

LEITURA CONOTATIVA DE UM SIGNO ARTÍSTICO: ESTRATÉGIA PARA POTENCIALIZAR O DEBATE DE CONTEÚDOS CIENTÍFICOS NAS AULAS DE FÍSICA

AN ARTISTIC SIGN CONOTATIVE READING: STRATEGY TO ENHANCE THE DEBATE OF SCIENTIFIC CONTENT IN PHYSICS CLASSES

Cristiane Aparecida Correa¹

cristianefisica@hotmail.com

Carlos Eduardo Laburu²

laburu@uel.br

Osmar Henrique Moura da Silva²

osmarh@uel.br

¹ Universidade Estadual de Londrina. Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Matemática. Rodovia Celso Garcia Cid, Pr 445 Km 380, Campus Universitário, Londrina/ PR. 86.057-970

² Universidade Estadual de Londrina. Departamento de Física da Universidade Estadual de Londrina. Rodovia Celso Garcia Cid, Pr 445 Km 380, Campus Universitário, Londrina/ PR. 86.057-970

RESUMO

Este trabalho parte do pressuposto de que o signo artístico, por possuir acentuada função estética, é uma forma de representação profícua para provocar e sustentar interações discursivas com reflexos para poder auxiliar entendimentos de conteúdos científicos, que, por sua vez, possuem forte função semântica. Estudantes do Ensino Médio foram instigados em um momento instrucional de sala de aula a estabelecer relações criativas de modo a associar elementos da obra artística "Queda d'água" com o conteúdo de Conservação da Energia Mecânica, estudado anteriormente. A estratégia de ensino fundamentou-se na predominância do discurso dialógico frente ao de autoridade, valendo-se dessa função estética do signo artístico para atrair o interesse do estudante ao debate para que refletisse, imaginasse e expusesse suas posições e interpretações. O estudo apresenta e identifica quatro níveis de leitura alcançados pelos estudantes pesquisados quando eles são provocados a realizar conotações desse signo artístico com conteúdo de física. A ideia é que haja uma extrapolação do que a obra denota para conotá-la ao conteúdo e, com isso, possibilitar a apreciação da apropriação do conteúdo pelo estudante.

PALAVRAS-CHAVE: Signo Artístico; Denotação e Conotação; Interações Discursivas em Física.

ABSTRACT

This work is based on the assumption that the artistic sign, because of its strong aesthetic function, is a profitable form of representation to provoke and sustain discursive interactions with reflexes in order to help understanding the scientific contents, which, in turn, have a

strong semantic function. High school students were instigated at an instructional classroom time to establish creative relationships in order to associate elements of the artistic work "Falling Water" with the content of Conservation of Mechanical Energy, previously studied. The teacher strategy was based on the predominance of dialogic versus authority discourse, using this aesthetic function of the artistic sign to attract the student's interest in the debate so that they can reflect, imagine and expose their positions and interpretations. The study presents and identifies four levels of reading achieved by students surveyed, when they are challenged to make connotations of this artistic sign with physics content. The idea is that there is an extrapolation of what the work denotes to conote it to the content, with that, allowing to appreciate the appropriation of the content by the student.

KEYWORDS: *Artistic Sign; Denotation and Connotation; Discourse Interactions in Physical.*

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos tem havido um crescente interesse no estudo da aprendizagem dos conceitos científicos. Diversas pesquisas em Educação Científica e Matemática têm apontado que a construção e a apropriação de conceitos científicos requerem a compreensão de diferentes representações semióticas (LEMKE, 2003; DUVAL, 2004). Nesse viés, os multimodos e as múltiplas representações (PRAIN; WALDRIP, 2006; WALDRIP; PRAIN; CAROLAN, 2010) têm inspirado ações instrucionais na área da Educação Científica e Matemática que levem em consideração o uso de diferentes modos de representação para a aprendizagem dos conceitos científicos com maior significado. Com vistas à elaboração de novas práticas coerentes com o ensino contemporâneo, Laburú e Silva (2011, p. 724) apresentaram estudos semióticos com base na multimodalidade representacional no campo do Ensino de Ciências, defendendo que a compreensão dos conceitos científicos e matemáticos, e os vários significados de suas representações pelos estudantes, acontecem quando se desenvolve um entendimento das diversas formas e modos de representá-los, ao invés dos aprendizes ficarem dependentes de um modo ou forma particular ligada a um tópico específico.

Paralelamente e de alguma forma relacionado a esse foco de investigação, outra estratégia que desperta atenção entre os pesquisadores trata-se do desenvolvimento de interações discursivas na sala de aula. Nesse sentido, várias pesquisas dão ênfase ao discurso e às interações, investigando como estas últimas são produzidas e como elas podem auxiliar na aprendizagem de conceitos científicos (MACEDO; MORTIMER, 2000; MORTIMER; SCOTT, 2002). Macedo e Mortimer (2000) ressaltam que o professor precisa se convencer a respeito da dialogia como um elemento constitutivo do processo de ensino. Para tal, ele deve estimular a conversação na sala de aula, pois isso desenvolve nos estudantes a capacidade de argumentação por meio de exposições de ideias e debates a respeito de fenômenos e conceitos científicos. É importante apontar que, ao se falar em dinâmica discursiva, dentre outros aspectos, está se referindo a um discurso intercambiável dialógico e de autoridade, segundo o referencial de Mortimer e Scott (2002).

Em consonância com as considerações anteriores, este trabalho insere-se no campo dos estudos semióticos restringindo-se no uso de uma representação artística, enfatizando a viabilidade e a potencialidade desse signo funcionar como representação profícua para sustentar interações discursivas em sala de aula. A presente pesquisa emergiu das considerações apresentadas em Laburú, Nardi e Zompero (2014), cujo estudo aponta que a função estética prevaiente nos signos artísticos pode ser empregada para favorecer a manutenção e condução pelo professor da interatividade discursiva em sala de aula.

O signo artístico, utilizado neste trabalho, refere-se a uma gravura nominada “Queda d’água”, do artista gráfico Escher, empregada aqui com objetivo de gerar correspondências conotativas com o conteúdo de Conservação da Energia Mecânica. Isto se deve em razão de essa obra aparentar potencialidade conotativa capaz de provocar debates a respeito de uma situação de violação da Conservação da Energia Mecânica em razão de apresentar uma situação absurda e anti-intuitiva, sendo assim, convida à realização de associações indiretas, não óbvias e automáticas, à primeira vista, com o conteúdo ensinado.

O objetivo deste trabalho consiste mostrar que é possível identificar o nível de leitura conotativo que estudantes apresentam quando provocados a fazer relações da gravura de Escher no momento em que estão em processo de ensino do conteúdo de “Conservação da Energia Mecânica”. Assim, padrões de leitura semiológicas denotativa e conotativa realizadas pelos estudantes durante a aula são estabelecidos, sendo que, como veremos, esses padrões variam da situação em que o aprendiz permanece preso à leitura estrita da obra, denominado padrão denotativo, ou consegue alcançar padrões conotativos mais elaborados, iniciando relações com o conteúdo ensinado até realizar uma leitura da obra segundo o conceito de energia estudado. Procura-se, com a estratégia didática de leitura da obra artística, criar um ambiente de ensino com estudantes participativos, observando padrões que permitem qualificar a apropriação do conteúdo pelos estudantes.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Função estética e semântica dos signos

Na literatura, a definição peirceana mais frequente de signo diz que “[...] *signo é algo que está por outra coisa* [...]” (EPSTEIN, 2002, p. 17). A interpretação dessa designação leva a que signos possam ser objetos, símbolos, palavras, desenhos, gestos etc. de modo que representam e transmitem alguma informação ou várias informações. Com base em Peirce, Santaella (2012, p. 83) afirma que “[...] *tudo em nós é signo, qualquer coisa que se produz na consciência tem o caráter de signo*”, qualquer objeto, som ou palavra que representa outra coisa denomina-se signo. Por sua vez, a terminologia saussuriana associa duas variáveis à função sónica, denominadas de díades saussurianas: o plano dos significantes que constitui o plano de expressão, e o dos significados, o plano de conteúdo (BARTHES, 2012, p. 51). Para Saussure, o signo linguístico é caracterizado “como a união do significante e do significado, à maneira do anverso e verso de uma folha de papel” (SOUZA, 2006, p. 16). Desse modo, ao rasgarmos o papel, afetamos ambos os lados da folha.

Dependemos do signo para viver e interagir com o meio no qual estamos inseridos. Por exemplo, ao dirigir precisamos ler e analisar o que as placas de trânsito e sinais dos semáforos expressam. Os signos, por sua vez, têm também como característica apresentar função semântica e estética. Os signos utilizados na ciência, bem como os manuais de instrução e os sinais de trânsito, têm uma intensificada função semântica, por isso são unívocos, no sentido de pouca margem para a ambiguidade em seu entendimento. Por outro lado, os signos também podem ser interpretados plurivocalmente, quando predomina sua função estética e, por isso, não requerem respostas dirigidas precisas (EPSTEIN, 2012, p. 34). A função semântica do signo corresponde, preferencialmente, à determinação precisa do significado e ao sentido literal da mensagem. Sendo assim, o significante não tem prioridade na atenção do sujeito, ou seja, ele torna-se “transparente”, deixa fluir o significado devido a sua prioridade se encontrar na objetividade. Contrariamente, na função estética do signo, seu significante torna-se mais opaco e chama a atenção sobre si, abrindo um leque de significados e interpretações variadas (EPSTEIN, 2002, p. 34). Os signos artísticos, por exemplo, possibilitam

diferentes interpretações proporcionadas pela função estética, pois é característica do fenômeno estético a "ambiguidade e auto-reflexibilidade", que, conseqüentemente, despertam a imaginação e a criatividade do leitor. Com efeito, a tradução ou interpretação de uma obra de arte remete para vários significados (EPSTEIN, 2012, p. 35). Ora, é preciso ressaltar que ambas as funções são inerentes aos signos, prevalecendo mais ou menos cada uma delas, dependendo do signo.

Tomando como base que os signos artísticos são carregados de função de dimensão estética, leitores diferentes, quando provocados a lerem esses signos, costumam ter diferenciados pontos de vista e chegam a dar mensagens distintas para o mesmo signo, pois a percepção estética não depende exclusivamente do que pretendeu transmitir o emissor, mas, sim, e em grau variável, da sensibilidade do receptor (EPSTEIN, 2002, p. 36), sendo, inclusive, essa a intenção primeira do emissor do signo. De acordo com Coelho Netto (2010, p. 171-172), "*a informação estética não é passível de esgotamento*" dos significados gerados pelo signo: estes são capazes de variar para diferentes receptores ou para um mesmo receptor em diferentes momentos frente ao signo. Assim, os signos artísticos permitem abertura para diversas leituras.

Ainda, do ponto de vista de Coelho Netto (2010, p. 24), um signo denota quando veicula o primeiro significado derivado do relacionamento entre um signo e seu objeto. Enquanto que conota quando evidencia significados segundos que vêm agregar-se ao primeiro significado denotado na relação signo com seu objeto. Pode-se dizer que ocorre conotação no instante em que o significante mais o significado de um signo tornam-se um novo significante do outro signo (COELHO NETTO, 2010, p. 25). Na conotação, os significados segundos juntam-se ao primeiro significado na relação signo e objeto, e, assim, ocorre outra interpretação que se encontra escamoteada, e que o autor deseja que seja descoberta pelo observador, como o caso, p. ex., o teor subjetivo que uma palavra ou expressão pode assumir paralelamente à acepção em que é empregada. Daí que os significados segundos não substituem o significado primeiro, mas acrescentam-se a ele e, justamente por isso, é que a ambiguidade surge, ou seja, múltiplas interpretações podem ser feitas dos signos artísticos.

Segundo Barthes (2012, p. 114), os sistemas primeiros são os denotados. Em razão disso, toda a conotação pressupõe uma denotação que lhe serve de significante, ou seja, de conotador. Nessa mesma linha, Eco (2003, p. 46) diz que a conotação se institui parasitariamente à base de um código precedente. Por isso, ela não é capaz de ser veiculada antes de o conteúdo primário ter sido apresentado. A denotação está diretamente relacionada à significação objetiva, às questões de ordem funcionais, descritivas e indicam a função dos objetos. A conotação está diretamente relacionada à significação subjetiva e refere-se aos fatores estéticos e simbólicos dos objetos evidenciados, por meio de seus atributos formais, os quais podem ser interpretados de diversas maneiras pelo leitor (PERUZZOLO, 2004, p. 120).

Portanto, um signo artístico sempre remete a outra coisa para além do que ele representa em primeiro grau, isto é, do nível da denotação. Daí vem que a informação estética de um produto não se esgota facilmente: há sempre algo potencialmente novo para retirar dele. A informação estética é fundamentalmente conotativa (COELHO NETTO, 2010, p. 169-172). Logo, a imagem artística, por evocar múltiplas conotações, torna-se fonte rica para abertura e sustentação de diálogos entre professor e estudantes a respeito de conteúdos científicos ensinados.

O uso da representação artística permite romper com um ensino tradicional em que atividades estimulam o pensamento e a exposição de ideias. O signo artístico pode ser um recurso a se destacar para auxiliar e complementar a construção dos processos e conceitos científicos e que, em combinação com outras estratégias pedagógicas, apoia, complementa e

aprimora a formação do pensamento científico. Dessa forma, comporta-se como um “andaime conceitual”, visto que funciona como um apoio para o aluno construir determinado conceito em formas representacionais mais abstratas. Em particular, o signo artístico torna-se uma ferramenta instrucional relevante para ativar modos de representação distintos e complementares aos empregados no ambiente escolar, com potencial para auxiliar uma aprendizagem mais eficaz dos conteúdos científicos.

De acordo com Laburú, Nardi e Zômpero (2014, p. 455), “[...] *os signos artísticos são arquitetados para possuírem funções distintas, diferentes dos signos científicos*”. Assim, a linguagem artística, contrária à linguagem científica, não é informativa ou explicativa, mas rica em significações e conotações. No âmbito pedagógico, os signos artísticos podem funcionar como elemento potencializador para a aprendizagem de conteúdos científicos, pois a função estética presente nesses signos favorece o processo discursivo participativo por não possuir sentido único.

Discurso na sala de aula

A dinâmica discursiva na sala de aula tem sido objeto de grande interesse nas pesquisas em Educação Científica. Mortimer e Scott (2002, p. 284) consideram as interações discursivas como constituintes do processo de construção de significados. De acordo com esses autores (ibid., p. 302), para que os estudantes desenvolvam um entendimento a respeito do conteúdo estudado ou produzam novos significados, é fundamental que eles se envolvam em atividades dialógicas, discutindo com professor e demais colegas seus pontos de vista, a fim de aprimorar novas ideias.

Todavia, os professores têm dificuldades em implementar, manter e conduzir um discurso que não seja exclusivamente de autoridade. Nas atividades dialógicas, as dificuldades vão desde como provocá-la e sustentá-la, por um tempo suficiente, para que as ideias discutidas acerca do conteúdo possam produzir algum efeito na aprendizagem (SANTOS; MORTIMER; SCOTT, 2001). O discurso dos professores com seus estudantes, ou intermediado pelos próprios estudantes, divide-se entre a dimensão dialógica e a de autoridade (MORTIMER; SCOTT, 2002, p. 287). Na dimensão dialógica prioriza-se os diferentes pontos de vista dos estudantes no assunto, mesmo que não estejam de acordo com os conceitos científicos. Tal dimensão, que leva em conta mais de uma voz, permite a interanimação de ideias. Sendo assim, em um discurso dialógico expressam-se mais de um ponto de vista e acatam-se diferentes pensamentos e opiniões durante a discussão. Já a abordagem discursiva de autoridade se caracteriza pela referência ao conhecimento científico. Nela apenas uma voz fica presente e não ocorre intercomunicação de ideias (ibid.). O termo autoridade refere-se à voz utilizada para direcionar o discurso de viés científico, isto é, a “voz da ciência”. Nessa direção, a alternância entre o discurso dialógico e de autoridade permite ao professor uma ancoragem para explicações científicas do conteúdo escolar. De fato, a abordagem comunicativa dialógica e de autoridade deveria ser mais comum nas aulas de ciências, pois, apesar de a fala e o discurso verbal não serem os únicos modos de comunicação nessas aulas, são centrais para o processo de ensino e aprendizagem (ibid, 2002, p. 304).

Por esse entendimento, considera-se aqui uma potencialidade das obras de arte em auxiliar a compreensão de fenômenos físicos de forma atrativa e envolvente. Isso porque, estando o estudante frente à leitura de uma imagem, ele expõe sua opinião, ideias e pensamentos livremente e sem o constrangimento de estar sendo avaliado. A razão disso, como se discutiu, deve-se à característica da imagem artística possuir acentuada função estética, logo, sendo capaz de apresentar muitos significados possíveis, o que a torna rica em proporcionar abertura e sustentação de diálogos entre professor e estudantes.

A problemática

Esta pesquisa foi realizada com o propósito de responder à seguinte questão: Quais níveis de leitura relativos à aprendizagem da Conservação da Energia Mecânica são identificados nas interações discursivas quando o estudante é provocado a realizar conotações mediante um signo artístico? O objetivo está em compreender e identificar o nível de leitura que estudantes apresentam quando provocados a fazer conotações de uma obra de arte com base nos conceitos físicos anteriormente estudados da Conservação da Energia Mecânica. O signo artístico utilizado refere-se à obra denominada "Queda d'água" (Figura 1), do artista gráfico holandês Maurits Cornelis Escher (1898-1972). A imagem foi escolhida por apresentar um caso claro de violação da Conservação da Energia Mecânica. A obra retrata uma construção impossível e paradoxal da circulação de uma correnteza de água autossustentável que gira permanentemente uma roda d'água. Na gravura, a água reaproveitada tem sua energia potencial elevada novamente, sem que exista realização de trabalho externo, o que é fisicamente impraticável, pois a corrente d'água adquire energia potencial do nada. O consumo de energia para girar a roda d'água, gerando energia cinética de rotação, deveria resultar da conversão da energia potencial gravitacional do sistema Terra-água. O signo artístico faz alusão a uma espécie de moto-contínuo de mais fácil interpretação se comparado a outros exemplos de máquinas de moto-perpétuos mais difíceis de serem desveladas teoricamente.

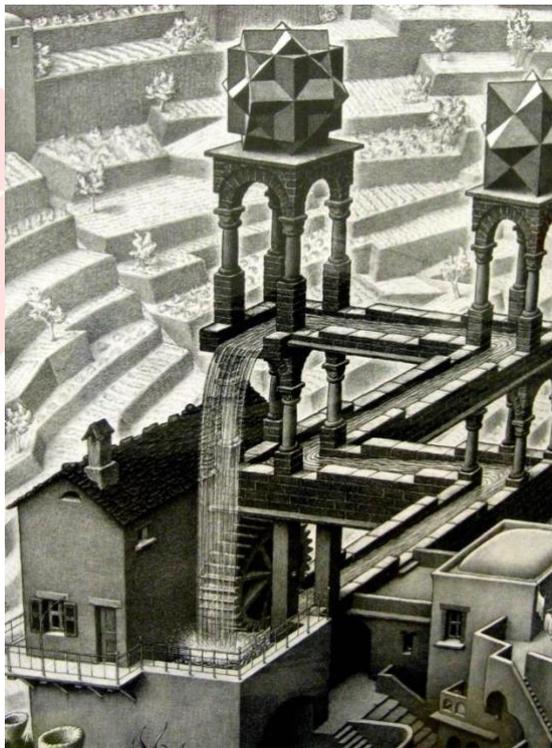


Figura 1: Imagem da obra artística denominada "Queda d'água".

Fonte: <http://www.bb.com.br/docs/pub/inst/img/EscherCatalogo.pdf>

Com o objetivo de identificar esses níveis durante uma orientação dialógica por meio desse signo artístico, utilizou-se da leitura semiológica conotativa para instigar os estudantes a estabelecerem relações inventivas que associassem elementos dessa obra com o que havia sido até então ensinado. Em razão de a função estética presente nas obras de arte possuir natureza de gerar debates e discussões em sala de aula, os estudantes, frente à obra, permitem-se expressar mais espontaneamente, sem o receio de errar diferentemente ao

mesmo tempo em que o professor emprega uma metodologia por questionamentos nesses diálogos.

METODOLOGIA

A presente investigação foi realizada em uma turma do terceiro ano do Ensino Médio da rede particular de ensino do norte do estado do Paraná. Participaram da pesquisa a professora regente e os doze estudantes. Com relação à turma investigada, é oportuno esclarecer que a professora trabalhou o conteúdo de Conservação da Energia Mecânica antes da aula instrucional com o signo artístico e seu objetivo foi propiciar aos estudantes condições de realizarem conotações do signo sob uma perspectiva dos conceitos físicos ensinados. Por motivo de preservação do anonimato, os estudantes foram identificados na pesquisa como E1, E2, E3 etc., e a professora regente como P.

A estratégia didática proposta nesse estudo contou com a prática conotativa de um signo artístico. Para isso, os estudantes foram instigados a realizar conotações da gravura “Queda d’água”. Com efeito, a professora foi instruída a estabelecer interações discursivas com os estudantes a fim de levá-los a um esforço imaginativo para a tradução da obra por meio do conteúdo estudado.

A professora regente, usando projetor multimídia, projetou a gravura de Escher e solicitou aos alunos que falassem sobre a imagem artística. Iniciou a discussão pedindo seus comentários, que falassem a respeito do que a imagem retratava. Ela procurou manter as interações discursivas em sala de aula de acordo com o modelo de abordagem comunicativa baseada no discurso dialógico em predominância ao de autoridade.

A aula foi desenvolvida no tempo e horário normal das aulas de física e realizada pela professora. Os dados descritivos para esse estudo foram obtidos por meio de gravações em áudio e vídeo. O tempo total de gravação durou aproximadamente vinte e dois minutos.

A análise dos dados recolhidos teve início na transcrição da aula. Para facilitar a análise, acrescentou-se na margem à esquerda da transcrição das falas da professora e estudantes o número correspondente ao turno da fala para facilitar o entendimento. A transcrição completa contou com um total de 219 turnos, mas abaixo só estão selecionados os mais importantes. Em determinadas falas identificou-se, ainda, alguns comentários entre colchetes, julgados importantes para a compreensão do contexto. Feito isso, elaboramos os quadros 2 a 13 em consonância com níveis de leitura estabelecidos no instrumento analítico (quadro 1) apresentado logo abaixo. Por último, montamos a tabela 1, com a intenção de entender em qual nível de leitura houve um maior número de falas.

Instrumento Analítico

Para examinar as leituras realizadas pelos estudantes, elaboramos um instrumento analítico (quadro 1) e, para tal, foi necessário estabelecer alguns critérios de categorização para os níveis propostos. Esses níveis foram categorizados em conformidade com as definições de Barthes (2012) para denotação e conotação, além das considerações da proposta de Peruzzolo (2004) acerca dos níveis de leituras denotativa, conotativa e polissêmica. Por esse viés, o instrumento analítico teve como objetivo identificar os níveis de leitura produzidos pelos estudantes, no sentido de examinar se eles leram a imagem por intermédio de conceitos científicos ou não. Por ele ainda é possível avaliar as contribuições que a imagem propiciou e reconhecer a aprendizagem do conteúdo tratado via interações discursivas. No quadro 1 se apresentam quatro níveis de leitura relativos ao conhecimento do estudante. No nível 1, enquadram-se denotações que se prendem exclusivamente à identificação dos constituintes

da obra, ou seja, consistem na descrição e/ou narração dos elementos presentes na obra de arte. O nível 2 corresponde à conotações da obra de arte que contemplem interpretações de senso comum e/ou que apresentem conceitos físicos que não estejam relacionados à energia mecânica e sua conservação, sem nenhuma demonstração de aprendizagem. O nível 3 faz referência as conotações da obra à luz de termos físicos aprendidos sobre a energia e suas modalidades - por exemplo, energia potencial, cinética, trabalho etc. O nível 4 corresponde às conotações da obra que tratam da violação da conservação da energia mecânica e que consideram as questões como problema do moto-perpétuo.

Com o objetivo de reduzir possíveis inconsistências e contradições nas análises, submetemos esse instrumento analítico à técnica de triangulação (PAIVA JÚNIOR; LEÃO; MELLO, 2011). Para isso, tomando por base as definições analíticas e, em decisão conjunta com um grupo de seis especialistas no assunto, buscamos reduzir possíveis problemas de categorização no que se refere ao enquadramento das falas dos estudantes nos níveis de leitura 1, 2, 3 e 4, a fim de garantir conclusões imparciais.

Quadro 1: Instrumento Analítico

Níveis de leitura	Classificação	Descrição
Nível 1	Denotação	Consiste unicamente na descrição e/ou narração dos elementos presentes na obra de arte.
Nível 2	Conotação	Consiste em conotações da obra de arte que contemplem interpretações de senso comum e/ou que apresentem conceitos físicos que não estejam relacionados à energia mecânica e sua conservação.
Nível 3	Conotação	Consiste na conotação da obra de arte à luz de termos físicos ensinados sobre energia e suas modalidades (energia potencial e cinética).
Nível 4	Conotação	Consiste na conotação da obra de arte como um caso de violação da conservação da energia mecânica.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Por intermédio do quadro 1, as conotações desejáveis do ponto de vista da aprendizagem se fazem no nível 4, posto que estão completas com referência ao conteúdo ensinado. Nesse nível, as leituras realizadas pelos estudantes apresentam relações conotativas com o conteúdo físico. É preciso observar que do nível 1 para o 4 surgem interpretações mais profundas da obra de arte à luz de conceitos relativos à conservação da energia mecânica. Por conseguinte, o nível 1 caracteriza estados sem a apropriação de aprendizagem e o nível 4, aprendizagem elaborada do conteúdo.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com intenção de esclarecer como se deu a participação dos estudantes em decorrência das interações discursivas provenientes da aula instrucional com o signo artístico, dividimos a análise dos dados em duas etapas, a saber: análise das interações discursivas por estudante (quadros 2 a 13) e análise geral das interações discursivas (tabela 1).

Inicialmente, apresentamos abaixo um quadro por estudante com suas falas categorizadas por nível de leitura, conforme quadro 1 apresentado na seção instrumento analítico, com objetivo de identificar estados de apropriação do conteúdo ensinado. Logo em seguida, realizamos comentários a respeito das denotações e/ou conotações feitas pelo estudante. Para

LEITURA CONOTATIVA DE UM SIGNO ARTÍSTICO...

categorizar as leituras condizentes com os níveis 1, 2, 3 e 4, consideramos as falas mais expressivas dos estudantes do ponto de vista científico. Ademais, levamos em conta as falas dos estudantes e as circunstâncias em que foram proferidas, pois o entendimento de algumas falas está condicionado ao seu contexto. Atentamos, também, para as perguntas realizadas pela professora com o objetivo de entender a fala do estudante.

Por último, com o propósito de realizarmos a análise geral das interações discursivas, apresentamos a tabela 1, onde constam categorizados em níveis de leitura os turnos referentes às falas do estudante, com o objetivo de entender como se deu a leitura da obra de arte na aula, se as falas enquadraram-se mais no aspecto conotativo que denotativo.

Análise das interações discursivas por estudante**Quadro 2:** Categorização das falas do estudante E1

Níveis de leitura	Turno/fala do estudante
Nível 1	(5) Acho que é na Grécia e tem um cara encostado. (16) Na verdade, não sei se tá subindo [a água]... (47) Ilusão de ótica. (59) ... sem altura, tudo no mesmo nível. (80)... ela [água] tinha que subir pra cair, mas... [não completou a frase]. (85) É ilusão de ótica isso aí. (106) ...ah, se tem impulso eu não sei, não dá nem pra imaginar. (112) isso aí é uma imagem, a gente nem pode falar se isso acontece ou não. (189) ...não sei, agora é que eu tô começando a encaixar, pensar na possibilidade de existir essa imagem, mas sei lá... (200) Você olha sem pensar, você pensa que existe mesmo, depois você vê que não existe. (213) Não, mas é a estética. (216) ... é estética só.
Nível 2	(30) ... mas a água não sobe. (50) É difícil pensar que ela [água] sobe. (81) ... mas, é impossível ela [água] subir... (117) Por causa da densidade. (121) ... mas, não nesse caso [na imagem a água não sobe por evaporação]. (143) Não, a roda d'água não faz nada ali...
Nível 3	(171) Eu tô tentando encaixar isso do princípio da conservação da energia faz muito tempo e não consigo. (178) ... ela vai transformando uma energia na outra incluindo a potencial. (180) ... então, mas vai transformando [moto-perpétuo]. (184) Não sei, talvez uma energia que eu não sei qual é, por enquanto, tenha na água. Ela transforma em energia potencial pra descer e cair, daí transforma em outra energia para ela poder subir de novo, daí é conservação da energia, sempre tem energia ali, só que ela vai transformando. (195) ...não, de transformação.
Nível 4	Não apresenta

Fonte: Elaborado pelos autores.

O estudante E1 foi o que mais participou da discussão, teve vinte e três falas distribuídas entre os níveis 1, 2 e 3, em maior frequência no nível 1. As falas de E1, de nível 1 abrangeram desde a descrição da imagem (turno 5), como considerações relativas ao trajeto realizado pela água (turnos 16, 59, 80, 106) e questões relativas à ilusão de ótica (47, 85, 112, 189, 200, 213, 216). As primeiras conotações de nível 2, ocorreram nos turnos 30, 50 e 81, em que é possível perceber que o estudante não aceita a possibilidade da água subir como se apresenta na gravura. As demais conotações de nível 2, podem ser observadas nos turnos 117, 121 e 143 quando o estudante menciona um termo usado na Física, como "densidade" em complemento à resposta de E2 (turno 117). E também quando faz conotações de senso comum dizendo que na imagem a água não sobe por evaporação (turno 121), e no turno 143 quando menciona que a roda não é responsável por levar a água para cima. Já a primeira conotação de nível 3 surgiu quando o estudante E1 afirmou, no turno 80, que é impossível a

água subir como se apresenta na gravura. Na sequência dos turnos 171, 178, 180 e 184, ele faz considerações pertinentes referente às transformações de energia que ocorrem na gravura, pois menciona estar tentando encaixar a conservação da energia dita por E3, mas que não consegue associar esse conteúdo à situação apresentada na imagem (turno 171). Esse estudante participou bastante da discussão e procurou argumentos de Física para explicar a imagem, mas não conseguiu identificar qual conteúdo pode estar relacionado com a gravura. Somente no turno 178 fez uma conotação mais elaborada de nível 3, quando ao tentar explicar a “conservação da energia”; fala da transformação da energia, de uma modalidade em outra, mas sem conseguir perceber que a energia relacionada ao movimento é a energia cinética e que na figura há violação da Conservação da Energia Mecânica. Em razão de sua participação, é possível notar que E1, durante a discussão, foi elaborando sua fala. Todavia, apresenta uma lacuna no que diz respeito ao conteúdo científico de energia mecânica e sua conservação, dado que não reflete acerca da violação da Conservação da Energia Mecânica na gravura e/ou da inviabilidade do moto-perpétuo na prática. Suas falas evidenciam que ele não reconhece todas as formas de energia envolvidas no processo e que, na obra de arte, temos um caso de violação da Conservação da Energia Mecânica.

Quadro 3: Categorização das falas do estudante E2

Níveis de Leitura	Turno/fala do estudante
Nível 1	(4)... ah! É verdade, é aquele negócio [imagem] que a água sobe. (6) Tem uma escada. (14) A água subindo... (19) É que parece que o negocinho [caminho que água percorre], tá plano ali, mas, não tá plano porque a água tá caindo... (21) ... aonde a água tá correndo ali, mas não tá plano, porque tá caindo [água]. (34) ... a água só cai. (77) Sobe [água]. (137) A roda d'água [a roda leva a água para cima]. (212) Não, é que onde a água passa... se fosse plano, a borda ia tá retinho, então os tijolos... [faz gestos com as mãos]. (215) ... é tem uma diferença de nível.
Nível 2	(39) A água tá congelada, vocês estão todos iludidos... (108) Sem gravidade ela [água] sobe... (114) Evaporando. (116) ...porque fica leve... [a água]. (126) ...mas, se ela [imagem] estivesse num lugar mais denso. (129) Massa.
Nível 3	Não apresenta
Nível 4	(162) ... é um movimento que não para... (164) ... a energia cinética nunca para, tipo perpétuo [moto-perpétuo] que é impossível [na prática].

Fonte: Elaborado pelos autores.

O estudante E2 teve falas de níveis 1, 2 e 4, totalizando dezoito falas durante a discussão, em maior medida de nível 1 que correspondem à descrição de alguns elementos da obra (turnos 06, 14, 19, 21, 34, 77, 137). Nas conotações de nível 2, observa-se que ele procura associar outros conteúdos físicos que não tem relação com energia mecânica e sua conservação (turnos 39, 108, 114, 116, 126 e 129). Em decorrência das discussões anteriores, o estudante elabora algumas hipóteses para explicar como a água poderia subir. Isso pode ser observado quando menciona que, se não houvesse gravidade, a água subiria (turno 108). Mais adiante, no turno 114, quando diz que evaporando ela também pode subir. Apesar de suas falas não terem relação direta com o conteúdo de Conservação da Energia Mecânica, dado que contemplaram questões relativas a evaporação, densidade e gravidade, elas desencadearam novas conotações de nível 2 que ampliaram a discussão sobre a possibilidade de a água subir em ziguezague nos turnos seguintes. Como se vê, a imagem artística, por possuir acentuada função estética, evoca múltiplas conotações. As falas referentes aos turnos 162 e 164 foram categorizadas de nível 4 porque estavam relacionadas com o funcionamento

LEITURA CONOTATIVA DE UM SIGNO ARTÍSTICO...

e impossibilidade do moto-perpétuo na prática. Pode-se aqui dizer que essas falas se mostram educacionalmente úteis a uma reflexão às trocas de energia ali associadas e que partiriam do educador num discurso de autoridade, mas que se perdeu em meio aos seguintes discursos dialógicos.

Quadro 4: Categorização das falas do estudante E3

Níveis de leitura	Turno/fala do estudante
Nível 1	<i>(17)... ah! é verdade não dá pra saber se a água tá subindo. (35) Depende do ponto de vista. (54) a impressão que dá é que ele [moinho] tá rodando e empurrando a água para cima.</i>
Nível 2	<i>Não apresenta</i>
Nível 3	<i>(75) tem energia do movimento... (169)... existe uma conservação da energia.</i>
Nível 4	<i>Não apresenta</i>

Fonte: Elaborado pelos autores.

Em relação ao estudante E3, observamos que ele teve somente cinco falas durante a discussão de níveis 1 e 3. As falas de nível 1 correspondem a considerações relacionadas exclusivamente à ilusão de ótica da obra de arte. Os turnos 75 e 169 foram categorizados como de nível 3 por estarem relacionados com o assunto. No turno 75 o estudante menciona que existe uma forma de energia do movimento, porém não consegue nominá-la como energia cinética. Isso seria um ponto de partida para construção de significados, mas essa questão passou despercebida pela professora em meio a outras falas dialógicas, não sendo abordada nas discussões posteriores. Menciona, ainda, o termo *conservação da energia*, que pode ser aqui interpretado com um potencial reconhecimento do funcionamento do moto-perpétuo existente na figura. Sua fala foi categorizada como de nível 3 por ter se referido a conceitos relativos à Conservação da Energia Mecânica. No entanto, o aluno nada argumentou acerca da inviabilidade do moto-perpétuo na prática e não foi possível inferir se ele entende a possibilidade de perdas de energia por atritos e cinética da roda, visto que, mesmo após a professora perguntar sobre a conservação da energia na imagem, ele não fez novos comentários.

Quadro 5: Categorização das falas do estudante E4

Níveis de leitura	Turno/fala do estudante
Nível 1	<i>(7) Tem uma mulher estendo roupa ali. (10) Tem dois objetos geométricos na torre. (22) não é que se você olhar de lá pra cá parece que ela tá caindo, mas como ela tá caindo, dá impressão que tá subindo. (199) Porque dá impressão que isso tá acontecendo [na imagem], mas...</i>
Nível 2	<i>(109) ...não! Mas a água sobe, gente? (125) ...mas dessa maneira aí? [imagem]. (147) ... é a água que faz a roda d'água girar.</i>
Nível 3	<i>Não apresenta</i>
Nível 4	<i>Não apresenta</i>

Fonte: Elaborado pelos autores.

E o estudante E4 teve um total de sete falas de níveis 1 e 2, suas falas, de nível 1 abrangeram a descrição dos elementos da gravura, enquanto que as conotações de nível 2 giraram em torno do percurso realizado pela água. O discurso proferido por E4 indica que ele

não aceita a situação apresentada na gravura; no entanto, não apresenta argumentos para sustentar seu ponto de vista (turnos 109, 125 e 147).

Quadro 6: Categorização das falas do estudante E5

Níveis de leitura	Turno/fala do estudante
Nível 1	<i>(24)... então, ela [água] cai na roda d'água, sobe por aquele caminho e desce de novo...</i>
Nível 2	<i>(28)... é como se fosse um sistema, assim [água] vai descendo e subindo, descendo e subindo... (150)... então, ela [água] cai na roda d'água, sobe por aquele caminho e desce de novo...</i>
Nível 3	<i>(98) Porque, pra se mexer, ela [água] tem que ter energia; como ela não tem, tá estático, não tem como ela [água] ter, no caso, [energia] potencial gravitacional pra ela cair.</i>
Nível 4	<i>(157) Moto- perpétuo, (179) É parecido com aquele esquema de moto-perpétuo, só que do ímã: ele cai pela gravidade e sobe pela força, mas só que não funciona, é impossível, porque a energia que tem nele, ele não consegue criar energia, é a energia que ele tem. (182) Porque não tem como ele [moto-perpétuo] fazer energia, se ele tem uma energia, uma hora ela vai acabar e modificar para outra e não vai continuar... (190) ...não pode, não tem como existir moto-perpétuo.</i>

Fonte: Elaborado pelos autores.

O estudante E5 teve falas relativas aos níveis 1, 2, 3 e 4 totalizando oito falas, havendo assim uma conotação de maior nível, visto que conseguiu associar a imagem ao conteúdo de Conservação da Energia da Mecânica. A primeira conotação de nível 2 do estudante ocorreu no turno 28 quando ele reelaborou sua fala referente ao turno 24 para explicar a obra de arte. E5 fez uso de um termo aprendido em aula: sistema. Ele associou a obra artística a um sistema que se movimenta continuamente, e sua fala dá indícios de que ele percebe na imagem um ciclo contínuo (turno 28). A professora repetiu nesse turno 28 a fala de E5, mas sua noção de sistema acabou não sendo prolongada, impedindo, aqui, uma avaliação da sua compreensão desse específico conceito. Na sequência, E5 diz que não é a roda que está mexendo a água, é a água que está mexendo a roda (turno 150), caracterizando que o movimento da roda advém da queda d'água, diferentemente dos colegas, que até o momento têm notado somente a roda empurrando a água para cima. No turno 157, tem-se a primeira conotação de nível 4, quando menciona moto-perpétuo, em resposta à pergunta da professora. E, nos turnos 179, 182 e 190 realiza conotações mais concisas e profundas, buscando explicar o funcionamento do moto-perpétuo a partir de uma situação vivenciada anteriormente: o funcionamento de um moto-perpétuo movido por ímãs (turno 179). Isso evidencia que ele possui uma compreensão a respeito de energia mecânica e sua conservação. Isso pode ser observado nos turnos 182 e 190, pois o estudante, em resposta à professora e diante dos comentários dos colegas, afirma que não há como existir moto-perpétuo e que a situação apresentada na imagem é impossível porque contraria a Lei da Conservação da Energia. Na conotação de nível 4, ele afirma que não é possível existir dispositivos que produzam energia maior que a energia introduzida ou que sejam capazes de realizar trabalho sem injeção de energia. Cabe, no entanto, ressaltar que ele veio a fornecer maiores informações somente após os comentários dos colegas, indicando possíveis contribuições dos mesmos por meio do discurso dialógico à reflexão do conteúdo e explicação da gravura. Pode-se inferir que a imagem promoveu em E5 uma motivação para reflexão e aprendizagem. Obviamente que as instruções e experiências vivenciadas anteriormente serviram de suporte para sua interpretação pelas conotações relevantes sobre a imagem artística.

Quadro 7: Categorização das falas do estudante E6

Níveis de leitura	Turno/fala do estudante
Nível 1	Não apresenta
Nível 2	(32) Tem uma força física ali.
Nível 3	Não apresenta
Nível 4	Não apresenta

Fonte: Elaborado pelos autores.

O estudante E6 apresentou apenas uma conotação de nível 2 durante toda a discussão. Apesar de ter somente uma fala, na gravação em vídeo percebemos que ele estava atento à aula e sempre observando os colegas. É provável que não tenha se manifestado por falta de argumentos científicos.

Quadro 8: Categorização das falas do estudante E7

Níveis de leitura	Turno/fala do estudante
Nível 1	(8) Parece um negócio do fundo do mar.
Nível 2	(37) E se tiver de ponta cabeça? (104) Impulso... (132) Lei de Pascal. (134) ... que os líquidos transmitem, sei lá, é como se tivesse fazendo uma força pra água subir. (136) Dentro da casinha tá fazendo uma força, ali tá fazendo uma força. (139) A roda d'água é como se tivesse fazendo pressão no lugar, ela tivesse empurrando a água pra subir. (152) ... a água cai e ela vai batendo na roda, vai rodando, batendo na água e empurrando. (166) ... constante [movimento da água e da roda].
Nível 3	Não apresenta.
Nível 4	Não apresenta.

Fonte: Elaborado pelos autores.

O estudante E7 apresentou 9 falas, sendo uma denotativa e 8 delas de nível 2, visto não ter feito relação direta com a energia mecânica e sua conservação pela situação tratada na figura. Embora se possa perceber em suas falas que ele enaltece a necessidade de "algo" para fazer a água subir e que existe uma relação entre a queda d'água e o movimento da roda para empurrar a água para cima, suas explicações não vão além. Não há em suas falas um reconhecimento de a energia proveniente da queda d'água não poder ser totalmente reaproveitada, devido à perda de energia cinética da roda por atrito (turnos 136, 137 e 152).

Quadro 9: Categorização das falas do estudante E8

Níveis de leitura	Turno/fala do estudante
Nível 1	(217) Sim, por causa da ilusão.
Nível 2	(51) Impossível subir. (55) O moinho não teria força suficiente para levar a água a uma altura tão grande assim... pra chegar até a cachoeira pra descer. (145) O moinho não tem força suficiente pra fazer a água subir a uma altura tão grande assim...
Nível 3	Não apresenta
Nível 4	Não apresenta

Fonte: Elaborado pelos autores.

LEITURA CONOTATIVA DE UM SIGNO ARTÍSTICO...

O estudante E8 teve apenas quatro falas, das quais três são do nível 2 (turnos 51, 55 e 145). Cabe ressaltar que as conotações de E8 evidenciam a não aceitação da situação apresentada na gravura (turno 51); no entanto, o estudante não formula uma explicação científica. Nos turnos 55 e 145, constatamos que ele percebe a impossibilidade da água subir como se apresenta na obra, contudo, ele utiliza de forma equivocada o termo *força* nas suas falas. Isso se deve, possivelmente, porque *força* é um termo mais próximo do seu cotidiano do que *energia*.

Quadro 10: Categorização das falas do estudante E9

Níveis de leitura	Turno/fala do estudante
Nível 1	<i>(9) Tem um moinho de água. (56) ... é, parece que é a mesma coisa, parece que ela [água] tá reta. (58) Tipo, todo caminho que faz [água] nessa curva parece que tá reto... (61) Porque ela [água] não pode cair se tá no mesmo nível e voltar para mesmo lugar subindo... (78) Cai [constrangida]. (83), ... mas ela sobe... [a água na imagem sobe]. (102) ...que a água não pode cair porque está no mesmo nível. (153) O único problema é o seguinte: quando ela parece que tem uma altura ... se ela tá no mesmo nível, não tem uma altura... (201) A gente fala que tá no mesmo nível por causa da ilusão de ótica, mas ele pode ter altura e ter energia, tem hora que parece que tá numa altura diferente, tem hora que parece que não.</i>
Nível 2	<i>(119) As moléculas delas [água] ficam mais separadas, elas ficam leves... faz ela subir. (127) A gente tá supondo que o centro de gravidade tá embaixo, que daí vai puxar água, que daí a água cairia.</i>
Nível 3	<i>(66) [Energia] Potencial gravitacional. (68) ... porque se não tem altura, não tem potencial para cair [água]. (70) É... potencial não é altura vezes [fórmula]...</i>
Nível 4	<i>(160) Cai e volta pra cima de novo [água]. (168) O moto-perpétuo] parte e volta pro mesmo lugar. (192) ...Mas não porque a energia não se conserva, dissipa [proibindo o moto-perpétuo], então uma hora vai acabar e parar de funcionar. É o que acontece aí [imagem].</i>

Fonte: Elaborado pelos autores.

O estudante E9 teve uma participação ativa, sendo dezessete falas categorizadas nos vários níveis, mas com a maioria delas recaindo sobre o nível 1. As conotações de nível 2, remetem a outros conteúdos como densidade e gravidade. Nos turnos 66, 68 e 70, em conotações de nível 3, menciona a energia potencial gravitacional (turno 68) indicando sua relação à altura (turno 68). Perante a indagação da professora, na insistência de perguntar por que não existe moto-perpétuo, o estudante acrescenta que a energia no moto-perpétuo, na prática, é dissipada (turno 192). Ao utilizar o termo *dissipação de energia* para explicar o funcionamento do moto-perpétuo, o estudante faz uma leitura de nível 4, pois reconheceu que a obra artística retrata um moto-perpétuo. Fica evidenciado em suas falas um entendimento da impossibilidade do moto-perpétuo, dado que a energia é dissipada no movimento, portanto, se converte noutra forma. Logo, é possível constatar que E9 esclareceu uma situação de tal violação presente na obra artística (turnos 160, 168 e 192).

Quadro 11: Categorização das falas do estudante E10

Níveis de leitura	Turno/fala do estudante
Nível 1	<i>(88) Porque como a água está no mesmo nível, não tem como ela fazer o percurso e acabar descendo.</i>
Nível 2	<i>Não apresenta</i>
Nível 3	<i>(72) Altura vezes a gravidade e vezes a massa [Ep= m.g.h]. (74) [Energia] Potencial gravitacional.</i>
Nível 4	<i>Não apresenta</i>

Fonte: Elaborado pelos autores.

Com apenas três falas caracterizadas nos níveis 1 e 3, as duas falas de nível 3 (turnos 72 e 74) do estudante E10 foram proferidas logo após as perguntas da professora e estavam relacionadas com a energia potencial gravitacional. Como, na sequência, ele realizou somente mais uma fala de nível 1, conclui-se que ele se manteve preso à imagem, não podendo caracterizá-lo com o nível desejável da compreensão da Conservação da Energia Mecânica no caso.

Quadro 12: Categorização das falas do estudante E11

Níveis de leitura	Turno/fala do estudante
Nível 1	<i>(87) Porque não tem lógica certa. (138) É, a roda d'água. (197) Parece que a imagem tá no fundo do mar.</i>
Nível 2	<i>(140) ela [roda d'água] coloca a água pra fazer o sentido de novo. (142) ... porque passa por ela [a água passa pela roda]. (149) Porque, já que não tem uma altura, é ela [roda] que empurra pra fazer o deslocamento. (163) [A água] Faz o mesmo sentido, mesmo caminho, trajetória.</i>
Nível 3	<i>Não apresenta.</i>
Nível 4	<i>Não apresenta.</i>

Fonte: Elaborado pelos autores.

E11, conforme se apresenta no quadro 12, teve um total de sete falas distribuídas nos níveis 1 e 2, cujas falas buscaram retratar o movimento da roda d'água para movimentar a água, já interpretou sem "altura" desta última relacionada à possibilidade de provocar o movimento da roda. Tais comentários são insuficientes, visto não aplicar/explicitar os conteúdos físicos estudados, impossibilitando dizer que o aluno os tenha compreendido com clareza.

Quadro 13: Categorização das falas do estudante E12

Níveis de leitura	Turno/fala do estudante
Nível 1	<i>Não apresenta</i>
Nível 2	<i>(33) sobe... por causa do moinho. (52) mas, o moinho tá ali por algum motivo... (107) ela [água] bate... sobe com o impulso que faz o moinho... (144) ... gente, a roda d'água roda e empurra a água</i>
Nível 3	<i>Não apresenta</i>
Nível 4	<i>Não apresenta</i>

Fonte: Elaborado pelos autores.

E12 realizou um total de quatro conotações, todas de nível 2 (turnos 33, 52, 107 e 144) e relacionadas com o moinho presente na imagem. Isto porque ele não apresentou uma evolução conotativa, visto que inicia no turno 33 dizendo que o moinho é responsável por levar a água para cima, mas não evolui, pois, as conotações subsequentes mantêm a mesma linha de pensamento. Isso mostra que E12 não caracterizou o conteúdo de modo a reconhecer na imagem a existência de um caso de violação da Conservação da Energia Mecânica.

Análise geral das interações discursivas

Tabela 1: Categorização geral das falas do discurso

Níveis de leitura	Estudantes/turnos das falas	Total de falas
Nível 1	E1 (5; 16; 47; 59; 80; 85; 106; 112; 189; 200; 213; 216), E2 (4; 6; 14; 19; 21; 34; 77; 137; 212; 215), E3 (17; 35; 54), E4 (7; 10; 22; 199), E5 (24), E7 (8), E8 (217) E9 (9; 56; 58; 61; 78; 83; 102; 153; 201), E10 (88), E11 (87; 138; 197)	45
Nível 2	E1 (30; 50; 81; 117; 121; 143), E2 (39; 108; 114; 116; 126; 129), E4 (109; 125; 147), E5 (28; 150), E6 (32), E7 (37; 104; 132; 134; 136; 139; 152), E7 (166); E8 (51; 55; 145), E9 (119; 127); E11 (140; 142; 149), E12 (33, 52; 107; 144), E11 (163)	39
Nível 3	E1 (171; 178; 180; 184; 195), E3 (75; 169), E5 (98), E9 (66; 68; 70), E10 (72; 74)	13
Nível 4	E2 (162; 164), E5 (157; 179; 182; 190), E9 (160; 168; 192),	9

Fonte: Elaborado pelos autores.

A tabela 1 revela como é expressiva a quantidade de frases que recaem nos níveis 1 e 2, correspondentes respectivamente à descrição dos elementos presentes na obra e em conotações com ou sem interpretações de conceitos físicos. A quantidade significativa de falas no nível 2 evidencia que a imagem provocou múltiplas conotações em razão de sua função estética, despertando o interesse dos estudantes, abrindo um leque de interpretações, sob diferentes pontos de vista.

Cabe destacar também que as falas dos estudantes enquadraram-se mais no aspecto conotativo que denotativo e evoluíram para leituras mais profundas no decorrer das interações, conforme a professora os instigava a buscar, na Física, explicações para a imagem. Assim, as denotações que se encontram no nível 1, serviram também para fomentar a discussão e abrir diálogo, por conseguinte, de base para "conotações sucessivas", de níveis 2, 3 e 4. Todos os estudantes participaram da discussão, alguns mais efetivamente que outros, mas todos envolvidos num discurso dialógico pelo qual os poucos emergentes raciocínios plausíveis de alguns deles exemplificam um tipo de auxílio pedagógico no sentido construtivista à elaboração científica do conteúdo e explicação da gravura, caracterizando um proveitoso recurso ao professor antes do discurso de autoridade como etapa final à situação peculiar tratada. Pode-se dizer que essa pequena quantia de frases nos níveis 3 e 4 se deve a duas razões: a primeira está relacionada com a aprendizagem do conteúdo de energia mecânica e sua conservação, visto que é necessário um conhecimento efetivo do conteúdo para fazer transposição dos conceitos que envolvem a Conservação da Energia Mecânica em situações fora do contexto em que foram estudadas, e conseqüentemente, perceber situações nas quais

violam o princípio da Conservação da Energia Mecânica; a segunda razão tem relação com as perguntas realizadas pela professora durante a aula e as respostas dos estudantes.

De acordo com o objetivo deste estudo, a empregabilidade do discurso dialógico/de autoridade se deu fundamentalmente no primeiro, com pouca interferência de momentos do segundo tipo, em que foram poucos os momentos em que a professora considerou os diferentes pontos de vista, reformulando e elaborando novas perguntas com o propósito de aumentar as possibilidades de compreensão do signo artístico. Apesar de ouvir as explicações dos estudantes, algumas respostas passaram despercebidas por ela e pelos estudantes, não sendo exploradas na sequência em sua totalidade.

Dos doze estudantes que participaram da aula, três realizaram leituras relativas ao nível 4, a saber: E2, E5 e E9. Todavia, consideramos que, dentre estes, em razão de suas falas, somente E5 e E9 fizeram a leitura da imagem com profundidade de conteúdo mais satisfatoriamente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o propósito de contribuir com as pesquisas atuais, procuramos mostrar a viabilidade de um signo artístico funcionar como um modo representacional que tende a potencializar as interações discursivas em sala de aula com vista à qualificação da aprendizagem de conteúdos científicos. Apoiados nos referenciais de base semiológica e discurso dialógico e de autoridade, concluímos que a prática de associar um signo artístico junto a um ensino envolvendo elementos do conhecimento científico pode se tornar uma atividade viável para auxiliar a aprendizagem dos estudantes. Isto na medida em que se favorece a manutenção da condução pelo professor da interatividade discursiva dialógica em sala de aula e o desencadeamento desobrigado de pontos de vista variados que fomentam a discussão, permitindo sucessivas conotações que ajudam na explicação de uma imagem na direção da elaboração conceitual do assunto mediada pelo professor.

Os dados obtidos permitem inferir que a imagem artística contribui com o surgimento de conotações relativas à ilusão de ótica promovida pela obra que ajudam a sustentar a discussão, com possíveis favorecimentos de base científica de níveis 3 e 4 remetidas às formas de energias envolvidas no processo e à percepção da obra de arte como um caso de violação da conservação da energia mecânica. A maioria das falas dos estudantes recaiu nos níveis 1 e 2, o que é absolutamente natural, pois o leitor, em um primeiro contato com a imagem, tende a descrevê-la ou conotá-la, realizando leituras espontâneas. Por sua vez, a minoria das falas recaiu nos níveis 3, decorrentes do reconhecimento das formas de energia na gravura, sendo exigidas conexões com conteúdo em estudo, e 4, remetendo ao conhecimento de conservação da energia mecânica com interpretações e associações de experiências vivenciadas antes pelos estudantes. De acordo com o objetivo deste estudo, essas classificações se justificam em razão do prevaletimento estratégico do discurso dialógico frente ao de autoridade, sugerindo, em futuras pesquisas, contrabalancear o uso destes discursos para melhorar os resultados aqui obtidos em termos educacionais. Os resultados confirmam aqueles dos trabalhos aqui citados que introduziram um signo artístico em um momento instrucional da aula que, transformada em um ambiente descontraído, obteve um favorecimento no engajamento dos estudantes e na criatividade dos mesmos. Isso se deve porque, conforme colocações teóricas anteriormente apresentadas, a função estética dos signos artísticos contribui para abertura e sustentação do almejado diálogo em sala de aula.

O instrumento analítico aqui elaborado e utilizado na organização e interpretação de dados provenientes das interações discursivas permitiu um diagnóstico da aprendizagem via

discurso dialógico, possibilitando traçar o perfil do entendimento do estudante ou de um grupo de estudantes a respeito do conteúdo físico estudado, funcionando como auxiliador na avaliação dos seus entendimentos. A categorização dos níveis de leitura semiológica denotativa e conotativa permitem identificar quais conceitos precisam ser retomados, com isso fornecendo um *feedback* do ensino para o professor em suas decisões posteriores de encaminhamento dos discursos de autoridade. Isto, pois, a partir das falas dos estudantes provenientes de leitura da imagem, foi possível perceber alguns entendimentos e quais apresentaram lacunas e ou conceitos errôneos. Embora, algumas ideias não tenham sido exploradas em sua totalidade, consideramos que, uma vez identificadas, possam ser usadas como base para retomadas em aulas posteriores para que a aprendizagem se efetive.

Ademais, numa futura investigação, poder-se-ia melhorar a ideia proposta na preparação da prática instrucional de professores com o objetivo de intensificar as interações discursivas em sala de aula, focando naqueles com pouca habilidade nesse sentido. Outra possibilidade de investigação igualmente relevante está no refinamento do instrumento analítico proposto, dado que tal instrumento oferece subsídios para o professor repensar o ensino e as possibilidades de reorganização das atividades a partir dos resultados apresentados. Enfim, por estas últimas considerações, esperamos que a pesquisa contribua com novos estudos em sala de aula e que outras aproximações entre a Física (ou outra disciplina) e a Arte possam ser suscitadas a partir desse estudo, com a finalidade de potencializar a aprendizagem de conteúdos científicos.

REFERÊNCIAS

- BARTHES, Roland. **Elementos de Semiologia**. Trad. Izidoro Blikstein. 19ª ed. São Paulo: Cultrix, 2012.
- COELHO-NETTO, José Teixeira. **Semiótica, informação e comunicação**. 1ª reimpr. 2007. São Paulo: Perspectiva, 2010.
- DUVAL, Raymond. **Semiosis y pensamiento humano: registros semióticos y aprendizajes intelectuales**. Santiago de Cali, Colombia: Universidad del Vale, Instituto de Educación y Pedagogía, 2004.
- ECO, Umberto. **Tratado Geral de Semiótica**. 1ª reimpr. Da 4ª ed. São Paulo: Editora Perspectiva S. A, 2003.
- EPSTEIN, Issac. **O signo**. 3ª imp. da 7ª ed. São Paulo: Ática, (Série Princípios), 2002.
- MACEDO, Maria do Socorro Alencar Nunes; MORTIMER, Eduardo Fleury. A dinâmica discursiva na sala de aula e a apropriação da escrita. **Educação & Sociedade**, ano XXI, n. 72, ago. 2000.
- MORTIMER, Eduardo Fleury; SCOTT, Philip. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências** – v7 (3), p. 283-306, 2002.
- LEMKE, Jay. **Teaching all the languages of science: Words, symbols, images, and actions**, 2003. Disponível em: <<http://www-personal.umich.edu/~jaylemke/papers/barcelona.htm>>. Acesso em: set. 2015.

LABURÚ, Carlos Eduardo; SILVA, Osmar Henrique Moura da. O laboratório didático a partir da perspectiva da multimodalidade representacional. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 3, p. 721-734, 2011.

LABURÚ, Carlos Eduardo; NARDI, Roberto; ZÔMPERO, Andreia de Freitas. Função estética dos signos artísticos para promover processos discursivos em sala de aula: uma aplicação durante o ensino do conceito de energia mecânica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 19 (2), p. 451-463, 2014.

SANTOS, Widson dos; MORTIMER, Eduardo Fleury; SCOTT, Philip. A argumentação em discussões científicas: reflexões a partir de um estudo de caso. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n. 1, 2001.

PERUZZOLO, Adair Caetano. **Elementos de semiótica da comunicação: quando aprender é fazer**. Bauru, SP: EDUSC, 222p, 2004.

PAIVA JÚNIOR, Fernando Gomes; LEÃO, André Luiz Maranhão de Souza; MELLO, Sérgio Carvalho Benício de. Validade e Confiabilidade na Pesquisa Qualitativa em Administração. **Revista de Ciências da Administração**, v. 13, n. 31, p. 190-209, 2011.

PRAIN, Vaughan; WALDRIP, Bruce. An Exploratory Study of Teachers' and Students' use of Multi-modal Representations of Concepts in Primary Science. **International Journal of Science Education**, London, v. 28, n. 15, p. 1843-1866, 2006.

SANTAELLA, Lúcia. **O que é Semiótica**. 32 reimpr. da 1ª ed. de 1983. São Paulo: Brasiliense, (Coleção Primeiros Passos, n. 103), 2012.

SOUZA, Lícia Soares de. **Introdução às teorias semióticas**. Petrópolis, RJ: Vozes, Salvador, BA, 2006.

WALDRIP, Bruce; PRAIN, Vaughan; CAROLAN, Jim. Using multi-modal representations to improve learning in junior secondary Science. **Research in Science Education**, Dordrecht, v. 40, n. 1, p. 5-80, 2010.

ZÔMPERO, Andréia de Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo. As relações entre aprendizagem significativa e representações multimodais. **Revista Ensaio**, v. 12, n. 3, p. 31-39, 2010.