

## MEDIAÇÃO SEMIÓTICA NA CONSTRUÇÃO DE SIGNIFICADOS SOBRE O CONTEÚDO DE RADIOATIVIDADE

### SEMIOTIC MEDIATION IN THE MEANING MAKING ON THE RADIOACTIVITY CONTENT

Taynara Vieira de Melo Silva<sup>1</sup> - UFPE  
João Roberto Ratis Tenório da Silva<sup>2</sup> - UFPE

#### RESUMO

Neste trabalho tivemos como objetivo analisar como um grupo de alunos construíam significados sobre Radioatividade a partir da mediação semiótica. Escolhemos este conteúdo por apresentar certo nível de abstração, sendo necessária a utilização de signos para representar fenômenos e processos, auxiliando na aprendizagem. A metodologia compreendeu o registro em áudio (e posterior transcrição) das trocas discursivas entre os alunos durante uma intervenção e a resolução de dois problemas. Na análise, buscamos identificar os tipos de signos (símbolos, ícones ou índices) que mediarão o processo de significação. Assim, identificamos os três tipos de signos, sendo todos relevantes no processo de construção de significados. Destacamos que apesar da linguagem (tipo de signo símbolo) ser importante, atravessando todo o processo, outros tipos de signos não podem ser negligenciados no processo de aprendizagem, visto que ícones e índices podem mediar o processo de significação.

**Palavras-chave:** Radioatividade; Semiótica; Construção de Significados.

#### ABSTRACT

In this work we aimed to analyze how a group of students constructed meanings on Radioactivity from semiotic mediation. We chose this content because it presents a certain level of abstraction, being necessary the use of signs to represent phenomena and processes. The methodology included the audio recording (and subsequent transcription) of the speech during an intervention and the resolution of two problems. In the analysis, we looked for to identify the types of signs (symbols, icons or indexes) that mediated the process of signification. Thus, we identify the three types of signs, all of which are relevant in the process of meaning construction. We emphasize that although language (type of sign symbol) is important, passing through the process, other types of signs cannot be neglected in the learning process, since icons and indexes can mediate the process of signification.

**Keywords:** Radioactivity; Semiotics; Meaning Construction.

DOI: 10.21920/recei72018412680699

<http://dx.doi.org/10.21920/recei72018412680699>

<sup>1</sup>Graduada em licenciatura em Química pela Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: [taynaramelo@hotmail.com](mailto:taynaramelo@hotmail.com) / ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2583-4883>.

<sup>2</sup>Professor do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática da UFPE/CAA. E-mail: [joaoratistenorio@gmail.com](mailto:joaoratistenorio@gmail.com) / ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9682-8889>.

## INTRODUÇÃO

De uma forma geral, a Semiótica se ocupa de como diferentes tipos de signos são construídos pelos seres humanos, em seu contexto cultural, com o objetivo de construir significados nas diferentes atividades e ações humanas. Podemos considerar que a natureza e utilização de diversos tipos de signos começaram a ser estudados ainda no século XVII (1690), a partir do filósofo John Locke (1632- 1704), quando postulou uma doutrina dos signos, chamando-a de *semeiotiké*. Outro autor que contribuiu no estudo da semiótica foi Charles Sanders Peirce (1839-1914), no fim do século XIX, sendo este filósofo considerado fundador da semiótica moderna.

Peirce (1894, p.01), define o signo como tudo que representa algo para alguém. Assim, o signo está associado diretamente a um objeto, e a partir disto, Peirce afirma que um objeto qualquer é determinado por um signo e a palavra que dá nome a este objeto também é um signo. Entre o objeto e a palavra que dá nome ao objeto, existe o interpretante (a pessoa que irá construir o significado através do signo). Além disso, este autor classifica os signos em três tipos, a saber:

- Ícone: está diretamente ligado ao objeto, sendo uma representação que recria os atributos do objeto original;

- Símbolo: é o signo que confere nome ao tal objeto referido, ou seja, a palavra que dá nome ao objeto. Também é caracterizado por símbolos em que o significado é convencionado em relação a um determinado objeto;

- Índice: é um signo em que o significado é convencionado a partir da proximidade com o objeto o qual representa.

Apesar da Semiótica ser uma área de estudo antigo, só no século XX é que se desenvolveram estudos que fornecessem uma base psicológica para compreensão de como a manipulação de signos, construídos culturalmente e disponíveis no ambiente, influenciam no desenvolvimento humano e na construção de significados. É nessa perspectiva que a abordagem sócio histórica, tendo como um dos maiores representantes Lev Vygotsky, contribuiu para o entendimento de como se dá a construção de significados a partir da mediação de signos (VYGOTSKY, 1988, p.11). Mais recentemente, no campo da Psicologia Cultural Semiótica (VALSINER, 2012, p.14), estudos tem se preocupado em compreender como sujeitos constroem e manipulam diferentes tipos de signos em interação com o meio sócio cultural para construção de significados em diferentes áreas da atuação humana, tais como artes, ciência, educação, religião etc (ZITTOUN et al, 2011, p. 01; VALSINER, 2012, p. 14-28, 98-120).

Diante de tal contexto, a pesquisa apresentada neste artigo teve como objetivo analisar a dinâmica da construção de significados a partir da manipulação e mediação de signos no processo de aprendizagem do conteúdo de radioatividade em uma aula de Química. A justificativa da escolha de tal conteúdo se deu a partir do nível de abstração dos conceitos envolvidos e, diante disso, a necessidade de utilização de diversos tipos de signos para representar fenômenos e processos, auxiliando na aprendizagem.

## OS DIFERENTES TIPOS DE SIGNOS E O ENSINO DE QUÍMICA

A partir do aporte teórico da Psicologia Cultural Semiótica (VALSINER, 2012, p. 14) a aprendizagem, como processo cognitivo, é mediada por signos, pois envolve a construção de significados (SILVA; LYRA, 2017 p. 35). Desta maneira, no processo de aprendizagem, os alunos são levados a construir significados sobre determinados conceitos científicos tendo que, para isso, lançar mão de diversos instrumentos semióticos (imagens, modelos de ensino, textos, gráficos, etc).

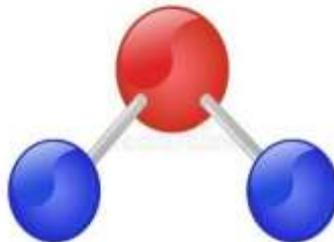
Segundo Romanini (2006, p.86) o signo é determinado por qualquer coisa que a ciência pretende conhecer e fazer sua representação. Logo, o signo é algo que representa alguma coisa para alguém. Peirce (2005, p.20) afirma que estes processos significativos são determinados pela materialidade das palavras e dos símbolos, tanto gestuais quanto escritos e naturais.

Assim o signo abarca uma representação triádica, entre o signo, o objeto e o interpretante. Pierce (1894) pontua que o signo compreende três elementos: primeiridade, segundidade e terceiridade. Segundo o autor, a primeiridade é expressa através da consciência, a segundidade é a percepção que os eventos externos trazem, e a terceiridade é uma convenção, de um instinto natural ou de um ato intelectual, em que não precisa necessariamente ter ação entre o símbolo e um objeto.

Gois e Giordan (2007, p.35) afirmam que a tríade (signo-objeto-interpretante) traz o signo como algo que se relaciona com uma segunda coisa, a qual o representa, sendo a segunda um objeto que pode existir concretamente ou não. Por exemplo, a palavra béquer pode ser considerada como um signo, pois está relacionado com um objeto. Quando a palavra béquer é lida por alguém, sua mente associa a palavra (signo) a um objeto de vidro de forma cilíndrica usado em laboratório para manipulação de soluções. Ou seja, existe um objeto concreto associado ao signo (palavra). Já quando se pronuncia a palavra saudade, quem escuta não consegue imaginar um objeto pois este signo está representando uma entidade abstrata, fazendo com que a pessoa faça a associação com a ausência de alguém ou até mesmo a acontecimento passados. Nesse ponto, para fechar a tríade, é essencial haver o representante, o qual será o agente da construção de significados, a partir da associação signo-objeto.

Peirce (1894, p.02) destaca três tipos de signos compreendidos: ícone, índice e símbolo, que denomina tricotomia. O ícone demonstra a ideia das coisas que ele representa pelo fato de imitar suas características. Por isso uma foto ou um desenho, por exemplo, são considerados signos do tipo ícone, pois são reproduções de um objeto. No âmbito da Química, temos que as representações de moléculas, por exemplo, podem ser considerados signos do tipo ícone, pois tentam reproduzir em nível macroscópico alguns atributos moleculares. A representação da molécula de água apresentado na Figura 2 se configura como um signo do tipo ícone, pois comunica alguns atributos da molécula, tais como o tamanho relativo dos átomos de hidrogênio e oxigênio e ângulo de ligação (WARTHA; REZENDE, 2011, p.285).

**Figura 1** - Representação da molécula de água.



Fonte: Dreamstime<sup>3</sup>

O signo do tipo índice promove-se e estabelece a partir da relação entre interpretante (sujeito) e objeto tendo como base alguma experiência sensorial anterior. Por exemplo, no laboratório, o fenômeno de liberação de gás (bolhas) em um sistema reacional indica que uma reação química está acontecendo (Figura 3).

**Figura 2.** A liberação de gás é um signo do tipo índice que indica a ocorrência de uma reação química



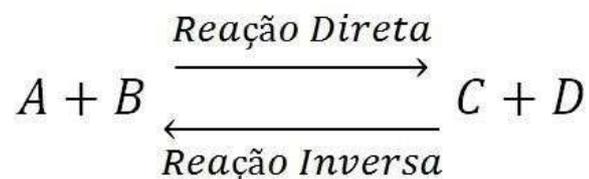
Fonte: Manual da Química<sup>4</sup>

<sup>3</sup><<https://pt.dreamstime.com/fotos-de-stock-royalty-free-mol%C3%A9cula-de%C3%A1gua-image9227268>> Acessado em 28 de fev. de 2018.

<sup>4</sup><<http://manualdaquimica.uol.com.br/upload/conteudo/images/o-gas-hidrogenio-podeser-produzido-partir-uma-reacao-simples-troca-com-metais-56044f4f65446.jpg>> Acessado em 27 de fev de 2018.

Por fim, o signo do tipo símbolo carrega consigo o significado através da palavra. As pessoas associam as palavras com seus significados de uso. Ou seja, ao pronunciar uma palavra, o intérprete fará ligação da função daquilo que se pretende representar. Porém, as palavras não são os únicos tipos de símbolos. Um símbolo que designa alguma informação, a partir de uma relação que é convencionalizada. Placas de trânsito, por exemplo, são signos do tipo símbolo, pois são imagens que comunicam algum tipo de informação a partir de uma convenção. Na Química, um símbolo de elemento químico ou uma equação química (Figura 4) são signos do tipo símbolo. No caso da equação, representada na Figura 4, temos a representação de um processo de transformação se dando em dois sentidos (expressos pela flecha dupla) em que substâncias químicas genéricas (representadas pelas letras A, B, C e D) se apresentam em estado de equilíbrio químico. Os termos “Reação direta” e “Reação inversa”, junto com os símbolos “+” completam o conjunto de signos presente na representação.

**Figura 3** - Imagem representando um estado de equilíbrio.



Fonte: Know<sup>5</sup>

O papel que tais tipos de signos assumem no processo de construção de significados, quando são manipulados em seu meio cultural, foi amplamente estudado pela perspectiva sócio cultural, tendo como um dos principais representantes Lev Vygotsky. Dessa forma, no tópico a seguir, apresentaremos como este autor compreende o processo de construção de significados a partir da mediação de signos.

## MEDIAÇÃO SEMIÓTICA NA CONSTRUÇÃO DE SIGIFICADOS

Vygotsky (1988, p.38) apresenta os signos como ferramentas culturais desenvolvidas pelos seres humanos e disponíveis no meio. Logo, eles guardam em si características de elementos convencionalizados culturalmente. Ao tratar o signo como ferramenta, Vygotsky aponta sobre como eles são usados no desenvolvimento da cognição humana.

Vygostky (1988, p.11) aponta que continuamente as pessoas estão internalizando significados através de signos instituídos culturalmente. Porém, tal internalização não se dá pelo “armazenamento” das informações de forma literal, como estão disponíveis no meio, mas sim pela criação de novas sínteses, que caracterizam novos significados construídos a partir dos signos. Temos acesso a essas novas sínteses no processo de externalização. Segundo Valsiner (2012, p.20-32), os significados são externalizados por meio de signos que expressam essas novas

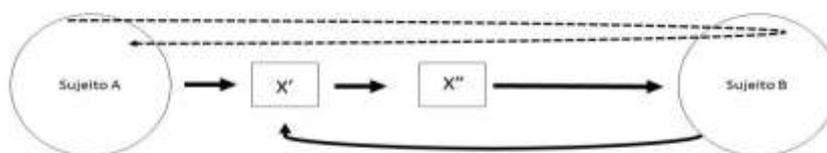
<sup>5</sup> <<http://knoow.net/cienciasexactas/quimica/equilibrio-quimico/>> Acessado em 28 de fev de 2018

sínteses, durante a ação do sujeito no ambiente. Nessa externalização, novos significados são comunicados ao meio, em momentos em que o sujeito está diante de demandas específicas. Considerando que a aprendizagem se dá pela construção de significados, sendo um processo semiótico (ZITTOUN et al, 2011, p. 198-201; SILVA; LYRA, 2017, p.37) podemos dizer que os significados relativos a um determinado conceito científico é internalizado pelos alunos através dos diversos signos disponíveis no meio (modelos de ensino, gráficos, imagens, símbolos, etc) e o que os alunos aprendem é externalizado a partir de novos significados expressos também por signos (quando os alunos devem apresentar um seminário, propor uma explicação, construir um gráfico, apresentar um modelo, etc). Assim, a aprendizagem não é caracterizada pela simples reprodução de algo que já foi dito antes (externalização exata dos significados internalizados através dos signos anteriormente), mas, sim, através de novas sínteses, promovendo a externalização ou criação de novos signos (SILVA; LYRA, 2017, p.38).

Essa ideia é fundamentada na teoria de Vygotsky (1988, p.39), na qual o autor afirma que o ser humano precisa de instrumentos simbólicos para realizar a mediação com o mundo. É desta forma que o autor defende que o ser humano compreende o mundo e se relaciona culturalmente. E o principal instrumento que medeia o mundo com o ser humano é a linguagem, sendo este o principal sistema semiótico (tipo de signo símbolo, segundo Peirce, como discutimos anteriormente). Vygotsky (1988, p. 40-41) afirma que a linguagem tem um papel fundamental na aprendizagem, apresentando duas funções: o intercâmbio social e o pensamento generalizado. O intercâmbio social diz respeito à possibilidade de haver comunicação entre membros de uma comunidade que compartilham dos mesmos sistemas semióticos. Já o pensamento generalizado, se configura como a capacidade de abstração, em que o sujeito sintetiza todos os atributos de um objeto à sua representação simbólica (VYGOTSKY 1988, p.41).

Zittoun et al (2011, p.100) afirma que o conhecimento não é algo que é transmitido do professor ao aluno. O conhecimento é sempre construído, ou reconstruído no processo de ensino e aprendizagem, com inovações que emergem do conhecimento estabelecido anteriormente. Assim, se um sujeito A está no papel do professor que tenta comunicar um conhecimento estabelecido (X') para o aluno (sujeito B), o conhecimento se transforma em um novo estado (X''), em um processo de reconstrução do conhecimento, devido ao papel ativo do aluno (Figura 12).

**Figura 4** - Construção do conhecimento a partir do papel ativo do aluno (sujeito B)



Fonte: Zittoun et al (2011, p. 101, adaptado)

Esta concepção é bastante semelhante àquela discutida por Vygotsky (1988, p.86), acerca da importância da interação entre sujeitos na ZDP – Zona de Desenvolvimento Proximal. Porém, Zittoun et al (2011, p. 90-98) enfatizam que aprender vai muito além do processo interativo entre sujeitos. Afinal, é possível haver aprendizagem quando lemos um livro, observando e interpretando fenômenos ou interagindo de forma geral com o ambiente, pois é a partir dessa interação que podemos construir significados, mediados por signos disponíveis no meio.

Aprender alguma coisa significa adquirir conhecimento, habilidades ou disposições para permitir agir, pensar e perceber modos de relacionar diversos tipos de conhecimento. Assim, aprender algo significa estabelecer uma relação de significância entre o que está sendo aprendido e o sujeito, de modo que o objeto de conhecimento faça sentido ao aprendiz (ZITTOUN; BRINKMANN, 2012, p. 14). Durante esse processo, o sujeito internaliza o mundo em que vive, a partir da construção de significados aos objetos constituídos culturalmente, os ressignificando no momento em que externaliza, construindo novos signos e significados (VALSINER, 2012, p.14).

Segundo Valsiner (1998, p.90-105), a existência humana é organizada por significados semióticos – signos de diferentes tipos, como afirma Peirce – socialmente construídos e pessoalmente internalizados. Signos, segundo o autor, são representações de algum aspecto do fenômeno experienciado e são construídos por alguém para suprir necessidades de comunicação – com outras pessoas e consigo mesmo. Este ato construtivo é sempre pessoal, requerendo um ser humano ativo em relação à sua cultura e à cultura coletiva por meio dos processos de internalização e externalização (VALSINER, 2012, p.20).

Na maioria dos casos, os significados pessoais são construídos a partir de conflitos, negociações e renegociações com as sugestões sociais existentes (VALÉRIO; LYRA, 2014, p.720). Assim, diante desses processos, entende-se a cultura como processo ativo construído e reconstruído incessantemente, a partir das interações sujeito-signo, bem como sujeito-sujeito, na construção de significados. Assim, como já defendia Vygotsky (1988), não há construção de significados sem a mediação de signos.

## METODOLOGIA

A construção dos dados foi realizada em uma escola de referência em Ensino Médio da cidade de Caruaru-PE a partir do registro em áudio e vídeo de uma intervenção. Como participantes, tivemos um pequeno grupo de 5 alunos do 1º ano do Ensino Médio, caracterizando a pesquisa como um estudo de caso, em que analisamos de forma micro genética o processo de como se deu como se deu construção de significados neste sobre o conteúdo de radioatividade a partir da mediação semiótica. A intervenção foi realizada em dois momentos, nos quais abordamos o conteúdo de radioatividade, trazendo desde a sua descoberta até as suas aplicações, benefícios e malefícios. Logo após a intervenção, exibimos dois vídeos, nos quais os alunos puderam visualizar e verificar fatos que já ocorreram que envolvem radioatividade. O primeiro vídeo se tratou do acidente que ocorreu em Goiânia-GO com o célio-137, e o segundo vídeo mostrou a radioatividade contextualizando com a medicina em uma aplicação com o exame PET SCAN<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> O exame PET SCAN é um exame que engloba recursos tanto da medicina nuclear quanto da radiologia por sobrepor imagens metabólicas as imagens anatômicas, com isto produzindo uma terceira imagem. Em diversas áreas

Após a intervenção, propomos dois problemas, nos quais o grupo respondeu em conjunto, tendo como auxílio o material que foi exposto em sala de aula:

**Problema 1:** Em um acidente ocorrido no Brasil com o elemento radioativo Césio 137, em que uma cápsula com este elemento foi violada, pessoas tiveram contato direto com a substância, tanto externo quanto interno. Qual o nível de agressão da radioatividade no contato humano interno e externo? Você acredita que até hoje aquela população apresenta sequelas?

**Problema 2:** A radiação é uma fonte de energia transmitida através do ar ou não, como uma onda eletromagnética ou partículas. Além de existir naturalmente no ambiente, a radiação também vem de fontes artificiais como em atividades médicas; exemplo na medicina é tomografia por emissão de pósitron, também conhecida por *Pet Scan*. Como ocorre esta emissão pela medicina nuclear? Como é detectada as imagens neste tipo de tomografia?

Os registros em áudio e vídeo de toda a intervenção foram, posteriormente, transcritos para nossa análise.

### Análise dos dados

Analisamos os dados de forma qualitativa, na tentativa de identificar quais tipos de signos, segundo a perspectiva de Peirce (1894, p. 12) foram usados e manipulados pelos estudantes, servindo de mediadores no processo de construção de significados de conceitos envolvidos no conteúdo de radioatividade. Dessa forma, analisamos os dados de forma micro genética. Silva (2014) aponta a importância de se prestar atenção à dimensão de mudança em qualquer fenômeno investigado, apontando aquelas que configuram desenvolvimento. Segundo a autora, para se entender o que se acontece em nível ontogenético (na história de vida do sujeito) é necessário a compreensão dos fenômenos que ocorrem em nível micro genético (aqui e agora), que regula as mudanças na ontogênese. Analisando o processo na sua microgênese é possível compreender como um determinado estado psicológico passa de um estágio A para B, a partir das micro mudanças desenvolvimentais ocorridas durante o processo. Em outras palavras, um estudo micro genético se preocupa mais em compreender o processo de mudança do que o produto da mudança. Isso justifica um estudo de caso, com um grupo pequeno de participantes. Focamos a análise na última etapa da intervenção, quando os alunos foram levados a externalizar possíveis respostas aos problemas propostos. A partir de uma análise micro genética, pudemos observar como os significados foram construídos ao longo das trocas discursivas, a partir da mediação de signos na exposição das respostas aos problemas.

Tomamos como categorias de análise os tipos de signos propostos por Peirce (1894), a partir dos seguintes critérios para o conteúdo de radioatividade:

- Símbolos: o símbolo é um tipo de signo que pode ser representado por palavras. As pessoas associam as palavras com seus significados de uso. Ou seja, ao pronunciar uma palavra, o intérprete fará ligação da função daquilo que se pretende representar. Porém, as palavras não são os únicos tipos de símbolos. Um símbolo também é um signo que não guarda nenhum tipo de relação com o objeto, mas sua relação é convencionalizada. Em nossa intervenção, os signos do

---

pode-se utilizar o PET SCAN, como na oncologia, na neurologia, fazendo com que haja uma melhor identificação do local exato para a realização da biópsia, logo este exame pode ser usado em caso de dúvidas sobre os outros exames de imagens já realizados anteriormente. <<http://www.abc.med.br/p/exames-e-procedimentos/740267/pet+scan+o+que+e+por+que+fazer+como+e+feita+quem+deve+e+quem+nao+d+eve+fazer+quais+sao+as+possiveis+complicacoes.htm>> Acessado em 24 de Mar de 2018.

tipo símbolo usados foram: Trifólio / Representação das emissões alfa, beta e gama / exemplo de fissão nuclear / desenho de uma caveira em tambores com material radioativo.

- Ícones: o ícone é aquele tipo de signo que demonstra a ideia das coisas que ele representa pelo fato de representar suas características. Em nossa intervenção, os signos do tipo ícone usados foram: exemplo de uma reação de fusão nuclear / representação do exame *Pet Scan* / logotipo de alimentos irradiados / projétil de uma bomba / foto de usina nuclear desativada / imagem de um aparelho PET SCAN.

- Índices: o índice é um tipo de signo que promove a significação pelo fato de ser estabelecida uma relação através da experiência, ou seja, o índice indica outra coisa, sendo algo próximo à almejada. Em nossa intervenção, os signos do tipo índice usados foram: representação gráfica do tempo de meia vida / imagem de uma fumaça numa explosão / vestimentas de proteção nuclear / sequelas físicas em pessoas expostas à radiação / coloração característica de diagnóstico de doenças no exame PET SCAN / proteção na sala que é realizado o exame PET SCAN.

Seguindo a perspectiva de Vygotsky (1988) acerca do processo de construção de significados, analisamos como os tipos de signos acima mediarão tal processo, a partir da observação da dinâmica em que significados construídos eram externalizados a partir da produção ou retomada de signos apresentados anteriormente.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir apresentaremos a análise dos dois problemas, que diz respeito à construção de significados a partir dos signos apresentados na intervenção sobre o tema radioatividade.

### Análise do primeiro problema

No primeiro problema, solicitamos que os alunos identificassem o nível de agressão interno e externo que a radioatividade causou a população atingida no acidente com o césio-137 na cidade de Goiânia. Como resposta final, os alunos apresentaram: “*O contato que a menina teve fez com que ela fosse a mais atingida, pois quanto maior o contato com a radioatividade maior o nível de agressão. Sim, o dano interno vai afetar mais as pessoas porque quando é ingerido pode causar até a morte como no caso da menina*”.

No processo de resolução deste problema, identificamos os três tipos de signos: símbolos, ícones e índice. Observamos que esses signos foram necessários para construção de significados no sentido que forneceram subsídios para a construção da resposta final ao problema, sendo retomados na discussão para resolução.

Especificamente, os signos que pareceram relevantes no processo de construção de significados, tendo sido usados pelos alunos como suporte para elucidação das respostas foram:

- A imagem do sepultamento de uma menina que teve contato com o césio-137 no acidente de Goiânia (Figura 5), que representa um signo do tipo índice e ícone. Essa classificação se dá pelo fato da imagem indicar que houve um dano causado pela radioatividade que, neste caso, foi à morte da garota, além de representar o objeto real (caixão onde a menina foi sepultada).

**Figura 5** - Caixão de chumbo, onde foi enterrado a menina Leide, morta após contaminação com elemento radioativo Césio 137, após acidente em Goiana (signo do tipo índice e ícone).



Fonte: Caliandra do Cerrado<sup>7</sup>

A imagem não foi retomada de forma explícita, porém o fato da menina ter sido sepultada em um caixão de chumbo chamou a atenção dos alunos, fazendo com que eles refletissem sobre o nível de agressão da radiação em que a menina foi exposta, devido a ingestão da substância radioativa. Essa reflexão desencadeou no trecho do diálogo presente no Quadro 1, em que observamos como a noção do nível de agressão, associado ao tipo de contato com o cézio-137, regula a construção de significados, através do fato da morte da menina.

Quadro 1- Falas dos alunos extraídas do diálogo para resolução do primeiro problema - nível de agressão da radiação.

Turno	Aluno	Fala
1	A4	Acho que a menina que morreu foi porque ela teve um maior contato com o “negócio”.
2	A3	O contato que a menina teve com o negócio fez com que ela fosse a mais atingida, levando a morte dela.
3	A4	O contato interno, quando ela ingeriu o “pozinho”, já os outros não ingeriram, por isso eles não morreram.
4	A1	O dano interno vai afetar mais as pessoas porque quando é ingerido pode causar até a morte como no caso da menina.

Fonte: própria.

Notamos que no Quadro 1, os alunos não conseguem explicitar que a substância causadora do acidente foi o cézio-137. Portanto, observamos nos turnos 1, 2 e 3 que as palavras negócio e pozinho substituem o termo adequado. Essa substituição, considerando o papel dos signos na mediação na construção de significados, pode representar a atuação do signo do tipo símbolo (neste caso, a própria palavra) no suporte e manutenção do processo reflexivo, permitindo a articulação entre as ideias, até os alunos concluírem que a menina morreu devido ao tipo de exposição ao cézio-137.

<sup>7</sup> <<http://www.caliandrdocerrado.com.br/2009/11/cesio-137-sequelas-eternas.html>> Acessado em 29 de mai de 2018.

- A imagem do jornal (Figura 6), o qual tinha a reportagem sobre o acidente de Goiânia, que mostrava um rapaz com ferimentos. A partir da referência feita a esta imagem, os alunos discutiram sobre as possíveis sequelas que a população pode carregar. A foto, que se configura como um signo do tipo ícone, foi útil na construção da resposta ao problema;

**Figura 6** - Foto de rapaz com deformidade nas mãos após o contato com o elemento radioativo Césio 137, numa reportagem do Jornal do Brasil (signo do tipo ícone).



Fonte: Ibero América Divulga<sup>8</sup>

No Quadro 2 apresentamos como a imagem apresentada na Figura 6 atuou como um signo mediador na construção de significados, sobretudo na reflexão sobre as sequelas que um acidente do tipo pode causar.

**Quadro 2** - Falas dos alunos extraídas da discussão sobre as sequelas deixadas pelo acidente nuclear.

Turno	Aluno	Fala
1	A1	Eu acredito que a população até hoje apresenta sequelas físicas e internas também, mas não fazem as pessoas se sentirem mal, como a foto que mostra a deformação no braço do homem.
2	A3	Quanto maior o contato com a radioatividade, maior vai ser a sequela e o problema, como tá nas fotos dos jornais mostrando as deformidades causadas pela radioatividade.
3	A1	Porque tiveram contato mais próximo com a substância.

Fonte: própria.

<sup>8</sup> <<http://www.oci.es/historico/divulgacioncientifica/?Os-efeitos-biologicos-do-acidente>> Acessado em 29 de mai de 2018.

A imagem do jornal, se configurando como um signo do tipo ícone, faz com que os alunos reflitam sobre o nível de agressão da radioatividade, quando há um contato “externo” (expressão utilizada pelos estudantes, para diferenciar do caso da menina que morreu pelo fato de ter ingerido a substância – contato interno). A partir dessa diferenciação, os alunos foram capazes de distinguir os diferentes níveis de dano, em relação ao tipo de contato das pessoas com o césio-137.

Essa reflexão, a partir da mediação de tais signos, permitiu que os alunos fossem capazes de elucidar o tipo de dano que a radioatividade pode causar, a depender do tipo de contato com o material radioativo (Quadro 3), relacionando posteriormente com o grau de penetração dos tipos de emissão alfa, beta e gama.

Quadro 3 – Falas dos alunos sobre o nível de agressão da radioatividade, relacionado com o tipo de exposição/contato

Turno	Aluno	Fala
1	A2	Eu acredito que a ingestão é mais grave que o contato físico, porque tipo, as outras pessoas só ficaram com sequelas e alguns devem ter ficado deficientes.
2	A4	Depende do contato é que se vai ver a agressão que vai causar ao corpo, quando o contato foi baixo ou moderado as pessoas ficaram com sequelas.
3	A1	E quando o contato foi alto aconteceu a morte, como o caso da menina.
4	A3	Quanto maior o contato com a radioatividade maior vai ser a sequela e o problema.

Fonte: própria

Os resultados apresentados convergem com a discussão realizada por Peirce (2005). Segundo o autor, os processos significativos são determinados pela materialidade das palavras, dos símbolos tanto gestuais quanto escritos e também naturais, e para se concretizar o signo, este deve se veicular, de forma que haja uma percepção do signo e compreensão pela sociedade a qual este signo está inserido (GOIS; GIORDAN, 2007, p. 35). Tais resultados também convergem para concepção de Vygotsky (1988, p.66) de aprendizagem como um processo semiótico, em que a partir da contribuição mútua entre sujeitos, signos são externalizados e usados como suporte na construção de novos significados.

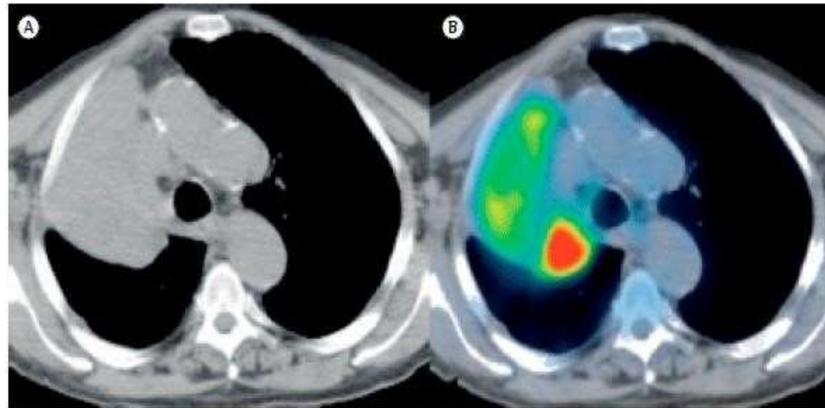
### Análise do segundo problema

No segundo problema, solicitamos que os alunos identificassem como o conhecimento da radioatividade pode ser utilizado em aplicações benéficas ao ser humano, a partir do exame PET SCAN. A resposta final a tal problema foi que o benefício está na forma em “*que (a radioatividade) é transferida de uma forma planejada e em menor quantidade de uma forma que não afete outras pessoas, com um número pequeno de radiação. Descobrir uma fratura no corpo, tratamento de câncer, para destruir as células cancerígenas. A máquina joga os átomos no corpo para descobrir a localização da doença deixando de outra cor, produzindo a imagem*”.

Na resolução deste problema também identificamos os três tipos de signos: índice, ícone e símbolo. Assim como no primeiro problema, apresentamos imagens que representavam diversos tipos de signos, além de um vídeo que abordava o funcionamento do exame, suas indicações e qual sua finalidade. No processo de resolução do segundo problema, identificamos a emergência, especificamente dos signos abaixo:

- A imagem mostrando como o exame identifica tumores, sendo mostrado através da mudança de cor no local atingido por células cancerígenas,. Essa imagem se caracteriza como um tipo de signo índice (Figura 7)

**Figura 7** - Imagem do resultado do exame no PET SCAN - signo do tipo índice.



Fonte: Jornal de Pneumologia<sup>9</sup>

No Quadro 4 apresentamos algumas falas dos alunos que retomam tal signo, embasamento a resposta final ao problema, mediando o processo de significação.

**Quadro 4** - Falas dos alunos sobre o funcionamento do exame PET SCAN

Turno	Aluno	Fala
1	A3	A forma que a radioatividade é lançada no corpo em menor quantidade, o necessário para mostrar o local do câncer.
2	A5	Eu acredito que o local onde a coloração é mais escura é onde o tumor está mais forte.
3	A1	A radioatividade atinge o local do tumor, sem prejudicar o corpo humano produzindo a imagem colorida, para descobrir onde está a doença.

Fonte: própria

Notamos que os alunos focam em dois pontos, a partir da mediação do signo do tipo índice da Figura 7: o nível de radioatividade (a quantidade de emissão e exposição ao material radioativo) e à relação entre a coloração mostrada na imagem do exame e o local onde se

<sup>9</sup> <[http://www.jornaldepneumologia.com.br/detalhe\\_artigo.asp?id=2410](http://www.jornaldepneumologia.com.br/detalhe_artigo.asp?id=2410)> Acessado em 28 de mai. De 2018.

encontram as células cancerígenas. Essa discussão é mediada pelo signo índice, como indicamos anteriores, e mostra como, implicitamente, os alunos relacionam o benefício do exame com o malefício causado pelo acidente com o césio-137 abordado no primeiro problema.

No primeiro problema, como apontamos no Quadro 3, a morte da menina ou os demais danos causados pela radioatividade diz respeito ao grande grau de exposição que as pessoas tiveram na época, seja um contato interno ou externo (como os próprios alunos classificaram). Assim, o benefício apontado pelo exame PET SCAN, segundo a fala dos alunos, está relacionado ao grau de exposição (que é menor - Turno 1 do Quadro 4) e pela precisão do equipamento, que faz com que a radiação atinja apenas as áreas com as células cancerígenas.

Diante disso, considerando que o processo de mediação semiótica é dinâmico, não se restringindo apenas a um tipo de signo mediando o processo, podemos considerar que, durante a resolução do segundo problema, a resposta fornecida ao primeiro também mediou a construção de significados. Como os alunos estavam com a primeira resposta em mãos, e com todo o material de consulta, podemos considerar que tal mediação é fundamenta nos três tipos de signos e, sobretudo, no signo símbolo, representado pela construção textual da primeira resposta.

- As imagens da proteção envolvida na realização do exame, tanto a proteção do local, quanto a proteção do indivíduo que manuseia o aparelho, se caracterizando também como ícone;

**Figura 8** - Material de proteção para técnicos em radiologia - signo do tipo ícone.



Fonte: Dicas de radiologia<sup>10</sup>

No Quadro 5 apresentamos algumas falas dos alunos que representam como esse signo mediou o processo de construção de significados, durante a elucidação da resposta ao segundo problema.

<sup>10</sup> <<http://dicasderadiologia.com.br/?cat=13>> Acessado em 28 de mai de 2018.

Quadro 5 - Falas dos alunos sobre os equipamentos de proteção dos profissionais durante o exame do PET SCAN

Turno	Aluno	Fala
1	A3	Acho que porque como eles trabalham diretamente, eles têm a proteção, tem o lugar que é todo protegido e tem um planejamento em volta disso.
2	A1	O lugar tem a proteção necessária, para não acontecer acidentes, como foi o caso do acidente do vídeo.
3	A2	Essa toda proteção é necessária para não prejudicar as pessoas e sim ajuda-las.

Fonte: própria

Analisando as falas no Quadro 5, percebemos que, mais uma vez, os significados construídos na resolução do primeiro problema regularam como os alunos responderam ao segundo problema, com a mediação dos signos disponibilizados no vídeo sobre o exame. Notamos que os alunos apontam a necessidade de usar a proteção devido à possibilidade de contato da radiação com a pele, podendo causar danos. O primeiro problema é retomado pelo aluno A1, no Turno 2, quando ele lembra que a proteção é necessária para não causar acidentes, como foi mostrado em um dos vídeos sobre o cési<sup>137</sup> durante a aula.

Figura 9 - Aparelhagem utilizada no exame PET SCAN - signo do tipo ícone



Fonte: Resumo Escolar<sup>11</sup>

Com relação à emergência e mediação do signo ícone representado na Figura 9, notamos como a imagem serviu de base para a discussão sobre como a radiação poderia ser usada no

<sup>11</sup> <<https://www.resumoescolar.com.br/quimica/positrons/>> Acessado em 29 de mai de 2018.

exame. O debate levou os alunos a pensar como radioatividade agiria através dele para detecção de células cancerígenas no corpo. Como em destaque, o aluno A1 afirmou:

*“Eu acho assim, que para ser transferido para o corpo humano, eles vão transferir numa escala menor, assim, controladamente e vai ter pessoas que sabem trabalhar com aquelas substâncias. Não vai ser igual ao caso da menina que não sabia o que estava mexendo, que viu lá e pegou com mão sem proteção nenhuma. Já na medicina eles vão ter um cuidado maior com tudo que tá ocorrendo lá.”*

Importante destacar que na fala de A1, mais uma vez, a imagem da menina que sofreu o acidente em Goiânia foi evocada, mesmo não fazendo parte do problema em questão. A imagem que apareceu no vídeo, sendo um signo do tipo ícone, continuou, no processo de resolução do segundo problema, emergindo como um elemento mediador do processo de significação. Podemos justificar essa retomada à imagem da menina, possivelmente, no quão significativa ela foi mostrando como este signo foi internalizado (VYGOTSKY, 1988, p.85) pelos alunos.

Voltando à imagem do aparelho (signo do tipo ícone - Figura 9) e toda a discussão em torno dele, notamos como este signo agiu como mediador no sentido da ampliação da discussão sobre a radiação emitida por ele. Os alunos se retrataram em como a radiação era emitida através do equipamento PET SCAN e de como há toda uma estrutura ao se realizar este tipo de exame, tanto para quem faz o manuseio do equipamento quanto ao paciente que está sendo submetido ao exame. Essa discussão foi direcionada pela ideia do poder de penetração de partículas radioativas, levantada na resolução do primeiro problema. Segundo o aluno A3: *“Acho que... por que... como eles trabalham diretamente, eles têm a proteção, tem o lugar que é todo protegido e tem todo um planejamento em volta disso quando acontece geralmente assim é um descuido, como o caso que o homem foi lá e pegou, ele não tinha noção do que era aquilo e do que ia causar”*.

Também foi possível observar que ao mesmo tempo em que o aluno se remetia a toda proteção que era envolvida acerca da realização do exame, houve a comparação ao acidente radioativo em Goiânia, mostrando assim a diferença da emissão radioativa de dois contextos diferentes, identificando assim como os signos emergiram e mediarão o processo nos dois problemas, permitindo que os alunos construíssem significados em duas perspectivas diferentes.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo se propôs a analisar como alguns signos são usados como mediadores na construção de significados, de acordo com as perspectivas teóricas de Peirce e Vygotsky, mais especificamente aqueles relacionados ao conteúdo de Radioatividade. A partir dos dados analisados, identificamos a emergência dos três tipos de signos, ícone, índice e símbolo, durante o processo de resolução dos problemas.

Não é possível afirmar qual deles foi o mais relevante, visto que não analisamos a frequência na qual cada um emergia. Porém, ratificamos que a linguagem é o sistema semiótico mais usado em todos os momentos, sendo, portanto, o símbolo o tipo de signo mais usado no processo de significação, como já afirma Vygotsky (1988, p.74). Porém, como apontamos nos resultados, apesar da linguagem atravessar todo o processo, outros tipos de signos não podem ser negligenciados no processo de aprendizagem, visto que ícones e índices podem mediar o processo de significação. Dessa forma, ressaltamos a importância de mais trabalhos empíricos que investiguem não só o papel da linguagem, mas de outros sistemas semióticos que podem mediar o processo de construção de significados acerca de conceitos químicos.

Durante o processo de resolução de problemas, observamos também que os alunos não apresentavam dificuldades em se expressar a partir de uma linguagem científica ao se retratarem de conceitos da química. Assim, identificamos alguns erros conceituais. Não damos ênfase a estes erros na análise por não fazer parte dos objetivos desta pesquisa. Porém, ressaltamos que tais erros são aceitáveis, a partir do momento que foi o primeiro contato desses alunos com o conteúdo de radioatividade. Neste sentido, os erros fazem parte do início do processo de construção de significados, havendo a tendência de serem amenizados no decorrer do processo de aprendizagem.

## REFERÊNCIAS

GOIS, J.; GIORDAN, M. Semiótica na química: a teoria dos signos de Peirce para compreender a representação. **Revista Química Nova na Escola**. n. 7, p. 34-42, 2007.

PIERCE, C. S. 2007 [1894]. O que é um signo? (tradução de Ana Maria Guimarães Jorge). **Facom**, 18: 46-56

PEIRCE, C. S. **De elementos de Lógica: a divisão dos signos**. In: \_\_\_\_\_. *Semiótica*. 2. ed. São Paulo: Perspectiva, 2005. p. 45-61.

PINTO, G.T.; MARQUES, D.M.; **Uma proposta didática na utilização da história da ciência para a primeira série do ensino médio: A radioatividade e o cotidiano**, Volume 1, 2010 - pp. 27-57.

ROMANINI, A. V. **Semiótica Minuta: Especulações sobre a gramática dos signos e da comunicação a partir da obra de C.S.Peirce**. São Paulo, 2006. (Doutorado em Ciências da Comunicação) Escola de Comunicação e Artes, Universidade de São Paulo.

SILVA, J. R. R. T.; LYRA, M. C. D. P. **Rememoração: contribuições para a compreensão do processo de aprendizagem de conceitos científicos**. **Revista Psicologia Escolar e Educacional**, v. 21, n. 1, p. 33-40, 2017

SILVA, J.R.R.T. **Memória e Aprendizagem: construção de significados sobre o conceito de substância química**. 2018. 225 f. Tese (Doutorado em Psicologia Cognitiva) - Curso de Pós-graduação em Psicologia Cognitiva, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.

SILVA, M. **Analisando o “aqui e agora” do processo de mudança: o presente como possibilidade de reorganização do passado e de orientações para o futuro**. In: LYRA, M.C.P.D; GARVEY, A. P.; SILVA, M.; CHAVES, E. C. (Orgs.) **Microgênese: estudo do processo de mudança**. Recife: Editora UFPE. 2014;

VALSINER, J. **The Guided Mind**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1998

VALSINER, J. **Culture in minds and societies. Foundations of Cultural Psychology**, Sage Publications India Pvt. Ltd., New Delhi. 2007

VALSINER, J. **Constructing the vanish present between the future and the past**. **Infancia y Aprendizaje**, 34, 2, 141-150, 2009.

VALSINER, J. **An Invitation to Cultural Psychology**. Londres: SAGE Publications Ltd, 2012.

VALÉRIO, T. A. M.; LYRA, M. C. D. P. **A construção cultural de significados sobre adoção: um processo semiótico**. **Psicologia & Sociedade**., n. 3, v. 26, p. 716-725, 2014

VYGOTSKY, L. S; **A formação social da mente: O desenvolvimento dos Processos Psicológicos Superiores**. 2.Ed. São Paulo: Martins Fontes, 1988.

WARTHA, E.J.; REZENDE, D.B.; Os níveis de representação no ensino de química e as categorias da semiótica de Peirce, **Investigações em Ensino de Ciências - V16(2)**, pp. 275-290, 2011.

ZITTOUN, T.; VALSINER, J.; VEDELER, D.; SALGADO, J.; GONÇALVES, M.; FERRING, D. **Melodies of living: Developmental science of human life course**. Cambridge: Cambridge University Press, 2011

ZITTOUN, T; BRINKMANN, S. 'Learning as meaning making'. In: N SEEL (ed.), **Encyclopedia of the Sciences of Learning**. Springer Science, Business Media B.V., pp. 1809-1811, 2012.

**Submetido em:** Julho de 2018

**Aprovado em:** Outubro de 2018