



A CONSTRUÇÃO DE REPRESENTAÇÕES NO ENSINO FUNDAMENTAL: UMA PROPOSTA PARA FOMENTAR E AVALIAR O ENSINO E APRENDIZAGEM NO ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

Adrielly Pereira Ansanelo¹
Carlos Eduardo Laburú²
Osmar Henrique Moura da Silva³

RESUMO: O presente estudo objetiva investigar a construção de representações dos estudantes como promotora da aprendizagem e instrumento de avaliação durante as aulas de ciências da natureza, balizando-se numa proposta de estratégia inspirada nas múltiplas representações. A abordagem didática consistiu na construção, revisão e refinamento de representações dos estudantes do 6º ano acerca da estrutura interna do planeta Terra. A análise das produções dos estudantes revelou que a construção de representações auxilia na elaboração de significados e permite acompanhar e avaliar o processo instrucional, pautando-se nos conhecimentos prévios e mediá-los para superar equívocos.

Palavras-chave: Ensino de ciências da natureza, Múltiplas representações, Semiótica, Temática “Terra e Universo”.

THE CONSTRUCTION OF REPRESENTATIONS IN ELEMENTARY SCHOOL: A PROPOSAL TO FOSTER AND EVALUATE TEACHING AND LEARNING IN THE TEACHING OF NATURAL SCIENCES

ABSTRACT: The present study aims to investigate the construction of student representations as a promoter of learning and an assessment tool during science classes, based on a strategy proposal inspired by multiple representations. The didactic approach was based on the construction, review and refinement of 6th year students' representations about the internal structure of planet Earth. The analysis of students' productions revealed that the construction of representations helps in the elaboration of meanings and allows monitoring and evaluating the instructional process, based on previous knowledge and measuring them to overcome mistakes.

Keywords: Teaching of Science teaching, Multiple representations, Semiotics, “Earth and Universe” theme.

¹ Doutoranda em Ensino de Ciências e Educação Matemática pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas pela UNESP/Assis – SP. Professora do ensino fundamental da rede municipal de Ourinhos – SP. E-mail: adrielly.ansanelo@uel.br

² Doutor em Educação pela USP/SP. Licenciatura e Bacharelado em Física pela USP/SP. Professor do Departamento de Física da Universidade Estadual de Londrina (UEL). E-mail: laburu@uel.br

³ Doutor em Educação para a Ciência pela UNESP/Bauru – SP. Licenciatura em Física pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Físico do Departamento de Física da Universidade Estadual de Londrina (UEL). E-mail: osmarh@uel.br

LA CONSTRUCCIÓN DE REPRESENTACIONES EN LA EDUCACIÓN BÁSICA: UNA PROPUESTA PARA INCENTIVAR Y EVALUAR LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE EM LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURELES

RESUMEN: El presente estudio tiene como objetivo investigar la construcción de representaciones estudiantiles como promotor del aprendizaje y herramienta de evaluación durante las clases de ciencias naturales, a partir de una propuesta de estrategia inspirada en representaciones múltiples. El enfoque didáctico consistió en construir, revisar y perfeccionar las representaciones de estudiantes de 6º año sobre la estructura interna del planeta Tierra. El análisis de las producciones de los estudiantes reveló que la construcción de representaciones ayuda en la elaboración de significados y permite monitorear y evaluar el proceso instruccional, a partir de conocimientos previos y midiéndolos para superar errores.

Palabras clave: Enseñanza de las ciencias naturales, Representaciones múltiples, Semiótica, Tema “Tierra y Universo”.

INTRODUÇÃO

A semiótica é considerada um estudo composto, direcionado aos signos e suas aplicações em variados campos da natureza, da cultura, entre outros. Ela fornece modelos gerais dos signos e dos processos de comunicação e significação. Estuda-os na vida social e cultural dos homens, bem como os das espécies não humanas e da natureza inanimada (NÖTH; SANTAELLA, 2017). Estudos com o objetivo de investigar a aplicação dos referenciais semióticos à educação científica e fornecer subsídios para o ensino e a aprendizagem de conceitos científicos são fundamentais, uma vez que a linguagem científica é constituída de multivariadas representações simbólicas próprias (LABURÚ; SILVA; CAMARGO FILHO, 2021).

O conhecimento científico apresenta sua estrutura comunicativa respaldada em uma linguagem de grande diversidade simbólica que requer variadas e integradas representações (LABURÚ; BARROS; SILVA, 2011). Para a compreensão dos conceitos científicos e significados das representações é crucial que os estudantes desenvolvam um entendimento das diversas formas e modos de representá-los, ao invés de ficarem restritos a um modo ou forma particular, ligado a um tópico específico. Especialmente porque a linguagem científica é constituída por uma integração sinérgica de palavras, diagramas, retratos, gráficos, mapas, equações, textos, discursos, além de outros modos e formas representacionais. E como é de conhecimento acerca da aprendizagem da linguagem formal da ciência, esta não é simples nem fácil para muitos estudantes (LEMKE, 1990;1998).

Pesquisas indicam que as múltiplas representações subsidiam a compreensão do

conhecimento científico. Isso acontece porque o entendimento é fortalecido quando os estudantes utilizam diferentes formas representacionais para construir e interpretar ideias científicas. Em outras palavras, para um entendimento razoável de conceitos científicos faz-se necessário compreender diversos modos e não depender apenas de algum específico ao abordar tópicos particulares (AINSWORTH, 1999; PRAIN; WALDRIP, 2006; LABURÚ; BARROS; SILVA, 2011; PRAIN; XU; SPELDEWINDE, 2023). Várias pesquisas, portanto, elucidam a utilidade das múltiplas representações para a aprendizagem de ciências, conforme será mais bem discutido na fundamentação teórica. No entanto, nesse contexto ainda se mostram imprescindíveis os estudos focados em como e sob quais condições tais representações podem ser introduzidas e usadas nas aulas de ciências da natureza (WU; PUNTAMBEKAR, 2012; YEO; NIELSEN, 2020; PRAIN; XU; SPELDEWINDE, 2023).

Diante do exposto, visando contribuir com a linha de pesquisa que perscruta a aplicação dos referenciais semióticos à educação científica, o presente trabalho objetiva investigar a inserção e a utilização de um conjunto particular de múltiplas representações para acompanhar a elaboração de significados durante o processo de ensino e aprendizagem, servindo como instrumento de avaliação processual. Para isso, uma turma do 6º ano do Ensino Fundamental constituiu a amostra deste estudo.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A abordagem didática baseada na multimodalidade se fundamenta na ideia de que toda representação é parcial em relação ao que representa. Isso quer dizer que cada representação significa o mesmo conceito de maneira distinta (LABURÚ; ZÔMPERO; BARROS, 2013). Dessa forma, a aprendizagem do conhecimento científico restrita a um único formato representativo torna-se limitada e frágil (AINSWORTH, 1999; LABURÚ; ZÔMPERO; BARROS, 2013). Para desenvolver um entendimento razoável das ideias científicas, os alunos necessitam compreender diversos modos, em vez de depender de formas representacionais particulares de tópicos específicos (PRAIN; WALDRIP, 2006).

Para Prain e Waldrip (2006), o termo múltiplas representações refere-se à prática de re-representar um mesmo conceito de diferentes formas, como as verbais, gráficas, gestuais, imagéticas e experimentais, entre outras, enquanto os multimodos estão relacionados à integração desses diferentes modos de representação no discurso científico. Embora possam ser encontradas na literatura diversas propostas de classificações para esses modos

representacionais, esses autores defendem um consenso no sentido que as formas representacionais seguem classificadas nas categorias descritiva (verbal, gráfica, tabular), experimental, matemática, figurativa (imagética, analógica e metafórica), cinestésica e gestual. Especialmente na categoria experimental, que inclui maquetes e objetos em geral, considera-se o modo de representação 3D, assim denominado em virtude do envolvimento com artefatos tridimensionais (PRAIN; WALDRIP, 2006).

É possível afirmar que o ensino de ciências por meio de múltiplas representações dos conceitos científicos propicia: a compreensão dos códigos e significantes em uma representação particular convencional oficial, o estabelecimento de relações entre a representação e o conceito-alvo ou processo, a tradução de características-chave do conceito através de representações, e a identificação de aspectos que devem ser ressaltados ao projetar suas próprias representações (AINSWORTH, 1999). Logo, a inaptidão para integrar e converter diferentes modos representacionais, modificar concepções anteriores e superá-las na direção das científicas, bem como interpretar as representações com precisão, são alguns dos fatores que dificultam a aprendizagem. Por tais considerações, os alunos precisam conhecer e saber operar com as diversas representações e modos das ciências ensinadas, capacitando-os a compreender, trocar e integrar esses modos mediante o aprendizado sobre a natureza do conhecimento científico e suas representações (PRAIN; WALDRIP, 2006).

Estudos relacionados à multimodalidade dedicam-se a compreender como as representações em diferentes modos apoiam o processo de aprendizagem. Elas se concentram nos desafios dos estudantes para compreenderem as representações padronizadas e seu raciocínio implícito, assim como as possibilidades para superá-los. Paralelamente, despontam investigações relacionadas à abordagem da maneira como os estudantes constroem suas próprias representações. De acordo com esses trabalhos, as propostas de orientação para que os alunos construam, revisem e refinem suas próprias representações refletem resultados significativos de aprendizagem em ciências (TYTLER *et al.*, 2013, 2021; PRAIN *et al.*, 2023).

Cabe exemplificar alguns estudos que estabelecem as múltiplas representações como estratégia instrucional direcionada à situação real de sala de aula. No ensino de física, Laburú, Gouveia e Barros (2009), e Franzoni, Laburú e Silva (2011), empregam desenhos no estudo de circuitos elétricos como subsídio à detecção das dificuldades conceituais e mediar esquemas e ou montagens de circuitos elétricos. Ainda no ensino de física, Laburú, Silva e Sales (2010) se valem de questionamentos que partem do professor, direcionados a uma situação experimental que mescla distintos modos de representar uma medida, buscando

superação conceitual do Paradigma Pontual enquanto reflexão acerca dos procedimentos de medição. O trabalho de Silva (2023) também se vale da multimodalidade representacional, aglomerando formas diagramais, figurativas e 3D numa proposta de estratégia de ensino do ciclo Stirling mediante duas versões simples de máquinas térmicas. Já no ensino de química, Akaygun e Jones (2014) empregam diferentes modos representacionais, escritos e pictóricos, na abordagem de aspectos de um mesmo conceito, defendendo tal abordagem como essencial à melhor compreensão dos fenômenos químicos envolvidos. No ensino da matemática, Gafanhoto e Canavarro (2013) apontam que a adaptação de tarefas com foco na utilização flexível de representações múltiplas de funções viabiliza uma estratégia mais consciente, com identificação de vantagens e desvantagens dos diferentes modos representacionais. Ainda na matemática, Lopes e Gomes (2016) envolvem estrategicamente a distinta representação por meio de um jogo de dominó, cujos números não são representados apenas por pontos, como ocorre no dominó comum, mas com diversas formas de representar o mesmo número.

Ensinar ciências da natureza por meio de intervenções que incorporem múltiplas representações e multimodos possibilita estabelecer aproximações entre as estruturas cognitivas do estudante e os estilos subjetivos de aprendizagem. Isto implica na importância da alternância de representações para iniciar ou aperfeiçoar a elaboração de ideias, permitindo ao estudante ultrapassar obstáculos conceituais e até mesmo construir vínculos harmônicos entre as características individuais e cognitivas do aprendiz, engendrando condições para que o conhecimento se torne substantivo e não arbitrário (LABURÚ; BARROS; SILVA, 2011).

Tytler et al. (2021) propõem um modelo pedagógico para a construção de representações, partindo das representações informais dos estudantes rumo às representações científicas e, dessa forma, orientar e acompanhar o raciocínio dos alunos. Esse modelo, composto por quatro etapas, pressupõe que o professor promova: (1) a orientação dos alunos com o intuito de motivá-los acerca da temática a ser estudada e questioná-los para descobrir seus conhecimentos prévios; (2) a apresentação de desafios representacionais; (3) a avaliação das representações elaboradas para a construção de consenso sobre conceitos-chave e a superação de equívocos; e (4) a aplicação e ampliação da compreensão conceitual. Embora essas intervenções tornem complexo o papel do professor, ao iniciar ou complementar os recursos representacionais e formas de raciocínio dos alunos, é sensato que o docente deva estar preparado para orientá-los em direção aos movimentos de raciocínio, buscando garantir abstrações científicas em certa representação (PRAIN et al., 2023).

Nesse contexto, o presente trabalho objetiva investigar a inserção e a utilização das

múltiplas representações, delimitando-se no Ensino Fundamental, para acompanhar a elaboração de significados durante o processo de ensino e aprendizagem, bem como de instrumento de avaliação processual. Para isso, utilizam-se as representações construídas, revisadas e refinadas dos estudantes para findar uma ferramenta complementar de avaliação e monitoração da elaboração dos significados que eles então atribuem ao conteúdo ensinado.

METODOLOGIA

O estudo apresenta metodologia qualitativa no acompanhamento da ação de uma professora de ciências da natureza com uma turma de 23 estudantes do 6º ano de uma escola pública do interior de São Paulo, localizada em uma região periférica em situação de vulnerabilidade social. Os resultados de três estudantes seguem selecionados à análise em razão de melhor retratarem os objetivos da pesquisa e exemplificarem casos típicos. Aliás, viu-se determinante em tal seleção a presença dos mesmos em todas as atividades de ensino juntamente com a autorização dos responsáveis para participação, uso de imagem e materiais produzidos.

Para a apresentação dos resultados e preservar o anonimato, cada estudante foi identificado com a letra "E" seguida de um número que varia de 01 a 03. A temática "Terra e Universo" foi o assunto abordado, analisando resultados referentes à inserção de múltiplas representações e multimodos para o desenvolvimento da habilidade de identificar as diferentes camadas que estruturam o planeta Terra e suas principais características. Cabe ressaltar que a temática e habilidade acima mencionadas consta no currículo adotado pela instituição de ensino⁴ em que a análise dos dados se restringiu às produções escritas dos estudantes nesse contexto.

Ao longo do processo de ensino, os estudantes foram orientados a construir, rever e refinar suas próprias representações para o desenvolvimento da habilidade de identificar as diferentes camadas que estruturam o planeta Terra. Como é de conhecimento, a Terra é constituída por três camadas, crosta, manto e núcleo, que possuem distintas características (temperaturas e composições diferentes). Admitiu-se como critério de aprendizagem, o grau de habilidade em representar e identificar corretamente essas diferentes camadas que estruturam o planeta (crosta, manto e núcleo), bem como algumas de suas características, sendo: localização, espessura e subdivisões.

4 Disponível em: [Web_EF_AF_CP_CIEN_6AO9.pdf \(educacao.sp.gov.br\)](#)

O fragmento da abordagem didática explicitado para a análise durou duas aulas seguidas e foi composto por quatro etapas, descritas a seguir. Primeiramente, foi orientado que a estrutura interna do planeta Terra seria o tema de estudo. Em seguida, foi entregue uma folha sulfite individualmente aos estudantes solicitando-os a dividirem essa folha em quatro partes para que, em cada uma delas, fossem elaboradas as representações imagéticas e 3D sobre a temática proposta. Durante a etapa 1, a professora utilizou uma bolinha de isopor compacta, explicou aos estudantes que se tratava de uma representação do planeta Terra e, após cortá-la ao meio, solicitou que representassem por meio de desenho como eles acreditavam ser a estrutura interna do planeta. Utilizou-se de questionamentos do tipo: como vocês imaginam que seja o interior do planeta? Como será que é a Terra por dentro? O que será que tem dentro do planeta? O objetivo desta proposição inicial limitou-se a ativar os conhecimentos prévios dos estudantes e investigar suas representações iniciais sobre a temática.

Após a elaboração desta representação inicial, na etapa 2, foi oportunizado aos estudantes a leitura de um texto referente à estrutura interna do planeta Terra⁵, realizada de forma individual e silenciosa. Posteriormente, eles foram questionados sobre a compreensão do texto e alguns deles manifestaram-se com dúvidas. Diante desta constatação, a professora realizou a leitura com a turma, enfatizando, com pausas e mudanças de entonação, as referências explícitas do texto às camadas internas da Terra. Depois, solicitou aos estudantes revisitarem suas representações imagéticas da etapa 1, a representação intuitiva, e refletir se manteriam aquela particular representação ou se realizariam modificações após a leitura. Estabeleceu-se um tempo de cerca de 10 minutos para que os estudantes refletissem e elaborassem suas representações.

Na etapa 3, a professora projetou uma imagem na TV⁶, seguida de um vídeo⁷ sobre estrutura do planeta. Logo após, os alunos foram orientados novamente a revisitarem suas representações imagéticas construídas durante a etapa 2 para refletirem se manteriam tais representações ou se realizariam modificações diante da imagem e do vídeo que assistiram. Estabeleceu-se um tempo de 15 minutos para que os estudantes refletissem e elaborassem suas representações.

Na última etapa, os estudantes foram solicitados a elaborar um modelo das camadas da Terra, usando massinha de modelar, conforme as instruções do material didático "Currículo

5 Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/camadas-da-terra/>

6 Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/camadas-da-terra/>

7 Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=sd9GcZpXZ7k>

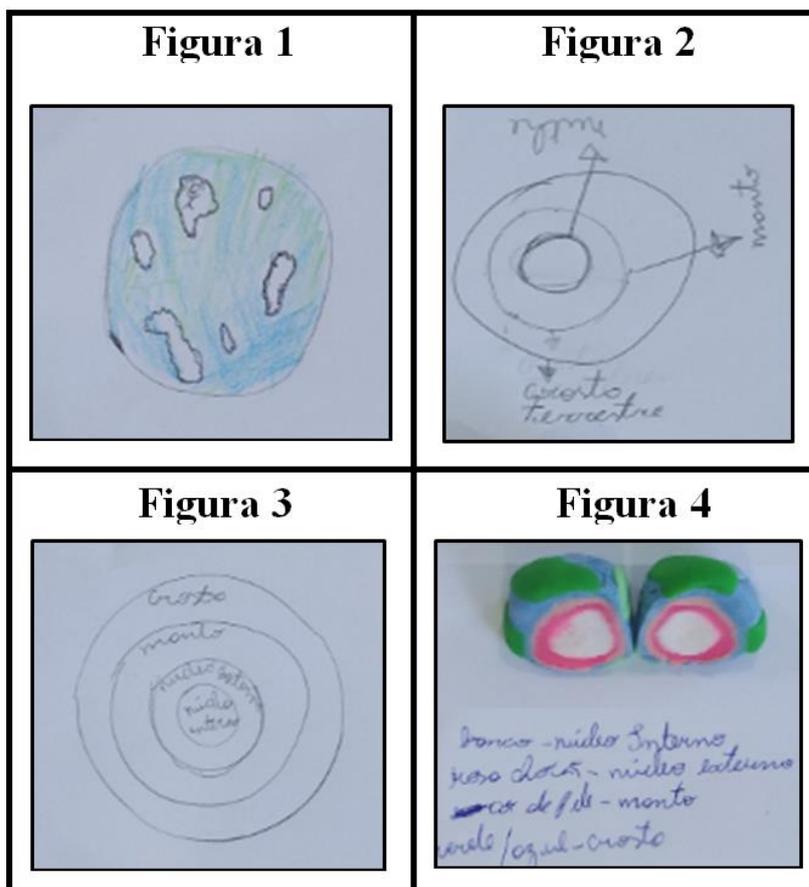
do Estado de São Paulo - São Paulo, 2014". Após a montagem das representações com a massinha, seguindo as orientações desse material didático, os alunos cortaram a massa ao meio para identificação das camadas internas do planeta Terra.

Os quadros apresentados em próxima seção descrevem o modo representacional imagético dos desenhos dos alunos (figuras 1, 2, e 3) construídos, revisados e refinados por E01, E02 e E03, respectivamente, junto com o modo representacional 3D exibido nas figuras 4 dos quadros. Lembrando que as figuras 1 de cada quadro referem-se à compreensão intuitiva inicial do (a) estudante, enquanto as figuras 2 foram elaboradas após análise do texto escrito (representação verbal) do conceito-alvo. As figuras 3 dos quadros foram construídas após estudo de imagens e vídeos (representações imagéticas). Por fim, as figuras 4 dos quadros retratam a troca representacional do modo 2D para o 3D de maquete, daquilo entendido do conceito-alvo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste momento serão apresentadas e discutidas as elaborações representacionais de três estudantes. A partir da representação intuitiva inicial na figura 1 de E01 do quadro 1, logo abaixo, indicando que o (a) estudante não concebe a estrutura interna do planeta, pois a imagem exibe apenas a superfície terrestre. Resultado este que é aguardado coerentemente a uma inicial etapa diagnóstica, ou seja, uma apresentação básica do planeta Terra que evidencia apenas a superfície terrestre sem caracterizar sua estrutura interna. Ao comparar essa representação inicial com a da figura 2 do quadro 1, realizada após a leitura do texto das camadas da Terra, nota-se que o (a) estudante foi capaz de representar as três camadas que estruturam internamente o planeta, e integra o modo verbal escrito ao imagético coordenadamente ao nomear corretamente as camadas (crosta terrestre, manto e núcleo).

Quadro 1 – Representações de E01 nos modos representacionais de desenho (figuras 1, 2 e 3) e 3D (figura 4).



Fonte: os autores

Dessa forma, é possível afirmar que a representação textual subsidiou o conhecimento do assunto almejado, tendo em vista que o (a) estudante foi capaz de representar a estrutura interna do planeta e mobilizar as informações presentes na representação textual para revisar e refinar sua nova representação.

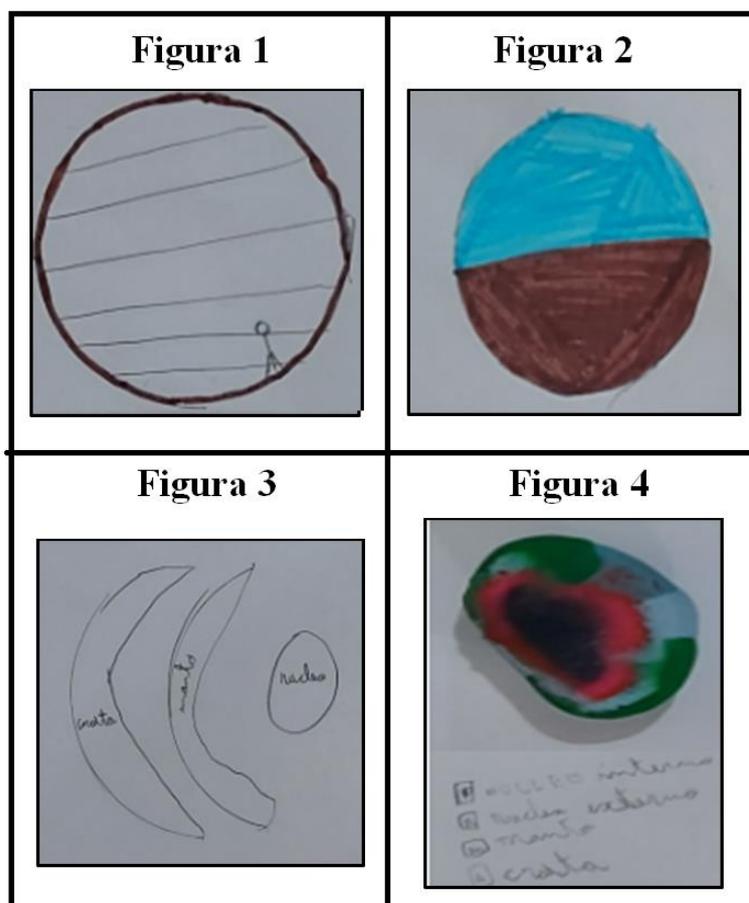
A terceira representação (figura 3 do quadro 1), elaborada após interações do estudante com imagens e vídeos, permite evidenciar a continuidade da complementação e refinamento das ideias, visto que o (a) estudante acrescenta em sua representação a divisão do núcleo em interno e externo. No entanto, mesmo com a localização e identificação das camadas internas, observa-se nesta figura 3 que o (a) estudante ainda não distingue as espessuras das camadas, pois as representa praticamente do mesmo tamanho. Esta também é uma constatação para nortear a ação docente rumo ao aprimoramento de significados pelo estudante mediante a construção de representações padronizadas. E como resultado desta

proposta de atuação docente já mencionada, a última representação (figura 4 do quadro 1), permite avaliar que o estudante concluiu uma representação tridimensional satisfatória do conceito-alvo ao nomear coerentemente as camadas internas do planeta.

Esta reunião linear das quatro representações criadas por E01, portanto, possibilitou rastrear seu progresso individual na construção e compreensão do conhecimento científico. A sequência de tarefas retratada pelas figuras sustenta que os conhecimentos errôneos iniciais foram gradativamente superados nas representações 2, 3 e 4, que assim refletem uma revisão temporal com aprimoramento da representação inicial.

No que concerne às representações de E02 (quadro 2), evidencia-se por meio da representação intuitiva inicial (figura 1) do quadro 2 que a concepção inicial do (a) estudante sobre a estrutura interna do planeta é organizada em linhas horizontais.

Quadro 2 – Representações de E02 nos modos representacionais de desenho (figuras 1,2 e 3) e 3D (figura 4).

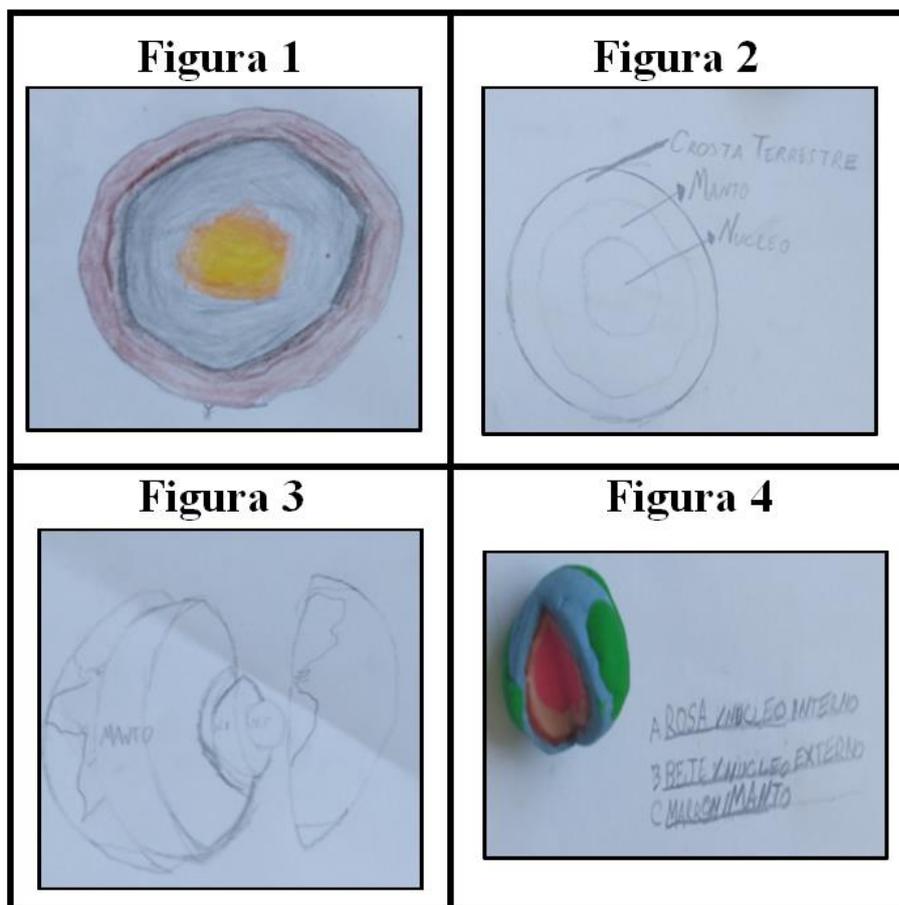


Fonte: os autores

Ao ser questionado sobre sua representação, o (a) estudante fez referência às camadas da atmosfera englobando-as na estrutura interna do planeta, constatação que permitiu uma intervenção e orientação docente. Nota-se que a inserção e utilização da representação textual então modificou a configuração imagética do estudante, pois a representação que continha sete camadas horizontais (figura 1) foi modificada para uma representação com duas camadas horizontais (figura 2), mas que não foi suficiente para aperfeiçoar significados. Somente na representação 3, construída após interações com novas imagens e vídeos, é que se observou outra compreensão do estudante, agora com identificação das camadas internas da Terra. Pelo modo tridimensional na figura 4, tem-se a corroboração desta análise com uma representação satisfatória das três camadas: manto, núcleo e crosta. Por este resultado, a presente estratégia balizada nas múltiplas representações (o modo representacional verbal escrito, verbal oral, imagético e 3D) constitui-se de uma alternativa que pode ser proveitosa à elaboração e ao acompanhamento dos significados de estudantes quanto a este tópico e grau escolar.

O resultado apresentado por E03 diverge dos anteriores, pois o (a) estudante já possuía uma concepção prévia adequada da estrutura interna do planeta na medida em que desenhou três camadas, como pode ser observado na figura 1 do quadro 3. Nela é possível avaliar que E03 dispõe corretamente o núcleo, o manto e a crosta terrestre em sua representação. No entanto, as figuras 2 e 3 revelam que este (a) estudante também foi subsidiado pela proposta multimodal investigada. Constata-se que, na figura 2, o (a) estudante fornece identificações nomeando as camadas, o que implica na influência do texto complementar em auxiliá-lo (a) a avançar em relação ao conhecimento retratado na figura 1. Além disso, as dimensões das camadas internas do planeta, expressas coerentemente na representação 3, aliadas à subdivisão do núcleo em interno e externo, revelam contribuições das múltiplas representações em revisar e refinar os conceitos científicos, mediante avaliação das figuras 3 e 4 com representações similares às padronizadas nos livros didáticos de ciências.

Quadro 3 – Representações de E03 nos modos representacionais de desenho (figuras 1, 2 e 3) e 3D (figura 4).



Fonte: os autores

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo investigar a construção de representações elaboradas pelos (as) estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental, valendo-se de uma proposta da multimodalidade representacional como ferramenta complementar para avaliar e orientar essas elaborações de significados no contexto instrucional da temática “Terra e Universo”. Pela experiência pedagógica adquirida ao final da aplicação desta proposta, juntamente com os resultados obtidos, pondera-se que planejar e oportunizar situações didáticas para que os estudantes construam, revisem e refinem representações dos conceitos científicos, fundamentadas nos referenciais das múltiplas representações, são condições imprescindíveis do acompanhamento do professor durante o processo instrucional.

Espera-se, enfim, contribuir com uma alternativa proveitosa ao professor desse nível

escolar interessado numa estratégia construtivista que parte dos conhecimentos prévios dos alunos, bem como, por um viés pragmático, à linha de trabalhos que empregam a multimodalidade representacional em situação real de sala de aula.

REFERÊNCIAS

AKAYGUN, S.; JONES, L. Words or Pictures: A comparison off written and pictorial explanations of physical and chemical equilibria. **International Journal of Science**, v. 36, n. 5, p. 783-807. 2014. DOI:10.1080/09500693.2013.828361

AINSWORTH, S. The functions of multiple representations. **Computers in Education**. V. 33, p. 131–152, 1999. [https://doi.org/10.1016/S0360-1315\(99\)00029-9](https://doi.org/10.1016/S0360-1315(99)00029-9)

FRANZONI, G.; LABURÚ, C.; SILVA, O. H. M. O desenho como mediador representacional entre o experimento e esquema de circuitos elétricos. **Revista electrónica de investigación en educación en ciências**, v. 16, n. 1, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-66662011000100004>. Acesso em: 5 de agosto de 2024.

GAFANHOTO, A. P.; CANAVARRO, A. P. A adaptação das tarefas matemáticas: Como promover o uso de múltiplas representações. Práticas de Ensino da Matemática, **EIEM – Encontro de Investigação em Educação Matemática**. P. 121-125. 2012. Disponível em: <<https://encurtador.com.br/9iFqZ>>. Acesso em 5 de agosto de 2024.

LABURÚ, C. E.; BARROS, M. A.; SILVA, O. H. M. Multimodos e Múltiplas Representações, Aprendizagem Significativa e Subjetividade: três referenciais conciliáveis da Educação Científica. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 17, n. 2, p. 469-487, 2011. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/f3phYPsChKPcqLVG473nQzy/>>. Acesso em: 5 de agosto de 2024.

LABURÚ, C.; GOUVEIA, A.; BARROS, M. Estudo de circuitos elétricos por meio de desenhos dos alunos: uma estratégia pedagógica para explicitar as dificuldades conceituais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 26, n. 11, p. 24-47. 2009. DOI:10.1590/S1516-73132011000200014

LABURÚ, C. E.; SILVA, O. H. M.; CAMARGO FILHO, P. S. **Semiótica aplicada à educação científica: signos de tipo indicações circunstanciais emitidos pelo professor em atividade discursiva**. São Paulo, SP: Livraria da Física, 2021.

LABURÚ, C. E.; ZOMPERO, A. F.; BARROS, M. A. Vygotsky e múltiplas representações: leituras convergentes para o ensino de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 1, p. 7-24, 2013. DOI:10.5007/2175-7941.2013v30n1p7

LABURÚ, C.; SILVA, O.H. M.; SALES, D. Superações conceituais de estudantes do ensino médio em medição a partir de questionamentos de uma situação experimental problemática. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 1. 2010. <https://doi.org/10.1590/S1806-11172010000100012>

LEMKE, J. Multiplying meaning: visual and verbal semiotics in scientific text. In: MARTIN, Joey; VEEL, Robert. (Ed.). **Reading Science: critical and functional perspectives on the discourses of science**. London: Routledge, ps. 87-113, 1998.

LEMKE, J. L. **Talking science: Language, learning, and values**. Norwood, New Jersey: Ablex Publishing Corporation, 1990.

LOPES, M.; GOMES, A. O jogo do dominó e as múltiplas representações do número. **Jornal das Primeiras Matemáticas**, n. 7, ps. 5-15. 2016. Disponível em: <<https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/52626>>. Acesso em: 5 de agosto de 2024.

NÖTH, W.; SANTAELLA, L. **Introdução à semiótica: passo a passo para compreender os signos e a significação**. São Paulo, SP: Paulus. 2017.

PRAIN, V.; XU, L.; SPELDEWINDE, C. Guiding Science and Mathematics Learning when Students Construct Representations. **Research in Science Education**, 53, p. 445–461, 2023. DOI:10.1007/s11165-022-10063-9

PRAIN, V.; WALDRIP, B. 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. <https://doi.org/10.1080/09500690600718294>

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO – SECRETARIA DA EDUCAÇÃO. **Currículo em Ação – Caderno do Professor. Ciências, Ensino Fundamental, Anos Finais**. 2º Semestre, volume 2, São Paulo. Disponível em: [Web EF AF CP CIEN 6AO9.pdf \(educacao.sp.gov.br\)](http://educacao.sp.gov.br). Acesso em: 23 de setembro de 2024.

SILVA, O.H.M. Proposta de ensino do ciclo Stirling reunindo duas máquinas térmicas na perspectiva da multimodalidade representacional com avaliação formativa. **Revista Ciências & Ideias**, v. 14, p. 1-21, 2023. DOI: <https://doi.org/10.22407/2176-1477/2023.v14.2237>

TYTLER, R.; MULLIGAN, J.; PRAIN, V.; WHITE, P.; XU, L.; KIRK, M.; NIELSEN, C.; SPELDEWINDE, C. An interdisciplinary approach to primary school mathematics and science learning. **International Journal of Science Education**, V. 43, n. 12, p. 1926–1949, 2021. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1946727>

TYTLER, R.; PRAIN, V.; HUBBER, P.; WALDRIP, B. **Constructing representations to learn in science**. Rotterdam/Boston/Taipei: Sense Publishers, 2013.

WU, H. K.; PUNTAMBEKAR, S. Pedagogical affordances of multiple external representations in scientific processes. **Journal of Science Education and Technology**, V. 21, n. 6, p. 754–767, 2012. <https://doi.org/10.1007/s10956-011-9363-7>

YEO, J.; NIELSEN, W. Multimodal science teaching and learning. **Learning: Research and Practice**, v. 6, n. 1, p. 1-4, 2020. <https://doi.org/10.1080/23735082.2020.1752043>