

# **SENTIDOS SOBRE REALIDADE PRODUZIDOS DURANTE UMA ATIVIDADE DE RESOLUÇÃO DE EXERCÍCIOS DE FÍSICA COM ESTUDANTES DE ENSINO MÉDIO**

## **MEANINGS ABOUT REALITY PRODUCED DURING A PHYSICS EXERCISE RESOLUTION ACTIVITY BY HIGH SCHOOL STUDENTS**

### **Resumo**

Analisaram-se os sentidos produzidos durante a realização de exercícios/problemas de física sobre representação de forças a partir de situações das imagens extraídas de um simulador computacional. A dinâmica da atividade, a relação com a realidade física e a cotidiana dos estudantes e, padrões de significações foram aspectos analisados. Encontraram-se estudantes que questionaram a veracidade/realidade da situação descrita pelos exercícios; que exemplificaram/simularam situações parecidas com a do exercício em uma tentativa de solucioná-lo e; os que apresentaram uma noção implícita de que os exercícios de física são modelizados. Os dados apontam que as limitações representacionais dos simuladores, tanto da imagem, quanto do modelo físico-matemático adotado, podem ser aspectos relevantes para a discussão e produção de sentidos como a física produz conhecimento sobre realidade, desde a dinâmica da atividade proporcione isto.

**Palavras chave:** realidade, modelos, imagens.

### **Abstract**

We analyzed the senses produced during exercises / physics problems on the representation of forces from situations of images extracted from a computer simulation. The dynamics of the activity, the relation with the physical and daily reality of the students, and patterns of meanings were aspects analyzed. We found: students who questioned the truth/reality of the situation described by the exercises; those who exemplified/simulated situations similar to those of the exercise in an attempt to solve it; those who presented an implicit notion that physics exercises are modeled. The data indicate that the representational limitations of the simulations, both of the image and of the adopted physical-mathematical model, can be relevant aspects for the discussion and production of meanings about how Physics produces knowledge about reality, since the activity dynamics provides this.

**Key words:** reality, models, images

### **Introdução**

Acreditando que uma das possíveis razões da dificuldade no ensino-aprendizagem da disciplina de física pudesse estar relacionada ao distanciamento entre as situações construídas pela Física e situações da realidade cotidiana dos estudantes, procuramos conhecer as

significações produzidas por estudantes do ensino médio acerca da relação entre as situações tratadas por um exercício e a realidade.

### **A construção dos modelos científicos e o ensino de física**

Explorou-se neste trabalho o caráter representacional dos modelos científicos sob a ótica de Mario Bunge, por este autor tratar explicitamente da relação entre teoria e realidade e pela relevância dada à sua epistemologia em trabalhos na área (MACHADO, 2009; BRANDÃO; ARAUJO; VEIT, 2008; MACHADO, VIERA; 2008; WESTPHAL; PINHEIRO, 2004; CUPANI; PIETROCOLA, 2001). A noção de realidade do realismo crítico, em que esta existe independentemente da existência humana e que pode ser acessada por meio da construção de modelos, que jamais a representam em sua totalidade, foi assumida neste trabalho.

Primeiramente, um modelo é uma representação que permite compreender como a natureza funciona, embora não como ela é em si. Em sua obra, *Teoria e Realidade*, o autor diferencia os conceitos de objeto-modelo ou modelo conceitual e de modelos teóricos, que estão inseridos no processo de produção do conhecimento científico. Inicialmente, nasce o objeto-modelo, que pode ser qualquer representação de um objeto, seja ela, pictórica, conceitual ou matemática. Caso queiramos que este objeto-modelo seja inserido em uma teoria, é necessário atribuímos propriedades suscetíveis de serem tratadas por teorias, mais especificamente, por uma teoria geral. A partir disto, é possível construir uma teoria específica sobre um objeto-modelo, ou seja, um modelo teórico. O objeto-modelo é uma representação parcial em qualquer caso, portanto não é a realidade propriamente dita ou, na terminologia de Bunge (1974), a coisa em si. Tais representações são construções e não possuem todas as características de seu referente.

Segundo Cupani e Pietrocola (2002), o ensino é um processo de apropriação de determinados conhecimentos, assim, torna-se necessário conhecer sob que condições estes conhecimentos foram produzidos. Para Pinheiro, Pinho-Alves e Pietrocola (2001), este conhecimento é constituído por teorias, que são estruturadas por modelos, que por sua vez são, segundo Pietrocola e Karam (2009), altamente matematizados, no caso da Física. Se o conhecimento físico é estruturado por modelos, espera-se que na escola as representações físicas, sejam elas matemáticas, pictóricas ou conceituais sejam tidas como tal, ou seja, uma representação de um recorte ou uma construção sobre a realidade.

### **Os simuladores no ensino de física**

O uso das simulações computacionais no Ensino de Física é discutido sob enfoques como as imagens (SILVA e COLARES FILHO, 2006; MEDEIROS e MEDEIROS, 2001), a modelagem computacional (ARAÚJO; VEIT e MOREIRA, 2012; FERRACIOLI et al, 2012; ARAÚJO; BRANDÃO e VEIT, 2008) e aspectos epistemológicos (SILVA e COLARES FILHO, 2006; MEDEIROS e MEDEIROS, 2002).

O uso de simulações computacionais no ensino de Física pode se apresentar como alternativa para os problemas relacionados às figuras estáticas dos livros-texto e às feitas pelo professor para representar fenômenos dinâmicos, embora trabalhos tenham sugerido que não há diferenças significativas. Há de se considerar também que muitos experimentos são de difícil execução por motivos diversos e as simulações talvez sejam a única opção de visualizar e também simular um fenômeno. No entanto, estas simulações apresentam alguns problemas de caráter epistemológico como o de não se apresentarem como um modelo aproximado da realidade, mas sim como uma representação fiel dela, ou de não envolverem aspectos como a

heurística e os erros experimentais de uma experimentação real (MEDEIROS e MEDEIROS, 2002).

O estudo sobre imagem e sua relação com a construção do conhecimento foi relevante neste trabalho por ser a linguagem visual, assim como a linguagem matemática, predominantes nos simuladores. Considera-se a linguagem visual em uma forma não estática uma característica positiva do uso dos simuladores no ensino, particularmente, o de Física, além da interação e da velocidade de processamento. No entanto, é importante houver uma mediação pedagógica adequada. Consideramos que, para essa mediação adequada, é imprescindível trabalhar a relação entre representação, enquanto modelo, e realidade, trabalho pedagógico que recai, entre outros aspectos, sobre as próprias imagens utilizadas.

O papel das imagens no ensino vem sendo estudado por diversos autores sob enfoques epistemológicos, filosóficos e didáticos (SILVA et al, 2010; SILVA, 2006; SILVA E COLARES FILHO, 2006; SILVA E COLARES FILHO, 2003; MEDEIROS E MEDEIROS, 2001).

O poder de comunicação das imagens tem um importante papel no ensino e aprendizagem de física, sendo às vezes, a própria conceitualização dependente da visualização, permitindo dizer que a Ciência é inerentemente visual (MARTINS, 1997 apud SILVA, 2010), embora, pareça ser consenso entre alguns autores que as imagens não são capazes de por si só de representar algo inequivocamente (SILVA et al., 2010; CARNEIRO (1997) apud MEDEIROS E MEDEIROS), ou seja, elas demandam interpretação, produção de sentidos pelo leitor. Um dos problemas associados ao uso das imagens no ensino é o de que muitas vezes não se faz distinção entre a imagem e seu referente, ou seja, não se considera a imagem como uma representação parcial, incompleta, a fazendo coincidir, equivocadamente, com o próprio objeto (SILVA, 2006) que representa. Segundo Silva e Colares Filho (2006), os simuladores tratam do encontro e entrelaçamento entre a linguagem visual e a linguagem matemática, que produz efeitos diferentes de realidade. A linguagem matemática tem um grande distanciamento do objeto representado, enquanto que a linguagem visual tem bastante proximidade entre a representação e o objeto (SILVA e COLARES FILHO, 2006). A partir da teoria epistemológica de Bunge pode-se pensar imagens utilizadas no ensino de física, principalmente aquelas de simuladores, como imagens de objetos-modelo, e não imagens da realidade tal como conhecida previa e cotidianamente pelos estudantes.

### **Metodologia e análise dos dados**

A pesquisa foi desenvolvida com a execução de uma proposta de atividade de resolução de exercícios, em pequenos grupos, sobre o tema forças com estudantes de duas turmas do primeiro ano do Ensino Médio Inovador (EMI) de uma escola de Santa Catarina. Os 12 exercícios elaborados na atividade foram basicamente sobre representação de forças atuando sobre um objeto, em que o personagem Zé empurra uma caixa em diferentes situações, envolvendo diferentes inclinações e diferentes superfícies. Apenas dois itens da atividade incluíam perguntas sobre a velocidade da caixa. A resolução de exercícios localizou-se neste trabalho em fornecer dados sobre percepções de realidade em uma prática cotidiana para os estudantes, de maneira que se fez distinção entre exercícios e problemas, como sugerido por Echeverría y Pozo Munício apud Peduzzi (1997). As imagens utilizadas na atividade foram extraídas do simulador computacional “Rampa: Forças e Movimento” obtido gratuitamente na internet<sup>1</sup>. Ou seja, não foi analisado aqui o uso do simulador propriamente dito, para dar destaque ao trabalho pedagógico da atividade sobre as imagens.

---

<sup>1</sup>Disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/the-ramp](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/the-ramp)

A coleta dos dados se deu em três etapas, que foram chamadas de Momentos:

1º Momento – A resolução da atividade ‘de lápis e papel’;

2º Momento – A reprodução as situações da atividade no simulador “Rampa: Forças e Movimento” e;

3º Momento – A discussão de um questionário respondido/discutido pelos/em grupos, que o resultado não será apresentado neste trabalho.


Os dados extraídos destes momentos foram analisados qualitativamente. Apresentaremos como recorte, somente as análises do 1º Momento por terem se mostrado mais significativas para este trabalho sobre a atribuição de sentidos sobre a realidade pelos estudantes durante a atividade envolvendo imagens retiradas do simulador. Neste Momento foram encontradas três categorias de interações verbais entre os estudantes nos pequenos grupos, das quais estão expostas suas características e um dos diálogos ocorridos entre os estudantes durante a atividade, como exemplificação da categorização, assim como o item da atividade às quais se referem.

### **Categoria A: estudantes que questionam a veracidade/realidade da situação**

Dentro desta categoria, as transcrições a seguir referem-se à dúvidas e questionamentos quanto à física em si envolvida no item a ser resolvido como no Diálogo 1, outras por se tratarem de situações incomuns ou consideradas impossíveis como no Diálogo 2, e outras ainda às imagens ou situações que não estavam relacionadas ao fenômeno modelizado em si, mas ao contexto em que acontecem tais situações e que chamaram a atenção dos estudantes como no Diálogo 3.

Diálogo 1:

Item h) Zé precisa parar a caixa que desliza sobre o gelo:



Como é a velocidade da caixa? É sempre a mesma ou varia?


Quadro 1: Item 'h' da Atividade

E44: *pois é, que inteligência, se não tem atrito, onde é que ele vai se apoiar?*

E44 percebe uma limitação na representação da situação descrita pelo exercício, pois se não há atrito a caixa não poderá ser parada. A situação sem atrito trata-se de uma situação idealizada, produto de uma idealização, ou seja, como propõe Bunge, de uma construção sobre a realidade que produz um objeto-modelo. O objeto-modelo em questão, é apenas a caixa, sobre a qual atua uma única força. Ou seja, este caso, exemplifica um estudante que não está ainda concebendo o objeto-modelo sobre o qual deverá aplicar a teoria física em questão, mas concebendo uma situação mais próxima da que conhece na realidade, e, portanto, distante da situação construída pela física, na concepção epistemológica de Bunge. Os diálogos a seguir são variações deste caso geral.

Diálogo 2:

item f) Zé precisa agora empurrar constantemente a caixa sobre o gelo, que é uma superfície extremamente lisa, sem atrito:



O que se pode afirmar segundo a primeira lei de Newton sobre a velocidade desta caixa?

Quadro 2: Item 'f' da Atividade

E47: *então ele vai escorregar, porque ele não vai conseguir*


E46: *ele não vai conseguir*

E47: *como é que ele vai fazer? Ele vai ter uma super bota? Como ele vai fazer pra ir? Pra empurrar constantemente. Se a caixa vai escorregar mais rápido ele também vai escorregar mais fácil*

E47 também percebe uma limitação na representação da situação descrita pelo exercício, de fato, se não há atrito, não é possível nem mesmo caminhar, empurrar uma caixa é impossível. Para ela, só se existisse uma ‘super bota’, para empurrar a caixa, parece estar claro que se trata de uma idealização, uma simplificação da realidade, uma suposição a inexistência do atrito. O que chama a atenção aqui é a inclusão de um elemento não real pelo próprio estudante - a ‘super bota’ – para que a situação seja possível.

Diálogo 3:

Item i) Zé empurra a caixa contra uma parede:



Quadro 3: Item 'i' da Atividade

E48: *empurra uma caixa sobre uma parede, porque ele é burro, cara! Ele não vai atravessar a parede.*

A ‘atitude’ do boneco pode parecer incomodar os estudantes, ora, qual o objetivo de se empurrar uma caixa contra a parede? É comum empurrar uma caixa, um armário até encostá-los a uma parede, mas contra ela é comportamento atípico, impróprio.

Um fato que chama a atenção são as limitações de representação encontradas pelos estudantes como nos diálogos apresentados, isto porque se trata da simulação de uma teoria geral aplicada a um objeto-modelo: a dinâmica de uma partícula, mas representado por um corpo extenso - uma caixa. Ao selecionar os simuladores e confeccionar os exercícios não se percebeu estas impossibilidades físicas, somente na transcrição das falas dos estudantes. Parece que professores e estudantes mais experientes representam forças automaticamente, como se a única coisa que pudesse ser feita com as imagens em um exercício sobre forças

fosse representá-las. Para os estudantes, o contexto da situação tem tanta importância quanto o foco da situação, mas isto quase nunca é percebido. Parece existir um padrão de resolução de exercício dos professores que é desprezar o contexto da situação física em questão. Isto pareceu relevante em alguns momentos deste trabalho, em que os detalhes dos exercícios, sejam visuais ou do contexto, interferiram na resolução/compreensão de exercícios pelos estudantes e conseqüentemente na significação da realidade.

É como se houvesse um apagamento da maneira como se lê a imagem, o foco no caso desta atividade, é a caixa, que muitas vezes o que se vê é apenas um ponto material, mesmo quando não representado. Os estudantes leem a imagem como um todo, incluindo o Zé, e embora o exercício solicitasse apenas um diagrama de forças (implicitamente apenas as que atuavam sobre a caixa), os estudantes discutiram muito mais questões do contexto da representação do que da situação descrita. Em geral, os estudantes questionam a veracidade da situação baseando-se no contexto vivido, em suas percepções físicas e nas imagens geradas pelo simulador utilizadas na atividade.

Nesta categoria, percebeu-se que da idealização pressuposta num exercício, por se tratar de um movimento epistemológico não trivial, característico da física, que é o de produção de objetos-modelo, como aponta a abordagem de Bunge, sob a mediação da leitura de imagens, emergem questionamentos que nem se quer tangenciam as ideias do professor (no caso, o pesquisador). Este estava unicamente preocupado com o conceito físico, ou seja, a aplicação do conceito numa situação já modelizada sobre a qual ele pode ser aplicado, só concebível por um trabalho epistemológico de construção sobre a realidade, ou seja, por situações hipotéticas, diferentes da realidade tal qual a conhecemos e com a qual interagimos cotidianamente. Eis um ótimo momento para, numa mediação pedagógica adequada, se inserir na aula uma discussão sobre o cerne da natureza da construção do conhecimento físico, qual seja, a modelização, a produção de objetos e situações por meio de idealizações. Percebe-se, no entanto, que alguns estudantes procuram modificar a realidade da situação representada pela imagem, introduzindo novos elementos, ou seja, trabalhando, reconstruindo a realidade.

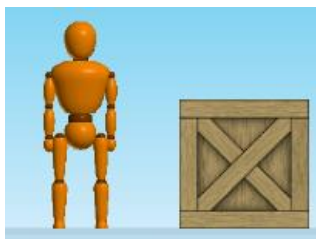
### **Categoria B: estudantes que exemplificam/simulam situações parecidas com a do exercício**

Nos diálogos seguintes os estudantes fazem uso de exemplos, demonstrações, experiências e suposições para sua própria compreensão da situação descrita na atividade ou para compreensão de seu(s) colega(s). O que chama a atenção é a busca por e, a inserção de elementos da realidade vivida para compreensão de uma suposta (representada) realidade. Muitos autores, ao tratar sobre o ensino de Física no Ensino Médio, fazem referência da importância da sua relação com o cotidiano, como CHIQUETTO (2005) e BRASIL (2002), entre outros. Isto se estende à prática da resolução de exercícios por ser amplamente realizada nas aulas de Física. Defende-se que exercícios e conteúdos devem ser contextualizados, dentro do cotidiano dos estudantes. Apesar disto, percebeu-se nestes diálogos, assim como na categoria 'a', que exercícios que talvez não envolvam nenhuma das características acima citadas, são capazes de promover discussões, muitas vezes intensas. Essa mediação precisa considerar que a realidade cotidiana é diferente da realidade construída pela física pela modelização.

Poderia se pensar que estas discussões são somente realizadas em função da avaliação, mas estas discussões ocorreram em grupos compostos por estudantes que apresentavam rendimento tanto baixo e quanto ótimo, e se a questão fosse somente a avaliação, seria mais conveniente aceitar as ideias e significações da realidade dos estudantes que apresentavam melhor rendimento na disciplina.

#### Diálogo 4

Item g) Zé repete a experiência do item 'e', e observa a caixa se deslocar com velocidade constante sobre o gelo depois de receber o impulso:



Quadro 4: Item 'g' da Atividade

Os estudantes realizam algum experimento na sala de aula, provavelmente no chão, foi possível perceber que elas se afastam do gravador pela diminuição da intensidade sonora da gravação. Elas discutem porque o objeto para:

E11: *ele deu um impulso. Tá, ele tipo, ele pegou e puxou o negócio...*

E12: *vamos fazer E11: ele pegou e impulsionou.*

E12: *impulsionou. Tá, daí ela foi diminuindo, aqui ela parou porque tem atrito*

Parece que para E11 atrito é uma força que contraria o movimento, mas que não está relacionado à rugosidade da superfície:

E11: *porque tem atrito, mas, porque que, ah! Porque tem atrito e tem coisa no chão.*

E12: *o que que tem no chão? Sujeira só.*

E11: *não, tem.... Ele é áspero, o chão. Então por isso que ele parou.*

E12 traz compara a situação dos exercícios com uma suposta situação real cotidiana:

E12: *pra não escorregar. Mas coloca lá em casa assim enceradinho pra tu vê. Vai parar só quando...*

E12 e E11: *só quando tiver alguma coisa para parar ela*

E11: *mas lá, no item*

E12: *no gelo não tem nada que para.*

E11: *no gelo é uma superfície extremamente lisa*

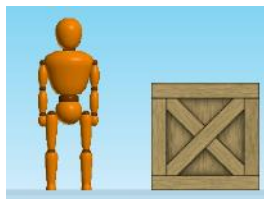
O grupo termina o item sem maiores discussões, mesmo com os equívocos de E11. Chama atenção o fato de realizarem o experimento mesmo tendo consciência que as superfícies da situação descrita do item e da que ocorre o experimento são razoavelmente diferentes, mas que, em termos de movimento, poderiam diminuir estas diferenças com uso de cera. Trata-se, mais uma vez, de indícios de trabalho dos estudantes de construção de objeto/situação diferente da representada/apresentada pela imagem, mas não ainda na direção do objeto-modelo físico ao qual se aplicam as leis de Newton.

#### **Categoria C: noção implícita de exercício modelizado**

Nesta categoria, os Diálogos mostraram algumas percepções dos estudantes acerca das idealizações existentes em exercícios no tratamento da realidade.

Diálogo 5:

g) Zé repete a experiência do item 'e', e observa a caixa se deslocar com velocidade constante sobre o gelo depois de receber o impulso:



Como é a velocidade da caixa? É sempre a mesma ou varia?

Quadro 5: Item 'g' da Atividade

Neste diálogo os estudantes discutem a resposta da pergunta do item em relação a velocidade da caixa. E48 apresenta com clareza a idealização do exercício:

E48: *'como é a velocidade da caixa?'* [Escrevendo] *é constante, pois o gelo não possui atrito.*

E48: *vou botar um bagulho [aspas na palavra possui] só pra ele [professor] se ligar que possui atrito! É só uma suposição que não possui atrito, mas possui cara. [...]*

E48 parece desejar deixar claro ao professor que sua resposta à pergunta é esta porque está considerando a ausência de elemento que está sempre presente – o atrito - e se fosse responder como seria a velocidade na realidade, e não o que o exercício e/ou professor quer, a resposta seria outra e justamente a oposta: velocidade variável.

Abaixo, a resposta do grupo a pergunta do item:

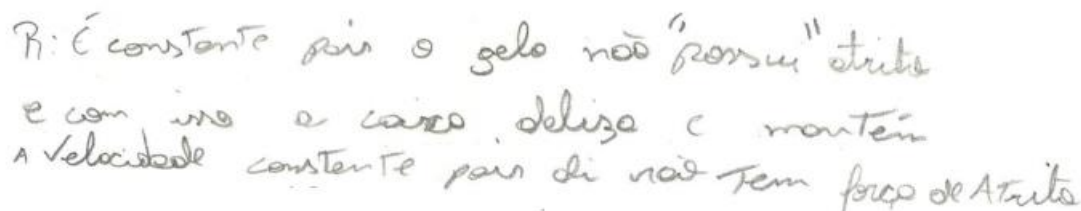


Figura 1: resposta elaborada pelo grupo 17 referente ao item 'g' da atividade

Não são discutidos aqui a função da resolução de exercícios, mas na escola, geralmente os professores trabalham com os estudantes determinados assuntos e posteriormente aplicam lista de exercícios para serem resolvidas. De forma simples, pode se dizer que o assunto se refere a uma dada realidade e os exercícios, por sua vez, exigem que os estudantes se aproximem, que tenham um pouco mais de afinidade com ela, que à signifiquem. Alguns estudantes demonstraram crer que há distanciamento entre a 'realidade vivida' e a 'realidade física' e ainda, entre a 'realidade dos exercícios', que esta última é suposta, idealizada. Esta ruptura não é questionada pelos estudantes e nem mesmo pelos professores, é uma cultura incrustada no contexto escolar esculpida pelo tempo.

No contexto escolar, os conteúdos tornam-se exercícios, estes descrevem, tocam e supõe, mas não são a realidade, especialmente os de física. O exercício é um modelo implícito de se tratar o real, não vale considerar se é verdade, se é suposição, o que vale naquele momento é o que está escrito, que deve ser terminado, provavelmente corrigido e avaliado.

Em geral, nos exercícios de livros didáticos, e na elaboração desta atividade, quando são ‘usadas’ superfícies lisas, é para se indicar a ausência de atrito com o ‘chão’ e automaticamente com o ar. Para professores, não se precisa dizer que em um exercício, se não há atrito com chão não há com o ar, é automático, um padrão. Parece que o conhecimento transposto do científico para o escolar citado por Cupani e Pietrocola (2002), sofre mais algum tipo de transposição, em que se perdem as relações com o contexto real, pois se aplicam somente a um determinado contexto de validade, geralmente, idealizado e, portanto, não real e que esta condição quase sempre é implícita. Isto infere que a produção dos sentidos sobre realidade está relacionada à história de cada um. Não se está de forma alguma, condenando a prática de resolução de exercícios, nem mesmo modificá-la nesta análise, mas somente chamando a atenção para o automatismo em que isto ocorre, para o padrão implícito existente, não só para estudantes, mas para toda comunidade intra e extraescolar.

### **Considerações finais**

Os dados de pesquisa sugerem que alguns estudantes indicam, por meio de suas falas, que exercícios de física são modelizados no sentido de descrição da realidade física, em que sua aplicação tem um contexto de validade e desprezam elementos reais como o atrito entre superfícies. Outros, que os exercícios são modelizados, não cientificamente, mas como um padrão escolar, sem relação com a realidade, que devem ser resolvidos apenas para cumprir tarefas. Houve estudantes, que durante a resolução da atividade, inseriram elementos não reais e/ou eliminaram outros para que situações descritas nas atividades fizessem sentido ou que fosse passível de resolução, assim como fazem modelos físicos. Isto aconteceu de maneira natural e inconsciente. Os sentidos sobre a realidade parecem ser componentes importantes da resolução de exercícios desde que exista um contexto pedagógico adequado que possibilite a produção destas significações. De fato, pautando-nos na epistemologia realista crítica de Bunge, pensar fisicamente uma situação, significa pensar em objetos ou situações construídas, e não em objetos e situações tal como os conhecemos cotidianamente. Assim, pode-se dizer que a atividade propiciou uma situação para explorar, aprofundar pedagogicamente esse movimento epistemológico.

Dito de outro modo, acredita-se que a natureza da atividade, que envolveu somente a representação de forças e algumas perguntas sobre a velocidade da caixa de um mesmo personagem (Zé) e um mesmo ponto de aplicação de forças (a caixa de madeira), em situações diferentes e que, principalmente, contradisse os sentidos e as experiências vividas pelos estudantes, tenha propiciado o desenvolvimento de espaço de significação sobre a realidade tal como pensada pela física, ou seja, modelizada.

Acreditamos que os resultados deste trabalho possam ser úteis em atividades de resolução de exercício em aulas de física.

Não se percebeu diferença entre imagens estáticas e dinâmicas no aprendizado neste trabalho, mas verificou-se que as representações visuais são bastante relevantes para os estudantes e que fazem parte de contextos em que vem à tona a significação sobre a realidade, permitindo trabalhar o modo de pensar da física, no caso, o fato de construir uma realidade modelizada. Assim, elas funcionam como recursos com grande potencialidade para trabalhar com os estudantes a construção de objetos-modelo e sua relação com as teorias a que estão associados, de acordo com a epistemologia de Bunge.

Geralmente, na elaboração das atividades, o professor não supõe o levantamento de hipóteses por parte do estudante. Espera que o estudante conspire com ele em seu ‘modelo’ de exercício, em que o contexto não interfere no fenômeno, que as palavras utilizadas não são

carregadas de significados além daquele que o professor possui.

A identificação de sentidos produzidos sobre realidade pode contribuir para o ensino que preza pelo reconhecimento de uma física como produto da construção humana, e considera relevante trabalhar as condições em que o conhecimento físico é válido e como ele se dá, epistemologicamente.

Para pesquisas futuras, a relação entre a linguagem visual e matemática, mediada pelos simuladores, merece ser estudada.

## **Agradecimentos e apoios**

À CAPES, pelo apoio financeiro.

À sociedade brasileira, que financiou toda minha educação básica, superior e pós-graduação.

## **Referências**

ARAUJO, I. S. e VEIT, E. A. **Interatividade em recursos computacionais aplicadas ao ensino-aprendizagem de Física**. Anais 14ª Jornada Nacional de Educação. Santa Maria: Editora da Unira, 2008.

BUNGE, Mario. (1974), Teoria e Realidade: editora perspectiva S.A., SP, 1974.

BRANDÃO, Rafael Vasques; ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Angela. **Modelagem e ensino de física. Física Na Escola**, São Paulo, v. 9, n. 1, p.10-14, 2008.

BRASIL. **Secretaria de educação média e tecnológica. Pcn + ensino médio: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC; SEMTEC, 2002.

CHIQUELTO, Marcos José. **O currículo de física do ensino médio no brasil: discussão retrospectiva**. E-curriculum, São Paulo, v. 7, n. 1, p.1-16, abr. 2005.

CUPANI, Alberto; PIETROCOLA, Maurício. **A relevância da epistemologia de Mario Bunge para o ensino de ciências**. Caderno Brasileiro do Ensino de Física, Florianópolis, v. 19, p.100-125, jun. 2002.

FERRACIOLI, Laércio et al. **Ambientes de modelagem computacional no aprendizado exploratório de física**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 29, n. 2, p.679-707, out. 2012.

KARAM, R. A. S.; PIETROCOLA, M. **Habilidades Técnicas Versus Habilidades Estruturantes: Resolução de Problemas e o Papel da Matemática como Estruturante do Pensamento Físico**. ALEXANDRIA - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 2, p. 181/2-205, 2009.

MACHADO, Juliana; CRUZ, Sonia Maria Silva Corrêa de Souza. **Conhecimento, realidade e ensino de física: modelização em uma inspiração bungeana**. Ciência & Educação, Bauru, v. 17, n. 04, p.887-902, 2011.

MEDEIROS, Alexandre; MEDEIROS, Cleide Farias de. **Possibilidades e Limitações Computacionais no Ensino da Física**. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 24, n. 2, p.77-86, jun. 2002.

MEDEIROS, Alexandre; MEDEIROS, Cleide. **Questões epistemológicas nas iconicidades de representações visuais em livros didáticos de Física.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 103-117, jan./abr. 2001.

PINHEIRO, T.F.; PINHO-ALVES, J.; PIETROCOLA, M. **Modelização de variáveis: uma maneira de caracterizar o papel estruturador da Matemática no conhecimento científico.** In **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora.** Florianópolis: Editora da UFSC, 2001.

SILVA, Henrique C.; COLARES FILHO, Jaime Luiz. **Produção de sentidos por imagens interativas: applets no ensino da Física.** In: IV Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 2003, Bauru. Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 2003.

SILVA, Henrique César da, *et al.* **Cautela ao usar imagens em aulas de ciências.** Ciência e Educação (UNESP. Impresso), v. 12, p. 219-233, 2006.

SILVA, Henrique César da. **Lendo imagens na educação científica: construção e realidade.** Pro-posições, Campinas, n., p.71-83, abr. 2006.

UNIVERSITY OF COLORADO (Ed.). **Forças e movimento.** 2013. Disponível em: <[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/legacy/forces-and-motion](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/forces-and-motion)>. Acesso em: 22 dez. 2013