

O CONCEITO DE VÁCUO EM UM LIVRO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA INFANTIL: o caso Isaac no mundo das partículas

THE VACUUM CONCEPT IN A CHILD'S SCIENCE COMMUNICATION BOOK: The case of “Isaac in the world of particles”

João Felipe Viana de Araújo
Universidade Federal de Ouro Preto
joaofellipeva@gmail.com

Guilherme da Silva Lima
Universidade Federal de Ouro Preto
glima@ufop.edu.br

RESUMO

Este trabalho tem o objetivo de analisar como são apresentadas e desenvolvidas ideias científicas no livro de Divulgação Científica *Isaac no Mundo das Partículas*. Utilizamos a abordagem microgenética para analisar os trechos do livro que abordaram a ideia sobre o vácuo. A investigação se apoiou nas contribuições de Vygotsky acerca dos conceitos *Potenciais*, *Espontâneos* e *Científicos*. Utilizando figuras históricas/científicas como suporte, o *Conceito Científico* de vácuo foi apresentado.

Palavras-chave: Divulgação Científica, Teoria Histórico-Cultural, Conceito Científico, Literatura Infantil.

Abstract

This paper aims to analyze how scientific ideas are presented and developed in the book of Science communication *Isaac in the World of Particles*. We use the microgenetic approach to analyze the excerpts from the book that addressed the idea about the vacuum. The investigation was supported by Vygotsky's contributions about the Potential, Spontaneous and Scientific concepts. Using historical/scientific figures as support, the vacuum scientific concept was presented.

Key words: Science communication, Children's literature, Historical-cultural theory, Scientific Concept.

Introdução

A vida pessoal, social e profissional dos sujeitos está em constante mudança devido aos avanços científicos e tecnológicos que ocorrem constantemente. Auler e Delizoicov (2001) defendem

que para que o sujeito entenda essas mudanças e compreenda o mundo de maneira satisfatória é necessário que haja uma democratização do acesso aos conhecimentos científicos.

Entendemos que divulgação científica (DC) é uma prática que contribui para a democratização do conhecimento, pois é uma atividade consolidada historicamente que busca estabelecer um processo comunicativo entre representantes da cultura científica e a população. Desde o século 18 podem ser encontradas práticas de DC que contemplaram: demonstrações de experimentos, máquinas e fenômenos, livros, eventos, periódicos que eram destinados para um público considerado não-especializado ou leigo (SILVA, 2006; MASSARANI; MOREIRA, 2004).

Entendemos que a divulgação científica não deve ser compreendida como tradução ou simplificação do discurso científico, ela é produzida em meio a esferas de criação ideológicas e tem como propósito a comunicação de aspectos da cultura científica (LIMA; GIORDAN, 2021).

Dentre as diversas práticas de DC este trabalho centra-se no livro. No geral, esses textos são caracterizados como produções expositivas, informativas e argumentativas, que visam através da linguagem jornalística abordar os conhecimentos atrelados aos campos da Ciência e Tecnologia (ROSA; TERRAZZAN, 2002), porém, podemos encontrar também textos literários que realizam esse tipo de atividade. Galvão (2006, p. 36) diz que ciência e literatura, “apesar de terem linguagens específicas e métodos próprios, ganham quando postas em interação e ganha a humanidade quando se apercebe das diferentes leituras que as duas abordagens lhe permitem fazer”.

Dentre as possibilidades de interação entre literatura, ciência e DC este trabalho foca em uma produção destinada ao público infantil: “Isaac no mundo das partículas”. De modo que o objetivo da pesquisa foi investigar como as ideias científicas foram mobilizadas na história, buscando classificá-las de acordo com a categorização de Vygotsky acerca da formação dos conceitos.

Reconhecemos a limitação do escopo desse trabalho uma vez que nos concentramos em somente um conceito presente no livro, apesar de central. Optamos por essa orientação metodológica para aprofundar a análise ao invés de contemplar todos os conceitos que são encontrados na obra.

Referencial teórico

Para Vygotsky (2018), toda palavra é uma maneira única de representar a realidade na consciência, ou seja, uma generalização. O autor ressalta que a palavra é suscetível a mudanças, que ocorrem constantemente, à medida que o sujeito se depara com novas situações para seu uso. As modificações que ocorrem nos processos intelectuais de abstração e de generalização geram uma mudança nos significados internalizados.

Ao estudar o desenvolvimento dos conceitos científicos, Vygotsky (2018) classifica diversas formas de abstração produzidas pelas crianças, a saber: pensamento por complexos¹, conceitos potenciais, conceitos espontâneos e conceitos científicos.

Góes e Cruz esclarecem que

os conceitos potenciais encontram-se na origem da abstração, uma vez que, neste caso a criança passa a reunir os objetos com base em um único atributo, mais estável e que não se perde facilmente entre outros (2006, p. 34).

¹ Excluímos essa categoria deste trabalho, pois ela não encontrada nas abstrações expressas no livro.

Para Vygotsky (2018, p. 225) o atributo utilizado para agrupar os objetos no *Conceito Potencial* é um atributo privilegiado, pois é abstraído do grupo concreto de atributos aos quais ele é efetivamente vinculado a fim de servir de base à “construção da generalização de vários objetos nomeados ou representados por uma mesma palavra”.

Vygotsky (2018, p. 246) entende que os conceitos são “um ato real e complexo de pensamento que não pode ser aprendido por meio de simples memorização, só podendo ser realizado quando o próprio desenvolvimento mental da criança já houver atingido o seu nível mais elevado.”

Almeida, Lima e Pereira (2019, p. 4) ressaltam que “os *Conceitos Espontâneos* são aprendidos desorganizadamente(...). Trata-se de uma reflexão assistemática do sujeito sobre suas experiências”. Logo, o *Conceito Espontâneo* ainda não pode ser considerado como um conceito conscientizado, pois “a atenção nele contida está sempre orientada para o objeto nele representado e não para o próprio ato de pensamento que o abrange” (Vygotsky, 2018, p. 290). Para que essa conscientização ocorra é necessária a existência de um sistema conceitual fundamentado em relações recíprocas de generalidade a fim de torná-los arbitrários, tal como nos conceitos científicos.

A formação do *Conceito Científico* tem início nas atividades estruturadas dos processos de Ensino. A sua formação ocorre a partir de procedimentos analíticos, não pela relação com a esfera intuitiva. Vygotsky resalta que “a apreensão de um sistema de conhecimentos científicos pressupõe um tecido conceitual já amplamente elaborado e desenvolvido por meio da atividade espontânea do pensamento infantil” (2018, p. 269).

Almeida, Lima e Pereira (2019, p. 4) esclarecem que “os conceitos científicos (...) são estruturados hierarquicamente por meio de relações lógico-abstratas”. Em acréscimo, Vygotsky (2018) diz que os *Conceitos Científicos* já estabelecidos e perpetuados pela sociedade, estruturam os sistemas utilizados para mediatizar a ação humana sobre as coisas e os fenômenos.

Vygotsky resalta que os *Conceitos Espontâneos* e *Científicos* se desenvolvem em direções opostas: “o desenvolvimento do *Conceito Espontâneo* da criança deve atingir um determinado nível para que a criança possa aprender o *Conceito Científico* e tomar consciência dele.” Assim,

o *Conceito Espontâneo*, que passou de baixo para cima por uma longa história em seu desenvolvimento, abriu caminho para que o *Conceito Científico* continuasse a crescer de cima para baixo, uma vez que criou uma série de estruturas indispensáveis ao surgimento de propriedades inferiores e elementares do conceito. De igual maneira, o *Conceito Científico*, que percorreu certo trecho de seu caminho de cima para baixo, abriu caminho para o desenvolvimento dos *Conceitos Espontâneos*, preparando de antemão uma série de formações estruturais indispensáveis à apreensão das propriedades superiores do conceito (Vygotsky, 2018, p. 349).

Metodologia

Adotamos uma metodologia qualitativa na modalidade estudo de caso para essa investigação. Entendemos que o livro selecionado pode ser considerado um caso à medida que reconhecemos que ele foi escrito por uma professora com diversos livros de divulgação científica destinado ao público infanto juvenil, associado à qualidade e relevância da obra.

Os dados foram coletados diretamente do objeto de estudo, o livro *Isaac no Mundo das Partículas*, escrito por Erika Takimoto. O livro trata da história de Isaac, uma criança muito curiosa que deseja entender qual a menor partícula conhecida, e seu amigo Argo, um grão de

areia com características antropomórficas. Partindo de discussões e aventuras imaginárias com grandes filósofos, como Aristóteles, Demócrito e Leucipo, e de visitas guiadas ao CERN pelo próprio Bóson de Higgs (personagem), tenta alcançar seu objetivo.

Durante a primeira leitura do livro foram selecionadas e marcadas palavras e ideias-chave (quando não há utilização da terminologia do conceito, mas a significação é expressa na narrativa), que correspondiam a conceitos científicos do campo da Física. Foram encontrados 27 termos, dentre eles: vácuo, matéria, energia, partícula e átomo.

A partir disso, selecionamos e analisamos os fragmentos que estabeleciam o início (parcial) e finalização (parcial) do tema (palavra ou ideia-chave). A seguir apresentamos exclusivamente o desenvolvimento da narrativa acerca da ideia vácuo. Analisamos esses trechos por meio da abordagem de Análise Microgenética. Segundo Góes, (2000), a abordagem microgenética está

orientada para minúcias, detalhes e ocorrências residuais, como indícios, pistas, signos de aspectos relevantes de um processo em curso; que elege episódios típicos ou atípicos (não apenas situações prototípicas) que permitem interpretar o fenômeno de interesse; que é centrada na intersubjetividade e no funcionamento enunciativo-discursivo; e que se guia por uma visão indicial e interpretativo-conjectural (GÓES, 2000, p.21).

Durante a análise classificamos as ideias de acordo com a tipologia dos conceitos proposta por Vygotsky (2018), a saber: conceitos espontâneos, conceitos potenciais e conceitos científicos.

Resultados e Discussões

A ideia-chave de vácuo é introduzida logo no início do livro com uma apresentação histórica, atrelada a um diálogo entre Demócrito e Leucipo. Quando Demócrito e Leucipo conversam sobre o átomo, existe um esforço por parte da autora em criar um sistema, ou teia, conceitual que dá suporte e caráter científico à ideia. Tal como pode ser observado a seguir.

Tabela 1: Diálogo do primeiro trecho analisado

Trecho	Personagem	Falas
1	Demócrito	A natureza, Leucipo, é composta por um número ilimitado de partículas indivisíveis: os átomos. O Universo é composto por uma infinidade de átomos que se chocam e recuam em um movimento eterno, através do espaço.
2	Leucipo	Sim, Demócrito, certamente que sim. E a grande variedade de materiais na natureza devem provir, assim, dos movimentos desses átomos, que, ao colidirem, formam conjuntos maiores, gerando diferentes corpos com características próprias.
3	Demócrito	Justo, Leucipo. E dessa forma, cor, cheiro, gosto e tudo o mais certamente é resultado das posições e dos movimentos dos átomos, que não podem ser vistos ou tocados.

Fonte: TAKIMOTO, 2017, p. 19

No trecho acima a discussão foca nas características da matéria e na sua composição. É possível notar que a ideia de átomo é apresentada em meio à uma rede de outras ideias científicas, a saber: partículas, movimento, espaço; assim consideramos que há um indício de formação de

Conceito Científico. No trecho, Demócrito e Leucipo, não explicitam o vácuo, contudo é possível forjar a concepção dessa ideia a partir da conversa dos protagonistas com Aristóteles, que acontece logo em seguida.

No diálogo eles conversam sobre o que são ou poderiam ser os átomos, seu formato e como eles se comportam no espaço. A ideia-chave de vácuo começa a ser trabalhada explicitamente na narrativa a partir desse momento. O trecho pode ser visto a seguir.

Tabela 2: Diálogo do segundo trecho analisado

Trecho	Personagem	Fala
4	Aristóteles	E entre eles [átomos] haveria o que? Digo isso por que mesmo quando o Argo está junto de seus irmãos e de suas irmãs há um espaço bem pequenininho entre eles, não? O que tem nesse espaço?
5	Argo	Ué, tem ar, né? – arriscou Argo – Se não a gente morre sem respirar.
6	Aristóteles	Justamente, Argo. Mas, e entre os átomos? Se até o ar, como eles [Demócrito e Leucipo] dizem, é feito de átomos, e entre os átomos? Não haveria nada – perguntou o homem barbudo.
7	Isaac	É. Acho que nada. – disse Isaac enquanto refletia.
8	Aristóteles	Nada, nada mesmo? – insistiu Aristóteles.
9	Argo	Não pode! – gritou Argo. – E como os átomos respiram? Eles também precisam de ar, não é, seu Aristóteles?
10	Aristóteles	Sem dúvida, Argo. No mais, o que é o nada? De que ele seria feito? Se não conseguimos pensar no nada, como afirmar sua existência?
11	Narrador	Isaac estava atordoado. Caramba, essa foi difícil. Nunca havia parado para pensar no nada. Desde quando o nada é feito de alguma coisa? Mas, se o nada não é feito de nada, como ele existe? Assim? Do nada?

Fonte: TAKIMOTO, 2017, p. 25

Apoiado na experiência sensorial, Aristóteles questiona a existência do vácuo. Partindo da lógica de que todas as coisas são formadas por outras coisas, de que seria feito o vácuo?

Aristóteles conduz o diálogo para apresentar uma refutação da ideia científica de Vácuo a partir de um *Conceito Espontâneo*. A relação apresentada está baseada na experiência e percepção de Argo (trecho 5). Vale ressaltar que a argumentação se afasta de um modelo racional à medida que o exemplo apresentado está fundamentado no animismo, isto é, no fato do átomo ter que respirar.

É importante frisar que o *Conceito Científico* que é falado aqui não é o mesmo conceito científico apresentado de maneira formal em livros didáticos. Essa categoria remete a maneira como o conhecimento é apresentado e as relações conceituais às quais ele é inserido. Dessa maneira, o conceito (átomo) atrelado a palavra Vácuo, no trecho 1, está equivocado do ponto de vista científico, pois não há correspondência com a realidade, mas ele foi classificado como um *Conceito Científico* por estar inserido em um “tecido conceitual” (átomo, partícula, espaço, matéria, movimento) e fundamentado em relações recíprocas de generalidade.

Segundo Vigotski, os *Conceitos Espontâneos* são utilizados como base para a formação dos *Conceitos Científicos*, porém, no livro, a refutação do *Conceito Científico* apresentado segue em sentido contrário ao do desenvolvimento intelectual, fato que implica na inversão da ordem

do desenvolvimento racional. A negação da proposta conceitual do Átomo está baseada nas relações entre elementos de uma estrutura, que nesse caso pode ser sintetizada pela dicotomia Matéria-Não Matéria (vácuo).

Neste próximo diálogo, que ocorre entre Isaac (criança), Argo e Bóson (personagens com características antropomórficas), a ideia-chave que pode ser relacionada ao fenômeno de produção de pares é expressa no trecho 12 e o conceito de vácuo é retomado na narrativa.

Tabela 3: Diálogo do terceiro trecho analisado

Trecho	Personagem	Fala
12	Bóson	(...) Mas o pior vem agora: Um objeto jamais pode nascer do nada, mas as partículas podem nascer do vácuo.
13	Isaac	Então Demócrito e Leucipo estavam certos e Aristóteles errado? O <i>vácuo</i> existe no mundo? – quis saber Isaac, lembrando-se de outras viagens que ele e outros seres humanos já haviam feito.
14	Bóson	Há de se tomar muito cuidado. O vácuo que é falado aqui não é o mesmo de Demócrito. O vácuo de Demócrito era sinônimo de absolutamente nada. Hoje, a despeito de não existir matéria nenhuma no <i>vácuo</i> , <i>os cientistas não conseguem eliminar de dentro dele, com a teoria que se trabalha aqui no CERN, uma quantidade mínima de energia, além de algo que chama de campo eletromagnético e campo gravitacional.</i>

Fonte: TAKIMOTO, 2017, p. 52

Isaac utiliza a palavra-chave Vácuo no trecho 13 remetendo ao conceito de Vácuo defendido por Demócrito e Leucipo. Argo e Isaac não apresentaram resistência ao utilizar esse conceito, mesmo ele sendo negado por Aristóteles, no trecho 6. Por outro lado, Bóson explica que existem algumas diferenças entre o que cada termo significa.

Durante o processo de formação do *Conceito Científico* de Vácuo, Bóson explana sobre os campos eletromagnéticos e gravitacionais. O trecho se encontra a seguir:

Tabela 4: Diálogo do quarto trecho analisado

Trecho	Personagem	Fala
15	Bóson	Alguém ou algo está por perto. E, mesmo que você não veja, está sentido o “campo” desse algo.
16	Isaac	Entendi - disse Isaac. - E não conseguimos eliminar esse tipo de coisa do vácuo?
17	Bóson	Os físicos daqui acreditam que não. <i>Por isso o vácuo não pode ser considerado como totalmente vazio.</i> Além disso, nesses espaços há também a presença de partículas e anti-partículas que estão sendo formadas e destruídas o tempo todo.
18	Isaac e Argo	Anti-partículas?! - perguntaram Isaac e Argo ao mesmo tempo.

Fonte: TAKIMOTO, 2017, p. 53

No trecho 16, Isaac indica domínio do que foi exposto por Bóson e o significado de Vácuo foi transformado para incorporar as suas contribuições, fato que aparece por meio de uma pergunta retórica. A partir das interações com Leucipo, Demócrito, Aristóteles e Bóson [Personagem], a narrativa rumou para que o *Conceito Científico* de Vácuo fosse expresso no trecho 17 da tabela 4.

Assim como dito anteriormente, algumas palavras, ideias-chave e conceitos aparecem mais de uma vez na estória para servirem de base para a formação de outros conceitos relacionados. Isso ocorre com as próximas duas aparições de palavras ou ideias-chave que remetem ao conceito de vácuo. Elas existem para dar suporte para os conceitos de Partículas e Partículas elementares.

O diagrama a seguir foi gerado para elucidar o processo visualizado na apresentação do conceito de Vácuo.

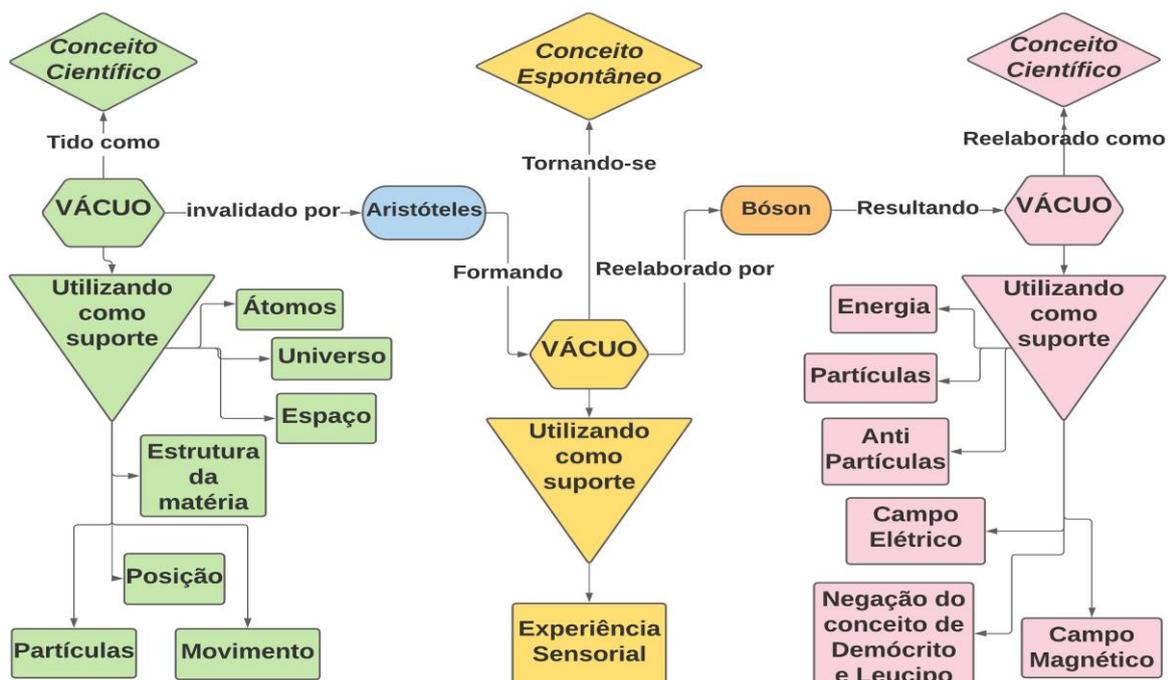


Figura 1: Diagrama de evolução do conceito de vácuo

Fonte: Os autores

Considerações Finais

A autora usa de diversos artifícios, como a História da Ciência, personagens com características antropomórficas, contradições na etimologia e nos significados das palavras, entre outros, para captar o leitor e auxiliar no processo de inserção de palavras e ideias-chave que vão sendo modificadas ao longo da narrativa.

Os resultados indicam como conceitos podem ser formados em um livro de DC, sejam por meio de relações abstratas de generalidade que permitem a formação de um tecido conceitual (ainda que com diversos níveis de profundidade), seja por meio da incorporação da experiência sensível. A teia conceitual presente no livro coaduna com as contribuições propostas por Giering (2008) que destaca a existência de sequências explicativas. As análises fortalecem ainda a proposição de que não basta ter amplo conhecimento sobre determinado tema para

divulgá-lo, é necessário “Propor uma esquematização ao destinatário exige compor uma representação seletiva e estratégica de uma realidade” (GIERING, 2012, p. 706).

Entendemos que o aprofundamento da investigação acerca da formação de conceitos na DC pode contribuir para compreender cada vez melhor a DC e produzir práticas para a democratização do conhecimento científico.

Referências

- ALMEIDA, Sheila Alves.; LIMA, Guilherme da Silva.; PEREIRA, Bárbara Luiza Alves. Des/fiando diálogos sobre o conceito de cadeia alimentar em uma aula de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, 21, e12436, 2019.
- AULER, Décio.; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização científico-tecnológica para quê?. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, 3 (1),1-13, 2018.
- GALVÃO, Cecília. Ciência na literatura e literatura na Ciência. **Interacções**, 3, 32-55, 2006.
- GIERING, Maria Eduarda. A divulgação científica midiática para crianças e os fins discursivos. *Revista do GEL*, 5 (1), 181-195, 2008.
- _____. Referenciação e hiperestrutura em textos de divulgação científica para crianças. *Linguagem em (Dis)curso*, 12(3), 683-710, 2012.
- GÓES, Maria Cecília Rafael de. A abordagem microgenética na matriz histórico-cultural: uma perspectiva para o estudo da constituição da subjetividade. **Cadernos Cedes**, 20(50), 9-25, 2000.
- GÓES, Maria Cecília Rafael de; CRUZ, M. N. Sentido, significado e conceito: notas sobre as contribuições de Lev Vygotsky. **Pro-Posições**, 17(2), 31-45, 2016.
- LIMA, Guilherme da Silva; GIORDAN, Marcelo. Da reformulação discursiva a uma práxis da cultura científica: reflexões sobre a divulgação científica. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v. 28, n. 2, p. 375–392, jun. 2021.
- MASSARANI, Luisa; MOREIRA, I. C. Divulgación de la Ciencia: perspectivas histórica y dilemas permanentes. **Quark**, nº 32, 2004
- ROSA, Daniela; TERRAZZAN, Eduardo. O uso de Textos de Divulgação Científica para Ensinar Ciências nas Séries Iniciais e a Produção Textual das Crianças. In: **IV Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul - IV ANPEd-SUL**, 2002, Florianópolis, SC. Na Contracorrente da Universidade Operacional, 2002.
- SILVA, Henrique César da. O que é Divulgação Científica? **Ciência & Ensino**, 1(1), p.53-59, dez. 2006.
- TAKIMOTO, Elika. **Isaac no Mundo das Partículas**. Rio de Janeiro: independente, 2017.
- VYGOTSKY, Lev Semenovich. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2018.