como a situação é apresentada nesse *applet*, onde a bola aparece em uma parte da tela ao subir e em seguida desaparece e reaparece ao descer, em outra parte da tela. Em relação aos gráficos e elementos gráficos presentes em A2, este aluno pode reconhecer todos. Em relação a A3, A4 e A5 ele reconheceu a situação representada, os gráficos e elementos gráficos presentes na *applet*

Para resumir os resultados encontrados durante as entrevistas, eles foram organizados em cinco quadros, cada um referente a um dos *applets* selecionados. Cada quadro possui quatro colunas, a primeira identifica o *applet* e os entrevistados e a segunda mostra quais dos entrevistados reconheceram a situação representada pela imagem interativa avaliada. A terceira coluna dos quadros mostra quais dos entrevistados, conseguiram reconhecer os gráficos apresentados pelos *applets* do conjunto analisado. A última coluna dos quadros apresenta quais dos entrevistados reconheceram os elementos gráficos do *applet* analisado.

As expressões “reconhecimento da situação representada” e “elementos gráficos” e a palavra “gráficos”, que identificam ações tomadas durante a análise dos dados das entrevistas, referem-se aqui a significados específicos. A expressão “reconhecimento da situação representada” se refere à capacidade do entrevistado de compreender qual o fenômeno representado pelo *applet*. Já a expressão “elementos gráficos” se refere às setas utilizadas na maioria dos *applets* analisados ou a outros elementos utilizados para expressar uma idéia, com exceção da linguagem escrita. Por fim, a palavra “gráficos” refere-se aos gráficos matemáticos utilizados para a representação do movimento, como, por exemplo, da posição, da velocidade ou da aceleração em função do tempo.

O Quadro 7 resume os resultados das entrevistas para o *applet* A1.

Applet A1	Reconhecimento da situação representada	Gráficos	Elementos gráficos
Primeiro entrevistado	x	x	x
Segundo entrevistado	x		
Terceiro entrevistado	x	x	x

**Quadro 7:** Resumo da compreensão de A1 pelos alunos entrevistados.

A1 possui um grau de iconicidade baixo em relação aos outros *applets* do conjunto (pictograma), no entanto, ainda mantém alguns elementos sensíveis do objeto representado (nesse caso ele mantém a forma), por isso todos os entrevistados puderam reconhecer a situação que estava sendo ilustrada por este *applet*. Em relação à funcionalidade, ele possui elementos normativos específicos da Física e, por possuir etiquetas do tipo nominativa, as quais não esclarecem as relações existentes entre os elementos que a constituem, este *applet* não teve seus gráficos e elementos gráficos reconhecidos pelo segundo entrevistado, justamente aquele que possui formação em Física de nível médio, a menor entre os entrevistados.

O Quadro 8 resume os resultados das entrevistas para o *applet* A2.

Applet A2	Reconhecimento da situação representada	Gráficos	Elementos gráficos
Primeiro entrevistado	x	x	x
Segundo entrevistado			
Terceiro entrevistado		x	x

**Quadro 8:** Resumo da compreensão de A2 pelos alunos entrevistados.

A2 possui um grau de iconicidade mais alto que A1 (Representação figurativa não-realista), mantendo razoável relação com o objeto representado. No entanto, dois dos entrevistados não identificaram de forma correta (o segundo entrevistado não se manifestou quando perguntado sobre a situação representada por este *applet*) o que estava sendo representado por A2. Isto pode ter ocorrido devido à mudança repentina de trajetória do projétil no instante em que ele inverte o sentido do seu movimento. Durante a entrevista isto sugeriu ao terceiro entrevistado um movimento em duas dimensões do projétil e pode ter confundido o segundo entrevistado. Em relação à funcionalidade, como em A1, ele possui elementos normativos específicos da Física e, por possuir etiquetas do tipo nominativa, não teve seus gráficos e elementos gráficos reconhecidos pelo segundo entrevistado.

O Quadro 9 resume os resultados das entrevistas para o *applet* A3.

Applet A3	Reconhecimento da situação representada	Gráficos	Elementos gráficos
Primeiro entrevistado	x	x	x
Segundo entrevistado			
Terceiro entrevistado	x	x	x

**Quadro 9:** Resumo do resultado da leitura realizada pelos alunos entrevistados de A3

A3 possui o menor grau de iconicidade (Esquemas motivados) entre todos os *applets* do conjunto, mantendo poucos elementos do objeto representado. No entanto, dos entrevistados, apenas o segundo não pode identificar a situação representada. Em relação à funcionalidade, como em A1, ele possui elementos normativos específicos da Física e, por possuir etiquetas do tipo nominativa, novamente não teve seus gráficos e elementos gráficos reconhecidos pelo segundo entrevistado.

O Quadro 10 resume os resultados das entrevistas para o *applet* A4.

Applet A4	Reconhecimento da situação representada	Gráficos	Elementos gráficos
Primeiro entrevistado	x	x	x
Segundo entrevistado	x		x
Terceiro entrevistado	x	x	x

**Quadro 10:** Resumo do resultado da leitura realizada pelos alunos entrevistados de A4

A4 possui o maior grau de iconicidade do conjunto selecionado (Representação figurativa realista), mantendo quase todas as formas sensíveis do objeto representado. Isto pode ser o motivo pelo qual todos os entrevistados puderam reconhecer a situação que estava sendo ilustrada por esta *applet*. Em relação à funcionalidade, ele possui elementos normativos específicos da Física e, por possuir etiquetas do tipo nominativa, não explicando as relações existentes entre os elementos que a constituem, também não teve seus gráficos e elementos gráficos reconhecidos pelo segundo entrevistado.

O Quadro 11 resume os resultados das entrevistas para o *applet* A5.

Applet A5	Reconhecimento da situação representada	Gráficos	Elementos gráficos
Primeiro entrevistado	x	x	x
Segundo entrevistado	x	x	
Terceiro entrevistado	x	x	x

**Quadro 11:** Resumo do resultado da leitura realizada pelos alunos entrevistados de A5



A5 também possui um grau de iconicidade médio (Representação figurativa não-realista), mantendo razoável relação para com o objeto representado. Como A4 e A1, este parece ser o motivo pelo qual todos os entrevistados puderam reconhecer a situação que estava sendo ilustrada pelo *applet*. Em relação à funcionalidade, ele possui elementos normativos específicos da Física e, por possuir etiquetas do tipo nominativa, não explicando as relações existentes entre os elementos que a constituem, também não teve seus gráficos e elementos gráficos reconhecidos pelo segundo entrevistado.

## 5 CONCLUSÕES

Analisando a utilização de *applets* para o ensino de Física, este trabalho teve como objetivo fazer uma classificação destes do ponto de vista lingüístico utilizando a semiótica como fundamento.

Considerando a imagem como signo lingüístico, pertencente à categoria de ícone e considerando a utilização de outros signos, conjuntamente a uma imagem dinâmica em um *applet*, eles foram classificados em relação a algumas categorias taxonômicas, utilizadas em outros trabalhos para classificar ilustrações em livros didáticos.

A classificação dos *applets* selecionados mostrou que quase todos, possuem um grau de iconicidade mínimo, onde a imagem mantém formas sensíveis do objeto representado. Assim sendo, qualquer pessoa, mesmo não possuindo extensa formação em Física, deveria ser capaz de reconhecer as situações representadas nos *applets* selecionados. As entrevistas indicaram que esta hipótese parece ser correta, pois na maioria das situações, os alunos conseguiram reconhecer a situação representada pelos *applets*. No entanto, foi verificado que dois dos alunos entrevistados tiveram dificuldades para reconhecer a situação representada por dois *applets*, um com grau de iconicidade mediano (*applet* A2) e o outro com o menor grau de iconicidade, considerando todas as imagens interativas selecionadas (*applet* A3). Em relação à A3, isso pode ter acontecido devido ao seu baixo grau de iconicidade. Mas em relação A2, esse argumento não pode ser utilizado, pois este possui iconicidade semelhante aos outros *applets*. Uma possível explicação para este resultado seria a falta de “realidade”, em relação à representação do movimento

do projétil, nesse *applet*. Este fato aparentemente induziu o erro do último entrevistado e pode ter confundido o segundo.

Em relação à funcionalidade, por possuir elementos gráficos e signos específicos da Física, todo o conjunto foi classificado na categoria sintática. Em relação às etiquetas verbais, todos foram classificados na categoria nominativa. Assim sendo, a presença de elementos específicos da Física, conjuntamente com a ausência de textos explicativos do significado e das relações entre esses elementos, sugeririam uma ineficácia da utilização dos *applets* analisados em uma etapa inicial do processo de aprendizagem. As entrevistas fortaleceram essa hipótese uma vez que o aluno com menor formação em Física teve muitas dificuldades para compreender os *applets* do conjunto. Desse modo, o emprego do conjunto selecionado de *applets*, parece ser indicado em um segundo momento do processo de aprendizagem, quando os alunos já conhecem os signos envolvidos, na representação do fenômeno estudado. Isso permitirá, por exemplo, que esses *applets* sejam utilizados para testar hipóteses dos alunos tornando possivelmente a aprendizagem deles, mais significativa.

O resultado da classificação e das entrevistas indica a necessidade de serem produzidos *applets* que possam ser utilizados numa etapa inicial do processo de ensino aprendizagem. Estes por sua vez, poderiam apresentar um número maior de etiquetas verbais, com a capacidade de explicar as relações existentes entre os elementos gráficos e gráficos matemáticos, os quais possam fazer parte de um determinado *applet*.

Sugere-se para continuação desse trabalho, o desenvolvimento de um instrumento para avaliação do grau de “realidade” do movimento representado em um *applet*, tendo em vista a necessidade desta análise, a qual, não foi contemplada pela classificação aqui realizada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SILVA, C.F. & MARTINS, M.I. **A iconicidade em livros didáticos de física**. In: XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2008, Curitiba. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2008.

STÉPHANE, R.D. **Inferências lingüísticas e imagéticas em interface no discurso cinematográfico: uma abordagem semântico-pragmática à luz da teoria da relevância**. Porto Alegre: PUCRS, 2008. Trabalho de conclusão de curso.

SILVA, H.C. **Lendo imagens no ensino da física: construção e realidade**. VII Congresso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias. Granada/Espanha, 2005. [acesso em: 10 de Junho de 2010]. Disponível em: [http://enciencias.uab.es/congres2005/material/comuni\\_orales/1\\_ense\\_ciencias/1\\_3/Silva\\_563.pdf](http://enciencias.uab.es/congres2005/material/comuni_orales/1_ense_ciencias/1_3/Silva_563.pdf)

MOREIRA, M.A. A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. In: MOREIRA, M.A. **Teorias da aprendizagem**. São Paul: EPU, 1999. p. 151-165.

TAVARES, R. Aprendizagem significativa e o ensino de ciências: um curso de Física. In: **I Conferência dos Executivos de Tecnologia da Informação em Universidade Latino-Americanas**. CEUTI/ABED, 2006, Brasília, DF. Anais do I CEUTI/ABED, 2006.

SILVA, A.M.T.B. **Concepções alternativas dos conhecimentos científicos: elementos para a determinação de sua gênese**. IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física/IX EPEF, 2004, Jaboticatubas, MG. . Atas do IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. São Paulo, SP: SBF, 2004. [acesso em: 06 de Maio de 2010]. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/ix/sys/resumos/T0123-1.pdf>

SANTAELLA, L. & NÖTH, W. **Imagem: cognição, semiótica, mídia**. São Paulo: Iluminuras, 1997.

Wikimedia Foundation. São Francisco: Wikipédia: A enciclopédia livre [acesso em: 06 de Maio de 2010]. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Fluoroscope>.  
<http://pt.wikipedia.org/wiki/Semiótica.jpg> .

PIGNATARI, D. **Informação. Linguagem. Comunicação**. São Paulo: Perspectiva, 1977.

JOLY, M. **Introdução à análise da imagem**. 2.ed. Campinas: Papyrus, 1999.

PERALES P.F.J. Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias. **Revista Enseñanza de las Ciencias**. n.24, v. 1. Marzo 2006. p.13-24.

GIBIN, G.B.; KIILL, K.B.; FERREIRA, L.H. Categorização das imagens referentes ao tema equilíbrio químico nos livros aprovados pelo PNLEM. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, p. 711-721, 2009.

PERALES, P.F.J.; JIMÉNEZ, J.R. Las ilustraciones em la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. **Enseñanza de las Ciencias**, n. 20, v. 3, p. 369-386, 2002.

SILVA, H.C. Lendo imagens na educação científica I: construção e realidade. **Proposições**. São Paulo: v. 17, n. 1(49), p. 71-83, jan./abr., 2006.

CASTRO, R. **Blog então...é isso**, Brasil: 25 de Abril de 2009 [acesso em: 10 de Junho de 2010]. Disponível em: <http://blog.rafaelcastro.net/?p=151>

SILVA, H.C. & COLARES FILHO, J.L. **Imagens interativas no ensino de Física: construção e realidade**. In: IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2004, Jaboticatubas, MG. Atas do IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. São Paulo, SP: SBF, 2004. [acesso em: 06 de Maio de 2010]. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/ix/sys/resumos/T0087-1.pdf>

SIMÕES, D. **Iconicidade e verossimilhança. Semiótica aplicada ao texto verbal**. 1. ed. Rio de Janeiro: Dialogarts, 2007. v. único. 110 p. [acesso em: 10 de Junho de 2010]. Disponível em: [http://www.dialogarts.uerj.br/avulsos/Iconicidade/Iconicidade\\_e\\_Verossimilhanca.pdf](http://www.dialogarts.uerj.br/avulsos/Iconicidade/Iconicidade_e_Verossimilhanca.pdf) 2007

CASTRO J.; CALZADILLA, M.J.; JUAREZ, O.; OLIVEIRA, A. Jr. Laboratório virtual de física clássica implementado utilizando software de animação Flash para fins de EAD (ensino à distância). **Revista On-line Unileste**, Piracicaba/SP, nº 2, Jul./Dez. 2004. [acesso em: 20 de Maio de 2010]. Disponível em: [http://www.unilestemg.br/revistaonline/volumes/02/downloads/artigo\\_12.pdf](http://www.unilestemg.br/revistaonline/volumes/02/downloads/artigo_12.pdf)