



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
Centro Acadêmico do Agreste
Núcleo de Formação Docente
Curso de Química - Licenciatura



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

Taynara Vieira de Melo de Silva

CARUARU
2017

Taynara Vieira de Melo Silva

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

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Colegiado de Licenciatura em Química do Centro
Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de
Pernambuco como requisito parcial para a obtenção do
título de Licenciado em Química.

Orientador: Profº Meº João Roberto Ratis Tenório da Silva

**CARUARU
2017**

Catálogo na fonte:

Bibliotecária – Marcela Porfírio – CRB/4-1878

S586m

Silva, Taynara Vieira de Melo.

Mediação semiótica na construção de significados sobre o conteúdo de radioatividade. / Taynara Vieira de Melo Silva. – 2017.
54f. ; il. : 30 cm.

Orientador: João Roberto Ratis Tenório da Silva.

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Licenciatura em Química, 2017.
Inclui Referências.

1. Radioatividade. 2. Semiótica. 3. Química – Estudo e ensino. I. Silva, João Roberto Ratis Tenório da (Orientador). II. Título.

371.12 CDD (23. ed.)

UFPE (CAA 2017-152)

TAYNARA VIEIRA DE MELO SILVA

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

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Colegiado de Licenciatura em Química do Centro
Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de
Pernambuco como requisito parcial para a obtenção do
título de Licenciado em Química.

Aprovado em: 17/07/2017.

Banca Examinadora

Profº Me. João Roberto Ratis Tenório da Silva
(Orientador)

Profº Drº José Ayron Lira dos Anjos

Profº Drº Roberto Sá Araújo

DEDICATÓRIA

Dedico esta, bem como todas as minhas demais conquistas, aos meus amados pais, Marcone Batista da Silva e Eliene Vieira de Melo Silva, que no decorrer da minha vida, proporcionaram-me muito carinho, amor, além de me guiarem sempre no caminho do bem, buscando em Deus a força maior para o meu desenvolvimento como ser humano. Assim, dedico a finalização desse sonho a vocês, meus amores, e reconhecer toda a minha gratidão e amor por vocês. A você minha irmã, Taynan, também dedico a finalização desse trabalho, em nome da nossa amizade, companheirismo e amor, e por estar sempre ao meu lado. Dedico também a finalização deste trabalho ao meu namorado Dário Cursino, por toda paciência durante estes últimos meses, pelas palavras de incentivo, de perseverança e por sempre acreditar no meu potencial, muito obrigada.

Taynara Vieira de Melo Silva.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que sempre guiou meus passos nessa longa caminhada, sempre me mostrando que minha força vem dele, e é maior que qualquer obstáculo.

Também agradeço aos meus pais que me trouxeram com todo o amor e carinho a este mundo, dedicaram, cuidaram e doaram incondicionalmente seu sangue e suor em forma de amor e trabalho por mim, despertando e alimentando em minha personalidade, ainda na infância, a sede pelo conhecimento e a importância deste em minha vida, vocês são essenciais em minha vida, e eu jamais teria conseguido chegar até aqui sem o apoio e ajuda de vocês, peço incansavelmente a Deus que ilumine os passos de vocês, e que essa seja só mais uma conquista nossa. Amo muito vocês.

Gostaria também de agradecer a minha irmã Taynan Vieira por todas as palavras de incentivo, principalmente naqueles momentos em que pensei em desistir, e você vinha e me animava.

A você meu amor, Dário Cursino, te agradeço por estar sempre ao meu lado, por comemorar cada vitória minha e por me incentivar sempre, te amo.

Não posso deixar de agradecer também as minhas amigas, aquelas que Deus colocou em minha vida para me mostrar o significado da amizade, Glória de Fátima, Sandiely Araquam, Camila Gomes e Danyele Ribeiro, sempre me falando que tudo ia dar certo, me incentivando a ir até o fim.

Quero agradecer também ao meu orientador Profº João Roberto Ratis Tenório, por me acolher tão bem como sua orientanda, obrigada pela paciência nas orientações, dedicação, compreensão e incentivo que tornaram possível a conclusão deste trabalho.

Agradeço também a todos os professores que me acompanharam durante a graduação, somando seus conhecimentos para a minha formação.

RESUMO

Este estudo se propõe a investigar como alguns tipos de signos, sendo estes símbolo, ícone e índice, onde são usados para construção de significados sobre o conteúdo de radioatividade, a partir de uma intervenção pautada na resolução de problemas. Partimos da premissa de que a aprendizagem é um processo dinâmico, sendo mediado por signos. Estes são divididos em três categorias: ícones, índices e símbolos. Assim, elaboramos uma intervenção a qual foi aplicada a um grupo de cinco alunos, dentro de uma abordagem de pesquisa qualitativa. Ao final da intervenção, apresentamos dois problemas, em que os alunos tiveram que responder. O processo de resolução dos problemas foi registrado em áudio e posteriormente transcrito. Na análise, identificamos os três tipos de signos, sendo todos relevantes durante o processo de construção de significados. Além disso, destacamos a linguagem (tipo de signo símbolo) como aquela que atravessa todo o processo.

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

ABSTRACT

This study aims to investigate how some types of signs are used to construct meanings about the content of radioactivity, based on a problem solving intervention. We start from the premise that learning is a dynamic process, being mediated by signs. These are divided into three categories: icons, indexes and symbols. Thus, we developed an intervention that was applied to a group of five students, within a qualitative research approach. At the end of the intervention, we presented two problems, in which the students had to respond. The problem solving process was recorded in audio and later transcribed. In the analysis, we identified the three types of signs, all of which are relevant during the process of meaning construction. In addition, we highlight the language (type of sign symbol) as the one that goes through the whole process.

Keywords: Radioactivity. Semiotics. Meaning Construction.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1	Símbolo representando material venenoso	11
Figura 2	Modelo das interações entre as moléculas de água.	16
Figura 3	A liberação de gás é um signo do tipo índice que indica a ocorrência de uma reação química.	16
Figura 4	Imagem representando um estado de equilíbrio.	17
Figura 5	Projétil representando a bomba atômica	28
Figura 6	Explosão de um projétil de bomba atômica	29
Figura 7	Imagem do trifólio representando a radioatividade.	31
Figura 8	Caixão de chumbo, onde foi enterrado a menina Leide, morta após contaminação com elemento radioativo Césio 137, após acidente em Goiana.	32
Figura 9	Foto de rapaz com deformidade nas mãos após o contato com o elemento radioativo Césio 137, numa reportagem do Jornal do Brasil.	33
Figura 10	Representação dos símbolos Alfa, Beta e Gama (signo do tipo símbolo).	34
Figura 11	Demonstração de como é realizado o exame Pet Scan.	37
Figura 12	Imagem do pulmão com células cancerígenas sendo identificadas através do exame PETSCAN.	37
Figura 13	Equipamento onde é realizado o exame PET SCAN.	38
Figura 14	Aparelho para bronzamento artificial.	39
Figura 15	Indivíduo responsável em operar o equipamento PET SCAN.	40

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	OBJETIVOS.....	13
2.1	Objetivo Geral.....	13
2.2	Objetivos Específicos.....	13
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
3.1	Semiótica.....	14
3.1.1	Tipos de signos – Peirce.....	15
3.1.2	Mediação semiótica – Vygotsky.....	16
3.2	Semiótica e o ensino de Química.....	19
3.3	Radioatividade.....	20
4	METODOLOGIA.....	25
4.1	Sujeitos de pesquisa e coleta de dados.....	25
4.2	Análise de dados.....	27
5	RESULTADOS E DISCURSÕES.....	31
5.1	Análise do primeiro problema.....	31
5.2	Análise do segundo problema.....	34
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	40
	REFERÊNCIAS.....	41
	APÊNDICE A – FIGURAS.....	44
	APÊNDICE B - INTERVENÇÃO.....	54

1 INTRODUÇÃO

O signo é estudado pelo campo da semiótica, o qual estuda os diferentes tipos de signos construídos pelos seres humanos, em seu contexto cultural, com o objetivo de analisar como construímos sentidos e significados nas diferentes atividades e ações humanas. O estudo dos signos teve início em meados da década de 1690 com filósofos como John Locke (1632- 1704), quando postulou uma doutrina dos signos, tendo como nome *semeiotiké*. Outro autor que trouxe uma contribuição no estudo da semiótica foi Charles Sanders Peirce (1839-1914), sendo este filósofo considerado fundador da semiótica moderna.

A ideia de que toda atividade humana é mediada por signos, construídos culturalmente é à base da semiótica, também discutida nas obras de Lev Vygotsky. Para este autor, a palavra (linguagem) se constitui como um dos principais sistemas semióticos. É nesse sentido que Vygotsky (1978) propõe o conceito de zona de desenvolvimento proximal (ZDP). Para o autor, signos são construídos e compartilhados socialmente, dessa forma, o discurso do outro pode mediar a construção de significados, sendo sua teoria conhecida como sociointeracionista. Assim, a zona de desenvolvimento proximal se torna relevante pelo fato de que a aprendizagem humana passa a ser considerada de natureza social, ou seja, o desenvolvimento no processo de aprendizagem se torna mais eficaz pelo fato da criança desde cedo interagir tanto com as pessoas que o cercam quanto com a cultura a qual pertence, manipulando/criando signos e construindo significados.

Retomando a ideia de Peirce (1894), o autor apresenta 3 estados da mente, sendo estes: reação, sentimento e lei. Ele ressalta que a junção destes 3 estados da mente chega ao aprendizado levando assim ao uso dos signos, em que o autor apresenta três tipos:

- 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.

Para Peirce (1894) o signo é tudo que representa algo para alguém. 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. Este é algo que relaciona o objeto à palavra usada, para dar nome ao objeto. De forma mais simples, Farias (2002) explica que um signo é um primeiro que estabelece algum tipo de relação com um segundo, denominado seu objeto. Assim, o primeiro e o segundo determinam um terceiro, considerado o seu interpretante. Queiroz (2004) afirma que o signo é o primeiro, o objeto é o segundo, e o interpretante é o terceiro determinado pelo objeto com uma determinação do signo pelo objeto. Por exemplo, em laboratório, quando um aluno observa o símbolo representado na Figura 1, abaixo, a imagem é caracterizada como signo (primeiro), o seu objeto, neste caso, o material venenoso, é o segundo, e o aluno o terceiro (interpretante).

Figura 1. Símbolo representando material venenoso



Fonte: <https://cdn.pixabay.com/photo/2013/04/01/10/55/poison-98648_640.png> Acessado em 23 de jun. de 2017

Considerando que toda a ação humana é mediada semioticamente, a aprendizagem, como processo cognitivo, também é mediada por signos, pois envolve a construção de significados. De uma forma geral, os alunos são colocados a construir significados sobre determinados conceitos científicos (significados já estabilizados dentro de uma comunidade), tendo que, para isso, lançar mão de diversos recursos semióticos (desde recursos intrapsicológicos, como as concepções prévias, aos instrumentos didáticos usados pelo professor e o próprio discurso do outro). Trabalhos na literatura, tais como Gois e Giordan (2006) apresentam uma discussão sobre a semiótica de Charles Peirce no Ensino de Química, os autores destacam as contribuições das representações computacionais

no processo de significação nas aulas de química, sendo estas compostas por diferentes signos. Outro trabalho que discute a semiótica na química é de Scalco et al (2013) tendo como foco o modo pelo qual diferentes signos estão presentes nos livros didáticos de Química. Neste trabalho, os autores realizaram uma análise dos signos utilizados no conteúdo de ligações químicas, a partir da semiótica peirceana.

Scalco et al (2013) destacam como as representações em imagens são importantes para a compreensão de um determinado conteúdo de química. Outro trabalho que destacamos é o de Kavalek (2016), em que o autor aponta sobre a importância de investigar o caráter semiótico da química, visto que é comum o uso de diversos modelos e representações que caracterizam recursos semióticos para a aprendizagem, mas também para a própria comunicação no desenvolvimento em química.

Diante desse contexto, e se diferenciando dos trabalhos citados acima, achamos relevante investigar como alguns signos, na perspectiva de Peirce, são usados para construção de significados sobre Radioatividade durante o processo dinâmico de construção de significados (aprendizagem). Esse conteúdo foi escolhido devido ser uma área da química abstrata e de difícil compreensão dos alunos, sendo o uso de recursos semióticos bastante importantes para uma melhor compreensão da radioatividade. Assim, os objetivos deste trabalho são:

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar a construção de significados sobre o conteúdo de radioatividade através da mediação semiótica.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar tipos de signos (índices, símbolos, ícones) que os alunos utilizam para construir significados sobre o conceito de radioatividade;
- Categorizar os diferentes signos utilizados pelos alunos na construção dos significados;
- Indicar quais tipos de signos podem ser mais relevantes no processo de aprendizagem para os alunos participantes da pesquisa.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Semiótica

A semiótica é o campo que estuda os diferentes tipos de signos designados pelos seres humanos, como a linguagem e acontecimentos culturais. Segundo Romanini (2006), o signo é determinado por qualquer coisa que a ciência pretende conhecer e fazer sua representação. Sendo assim, o signo é algo que representa algo para alguém.

Peirce (2005) afirma que estes processos significativos são determinados pela materialidade das palavras e dos símbolos, tanto gestuais quanto escritos, e também naturais. 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, 2006).

Logo o signo abarca uma representação triádica, entre o signo, o objeto e o interpretante. Pierce (2005) pontua que o signo compreende três elementos: primeiridade, segundidade e terceiridade. Segundo o autor, a primeiridade é expressa através da consciência, em que há um entendimento superficial de algo. Já a segundidade é a percepção que os eventos externos trazem, estando eles interagindo constantemente com os seres humanos. Por fim, a terceiridade para Pierce (2005) é uma convenção, de um instinto natural ou de um ato intelectual, onde não precisa necessariamente ter ação entre o símbolo e um objeto.

Para explicar a teoria de Peirce, Gois e Giordan (2006) 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 considerado como um signo, pois está relacionado com um objeto. Quando a palavra béquer é lida por alguém, sua mente associa a palavra ou signo a um objeto de vidro de forma cilíndrica, aberto na parte superior e fechado na parte inferior, usado em laboratório. 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 um objeto abstrato, 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.

3.1.1 Tipos de signos – Pierce

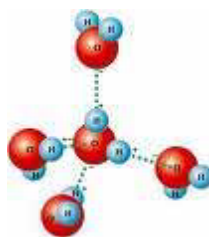
Peirce (1975) trata sobre o significado, representação e a forma pela qual os signos ajudam no conhecimento e comunicação de determinado assunto a um público alvo. Ele tem como base para sustentação de sua teoria a análise de como certos fenômenos, ou determinados objetos, funcionam como uma espécie de signo que abarca a representação triádica (signo x objeto x interpretante). Nessa mesma direção, Santanella (2004) afirma que primeiramente o signo se apresenta a mente, segundo, o signo traz sua referência, ou seja, aquilo que o representa e terceiro o que o signo irá despertar um significado em um intérprete corroborando assim com o que disse Peirce.

Nesta relação triádica, como já demonstrada, é aquela que envolve três partes – signo, objeto e interpretante. Pierce (1994) entendia que a relação triádica era de importância básica para o processo de conhecimento, pois ao apresentar os três elementos o processo de cognição seria facilitado devido à possibilidade de construção de significados do interpretante através da associação signo-objeto. Assim, segundo o autor, percebe-se como o uso de signos está na base dos processos cognitivos humanos, sendo estes considerados como funções mentais superiores (VYGOTSKY, 1988).

Peirce (1894) destaca três tipos de signos compreendidos: ícone, índice e símbolo, que denomina tricotomia, a qual passam a ser alvo de estudo desta monografia.

Em primeiro plano de análise desta tricotomia, pode-se conceituar o ícone como sendo aquele que demonstra a ideia das coisas que ele representa pelo simples fato de imitar suas características. Como exemplo, pode-se citar a relação da representação da molécula de água em formato de bola e vareta com a própria molécula (Figura 2). O objetivo da representação é comunicar todos os atributos da molécula, tais como o tamanho relativo dos átomos que a compõe e o ângulo de ligação (WARTHA; REZENDE, 2011).

Figura 2. Modelo das interações entre as moléculas de água.



Fonte: Google

<https://www.google.com.br/search?q=interac%C3%A7%C3%A3o+entre+as+moleculas+de+agua&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwjipsGB6cfUAhWJxpAKHSL0BE8Q_AUIBigB&biw=1024&bih=494> Acessado em 18 de jun de 2017.

O segundo tipo de signo é o índice, que promove a significação pelo fato de ser estabelecida uma relação através da experiência. 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 3. A liberação de gás é um signo do tipo índice que indica a ocorrência de uma reação química

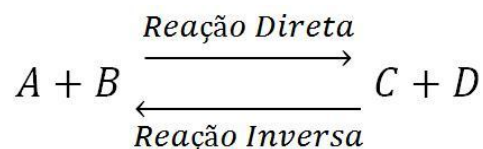


Fonte: Manual da Química <<http://manualdaquimica.uol.com.br/upload/conteudo/images/o-gas-hidrogenio-pode-ser-produzido-partir-uma-reacao-simples-troca-com-metais-56044f4f65446.jpg>>
Acessado em 17 de jun de 2017.

Por fim, temos o símbolo, o qual carrega consigo o significado através da palavra. As pessoas associam as palavras com seus significados de uso. Ou seja, ao pronunciar uma palavra, o interprete 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 convencionada. Por exemplo, numa equação química está convencionado que ao se representar flechas duplas existe um estado de equilíbrio químico (Figura 4). Assim, foi estabelecida uma relação entre a flecha dupla e o processo químico.

Figura 4. Imagem representando um estado de equilíbrio.



Fonte: Google

<https://www.google.com.br/search?q=estado+de+equil%C3%A9brio&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjZk7GA7MfUAhWBj5AKHQO5BmoQ_AUICigB&biw=1024&bih=494> Acessado em 18 de junho de 2017

A importância do uso de signos na cognição humana foi amplamente abordada por Lev Seminovitch Vygotsky, em seus estudos sobre mediação semiótica. No próximo tópico será discutido como Vygotsky compreende a função dos signos na mediação do desenvolvimento das funções mentais superiores.

3.1.2 Mediação semiótica – Vygotsky

Segundo Vygotsky (1988), os signos são ferramentas culturais desenvolvidas pelo ser humano. Dessa forma, eles guardam em si características de elementos convencionados culturalmente. Ao tratar o signo como ferramenta, Vygotsky aponta sobre como eles são usados no desenvolvimento da cognição humana.

Vygotsky (1988) aponta que continuamente as pessoas estão internalizando signos e seus significados instituídos culturalmente. Dessa forma, o processo de aprendizagem, em que os conceitos científicos são representados por signos com significados estáveis compartilhados por uma comunidade, diz respeito à internalização dos significados associados aos signos. Além disso, segundo Valsiner (2012), esses signos são externalizados durante a ação do sujeito no ambiente. Nessa externalização, novos significados são construídos, visto que uma nova

síntese é utilizada pelo sujeito na hora que ele expressa alguma ideia. Ou seja, a aprendizagem não é caracterizada pela repetição de algo que já foi dito antes (externalização exata dos significados internalizados através dos signos anteriormente), mas, sim, através de uma nova síntese, promovendo a externalização ou criação de novos signos (SILVA; LYRA, 2017). Assim, chega-se à concepção de que a aprendizagem, como processo cognitivo, também é mediada por signos, envolvendo a construção de novos significados.

Para Vygotsky (1998), 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. É a partir disto que Vygotsky (1998), afirma que o instrumento principal que medeia o mundo com o ser humano é a linguagem, sendo este o principal sistema semiótico. O autor russo 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 apud SILVA, 2016).

Depois do processo de desenvolvimento, surge a relação entre o pensamento e a linguagem e é a partir daí que surge o processo de desenvolvimento cognitivo. É neste processo que há a formação de conceitos, o qual está diretamente relacionado com o fato do ser humano, a partir de instrumentos mediadores, se relacionar com o mundo (SILVA, 2016).

É nesse sentido que Vygotsky (1978) propõe o conceito de zona de desenvolvimento proximal (ZDP). Para o autor, signos são construídos e compartilhados socialmente, dessa forma, o discurso do outro pode mediar à construção de significados, sendo sua teoria conhecida como sociointeracionista. Assim, a zona de desenvolvimento proximal se torna relevante pelo fato de que a aprendizagem humana passa a ser considerada de natureza social, ou seja, o desenvolvimento no processo de aprendizagem se torna mais eficaz pelo fato da criança desde cedo interagir tanto com as pessoas que o cercam quanto com a cultura a qual pertence, criando signos e construindo significados.

Segundo Bezerra e Meira (2006), a ZDP nada mais é que um processo de intersubjetivação. Sendo assim a ZDP explica que o funcionamento dos sujeitos se dar por interação, em que há trocas discursivas que fazem emergir um campo semiótico. No processo de aprendizagem este conceito traz a ideia de que o professor deve interferir na ZDP dos alunos, permitindo que eles façam sozinhos, algo que não conseguiam antes, mas que possuam ajuda tanto do professor quanto de colegas mais experientes (BEZERRA; MEIRA, 2006).

3.2 Semiótica e o ensino de Química

A partir da compreensão de como os seres humanos se utilizam de signos para construir significados, de forma geral, os trabalhos na literatura trazendo a semiótica no ensino de química têm como proposta apresentar como o estímulo no uso de signos por parte do professor pode auxiliar no processo de ensino e aprendizagem.

A Química, mesmo sendo uma ciência experimental, apresenta certo nível de abstração, sendo necessário o uso de diversos signos (ícones, índices e símbolos) para representar fenômenos, processos e objetos. Assim, estudos que versem sobre o papel da semiótica no ensino de Química podem se configurar como importantes para a compreensão de como esses signos são internalizados e externalizados.

No levantamento de trabalhos, de modo geral, identificou-se que os trabalhos têm questões de pesquisas diferentes, porém os objetivos de uso coincidem, os quais defendem a ideia de que o estímulo no uso de vários tipos de signos possibilita avanços no processo de ensino e aprendizagem, além de tornar a aula mais compreensível aos olhos dos alunos.

O trabalho de Scalco et al (2013) trás uma discussão sobre a semiótica na química tendo como foco o modo pelo qual diferentes signos estão presentes nos livros didáticos de Química. Neste trabalho, os autores realizaram uma análise dos signos utilizados no conteúdo de ligações químicas, a partir da semiótica peirceana. Scalco et al (2013) destacam como as representações em imagens são importantes para a compreensão de um determinado conteúdo de química.

Os participantes desta pesquisa foram alunos do 3º do ensino médio, em que foram apresentadas imagens representando as ligações químicas. Por meio de questionários, os alunos tiveram que realizar as observações e descrever o que eles

conseguiam compreender sobre as imagens. Na análise dos dados, os autores identificaram o grau de compreensão que os alunos tinham sobre o conteúdo de ligações químicas. Os autores concluíram que as imagens tem papel fundamental no processo de aprendizagem em química, porque os alunos conseguem compreender melhor os conceitos químicos visualizando os mesmos.

Gois e Giordan (2006) apresentam uma discussão sobre a semiótica de Charles Peirce no Ensino de Química. Os autores destacam as contribuições das representações computacionais no processo de significação nas aulas de química, sendo estas compostas por diferentes signos.

Os autores afirmam que este tipo de recurso em forma de animação de imagens, simulações que são oferecidos no uso de computadores podem trazer contribuições significativas no processo de construção do conhecimento na sala de aula de química. Gois e Giordan (2006) abordam, ainda, essas contribuições em níveis, sendo estes níveis: macroscópico, submicroscópico e simbólico. Segundo os autores, o nível macroscópico se dá pela visualização de fenômenos que eles poderiam realizar em sala de aula e também nos laboratórios, contudo é possível visualizar determinado fenômeno em uma animação sem ter a necessidade de o aluno ir para o laboratório realizá-lo.

O nível submicroscópico, dá-se pela visualização de figuras estáticas simbolizando os átomos e suas diversas formas de representação, em que os recursos gráficos computacionais, são usados para simular movimentações relativas entre as partículas devido às colisões intermoleculares e a própria temperatura. Este tipo de representações segundo os autores pode ser utilizado para construir um conhecimento cuja à construção não seria possível de outra forma ou seria mais complicado utilizando apenas palavras e imagens estáticas.

Já o nível simbólico tem por finalidade trazer significados através de representações químicas, onde existem vários símbolos próprios da química, onde os autores trazem dois exemplos dessas representações, a representação pela fórmula estrutural condensada e o outro exemplo é por moléculas virtuais tridimensionais, em que são construídas por programas específicos de computadores.

A utilização destes recursos computacionais para visualização de representações no processo de ensino e aprendizagem nesta outra dimensão do

conhecimento químico pode contribuir para os alunos uma perspectiva voltada para o conhecimento científico.

Já Kavalek et al (2016) apontam sobre a importância de se investigar o caráter semiótico da química, visto que é comum o uso de diversos modelos e representações que caracterizam recursos semióticos para a aprendizagem. Os autores afirmam que a química já possui sua própria semiótica, pois desde a época dos alquimistas já existiam sua própria linguagem simbólica e esta vem sendo aperfeiçoada no decorrer dos anos até os dias atuais.

Maria et al (2013) analisa os registros semióticos presentes em aulas de Química ministradas para o nível médio tendo como objetivo principal identificar e compreender quais registros foram usados e como eles foram utilizados dentro da sala de aula.

Registros semióticos foram utilizados pela docente e também pelos alunos, com isto houve discussões de como foram abordados estes registros semióticos na sala de aula e a importância de utilização de recursos semióticos no processo de aprendizagem nas aulas de química.

Outro ponto abordado foi de que os professores tenham a compreensão destes registros semióticos utilizados na sala de aula, onde se concluiu que isto nem sempre acontece, que além desta falta de compreensão dos próprios docentes, existem também níveis diferentes de compreensão por partes dos alunos, estes conseguem assimilar o que foi passado de forma diferente.

Com isto os professores devem entender a importância de se trabalhar com diferentes tipos de recursos semióticos, além de desenvolver várias maneiras de abordar estes recursos para uma melhor compreensão dos alunos, visto que eles aprendem de formas diferentes.

3.3 Radioatividade

A radioatividade é a área de química que explica o fenômeno do qual o núcleo atômico sofre transformação e nesta transformação há emissão de radiação, tendo como consequência neste processo a formação de novos elementos químicos.

A radioatividade surgiu em 1895, por Wilhelm Roentgen que associou o primeiro fenômeno a descoberta dos raios X. (MARTINS, 1990). Roentgen observou que uma placa coberta com um material fluorescente (platinocianeto de bário) se

tornava luminescente quando num tubo de raios catódicos (tubo de Crookes ou Lenard) era ligado em sua proximidade – embora o tubo estivesse envolto em papel opaco. Dedicando-se imediatamente e de modo muito intenso ao estudo do fenômeno. (MARTINS, 1990, P. 1).

Logo após esta descoberta, outros grandes nomes da química, descobriram elementos radioativos naturais. Marie Curie, em 1911, por exemplo, ganhou o prêmio Nobel de química por descobrir dois elementos radioativos sendo eles o polônio e o rádio, presentes em minérios de urânio. Em 1908 Rutherford ganhou o prêmio Nobel por descobrir as emissões radioativas alfa e beta em 1900, Paul Vilard descobriu a emissão gama. (MARTINS, 1990).

Esta área da química é tida pelos alunos como uma área de difícil compreensão, pelo fato de ser complexa segundo Sousa et al (2010), onde os alunos criam uma barreira negativa no processo de ensino e aprendizagem, outro ponto relevante e notado, é que os alunos associam a radioatividade como algo negativo e prejudicial, pelos vastos acidentes já ocorridos tanto no Brasil como em outros lugares no mundo com os elementos radioativos, tanto acidentalmente quanto de forma provocada em guerras civis, trazendo graves consequências aos lugares afetados e as pessoas que viviam no local (AQUINO; CHIARO, 2013). Outra dificuldade no processo de aprendizagem dos alunos sobre a radioatividade decorre dos próprios professores, onde estes, muitas vezes não tem o domínio sobre o assunto, ou até mesmo não dão tanta importância, resumindo ao máximo este assunto dentro da sala de aula, Mayer et al (2000).

Este assunto pode ser abordado pelo professor dentro da sala de aula em diversos contextos, não só trazendo os malefícios que a radioatividade trás, mas também os seus benefícios, sendo os benefícios atuantes em diversas áreas, como na rede alimentícia, em usinas na produção de energia, na área da saúde, ajudando no tratamento de doenças.

No levantamento de trabalhos, no ensino de radioatividade abordado em sala de aula, identificou-se que os trabalhos têm questões de pesquisas diferentes, porém os objetivos de uso coincidem pelo fato da importância de abordar a radioatividade em sala de aula de maneira detalhada, não de forma rápida como é de costume em algumas escolas por inúmeros motivos.

O trabalho de Pinto e Marques (2010), teve como proposta de incluir o ensino de radioatividade na primeira série do ensino médio, pois é neste momento que os

alunos iram aprender a constituição e a estrutura da matéria, massas atômicas, características dos átomos e tabela periódica, e que segundo os autores além desses conhecimentos os alunos devem aprender ligações químicas (íons), pois as radiações provocam a ionização do ar, a partir daí, o professor já poderá dar início aos assuntos que abordam a radioatividade especificamente com as transformações no núcleo atômico, a estabilidade, os tipos de emissões radioativas, a cinética da desintegração.

A proposta metodológica do trabalho foi desenvolvida da seguinte forma, o tema radioatividade foram passadas aos alunos em 5 aulas, onde cada encontro foi abordada uma área da radioatividade, sendo abordados em cada aula respectivamente, os 20 anos do acidente radioativo em Goiânia, a história da radioatividade, a descoberta das partículas radioativas, aplicações das reações nucleares e por último, perigos e acidentes radioativos.

Os autores concluíram que a proposta de um material completo e contextualizado sobre a radioatividade, sendo aplicado desde a primeira série do ensino médio se mostra relevante e promissora, onde em cada área abordada foi adotado um material didático, como artigos, documentários para auxiliar o livro didático, que segundo os autores o aprendizado seria mais abrangente e aguçaria a alfabetização científica dos alunos.

Outro trabalho abordando a radioatividade no ensino médio é o de Silva et al (2011), o qual teve como objetivo investigar as percepções de alunos do primeiro ano do Ensino Médio sobre o tema radioatividade trabalhado através de abordagem CTS. A motivação do presente trabalho se deu pelos inúmeros questionamentos dos próprios alunos sobre o uso de usinas nucleares e, a partir disso, buscou-se uma complexa interpretação sobre o tema lançadas para estes alunos. Além de instigá-los ainda mais sobre este tema trazendo curiosidades e questionamentos sobre o assunto.

O trabalho foi desenvolvido para 190 alunos de sete turmas diferentes do primeiro ano do ensino médio, sob orientação dos professores de química, física, biologia e português, tornando o trabalho interdisciplinar. A turma foi dividida em dois grandes grupos e cada grupo recebeu material sobre o tema radioatividade, especificamente a energia nuclear. Estes grupos debateram entre si, sendo que um grupo era a favor deste tipo de energia e o outro contra. Cada grupo argumentou a seu favor, logo após, cada aluno individualmente escreveu uma redação sobre seu

entendimento sobre o assunto, de forma livre, em que eles puderam expressar suas opiniões. Foi neste momento que o professor de português tomou a frente para as correções das redações, auxiliando os outros professores com o trabalho proposto.

A conclusão do trabalho se deu que ao analisar as redações houve a percepção de que os alunos envolvidos não tinham uma interpretação complexa sobre o assunto, onde a grande maioria se deteve em ficar apenas contra ou a favor das usinas sem nenhum aprofundamento do que se tratava, simplesmente opinaram sem ao menos explicar suas opiniões, alegando terem visto em programas de televisão e redes sociais aquela visão apresentada por eles, com isto concluiu-se que os professores podem abordar determinados assunto de forma diferenciada para que o aluno expresse e explique a sua opinião, tornando-o capaz de se tornar crítico sobre temas diversos.

4 METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada na perspectiva de investigar como os três tipos de signos, na perspectiva de Peirce, são usados por um grupo de estudantes do ensino médio para construção de significados sobre o conteúdo de radioatividade. Esse conteúdo foi escolhido devido ser uma área da química com certo nível de abstração e de difícil compreensão dos alunos, sendo o uso de recursos semióticos bastante importante para uma melhor compreensão dos conceitos envolvidos.

A coleta de dados foi realizada em uma escola de referência em ensino médio da cidade de Caruaru a partir do registro em áudio e vídeo de toda a intervenção, além das respostas dos alunos acerca de dois problemas colocados ao final. Esta pesquisa se caracteriza como de caráter qualitativo. Segundo Godoy (1995), uma pesquisa qualitativa expressa característica específica, sendo ela de caráter descritivo. Assim, como uma pesquisa qualitativa não se preocupa com o grande número de ocorrência de um fenômeno em uma grande amostra, o trabalho foi realizado com um grupo pequeno de 5 alunos, pela facilidade de coletar e analisar os dados, havendo uma possibilidade de observar melhor o processo de aprendizagem a partir da mediação semiótica.

A utilização de registros em áudio e vídeo na coleta de dados se deu para uma melhor observação do processo. Este recurso, segundo Pallatiere e Grado (2010), é fundamental, pois a vídeogravação consegue registrar movimentos das ações mentais e também movimentos corporais. Powell et al (2004), afirma que o vídeo além da sua importância, há também uma flexibilidade que este recurso trás para coletar os dados tanto oral quanto visual e ainda poder analisar estes dados diversas vezes, o recurso ainda possibilita capturar detalhes que podiam passar despercebidos aos olhos humano, detalhes estes que podem interferir diretamente na pesquisa realizada.

4.1 Participantes da pesquisa e coleta de dados

Participaram da pesquisa um grupo de cinco alunos do 1º ano do ensino médio. O critério para a escolha destes alunos foi o fato deles não terem tido aulas sobre a radioatividade ainda na escola. Além disso, a ideia de se trabalhar com um grupo pequeno de alunos se dá pela facilidade para coleta e análise dos dados, havendo maior possibilidade de observação do fenômeno a ser estudado (neste

caso, o uso dos signos pelos alunos). Sendo o objeto de estudo o processo pelo qual os alunos irão usar os signos, não seria relevante a estruturação de uma sequência didática envolvendo toda a turma, pois além de dificultar a coleta e análise de dados, a sequência didática não interferiria no resultado do estudo.

A intervenção foi realizada em dois momentos, nos quais foram ministradas aulas sobre o conteúdo de radioatividade, trazendo desde a sua descoberta até as suas aplicações, abordando os seus benefícios e malefícios. Logo após a intervenção, exibimos dois vídeos, nos quais os alunos puderam visualizar e verificar fatos que já ocorreram que envolve a radioatividade:

O primeiro vídeo se tratou do acidente que ocorreu em Goiânia-GO, em 13 de Setembro em 1987. Dois homens que coletavam lixo para vender em ferro velho, vasculharam as antigas instalações do instituto Goiano de radioterapia que se localizava no centro da cidade. Estes homens removeram um antigo equipamento de radioterapia que se encontrava no hospital abandonado, e venderam o tal equipamento para um ferro velho. Lá este foi aberto e dentro da cápsula foi encontrado um pó branco. Estes homens não faziam ideia do que se tratava o equipamento e muito menos o pó que haviam encontrado nele. O pó se tratava do cloreto de cézio 137 (CsCl).

Essa substância chamava a atenção, pois ela brilhava no escuro, emitindo uma coloração azul. Logo, o pó foi compartilhado com vizinhos e familiares por ser visto como algo sobrenatural ao brilhar no escuro sem uma aparente explicação. A partir disto, as pessoas que tiveram contato com a substância começaram a apresentar sintomas como náuseas, vômitos, entre outros. Nenhum hospital conseguiu identificar do que se tratava os sintomas que começaram após quatro horas depois do contato com o cloreto de cézio 137. A partir daí, muitas pessoas que tiveram contato com a substância externa e internamente vieram a óbito e muitas outras ficaram com sequelas, sendo este considerado o maior acidente radioativo do Brasil e do mundo ocorrido fora das usinas nucleares.

No segundo vídeo, mostra a radioatividade contextualizando com a medicina em uma aplicação benéfica com o exame PET SCAN, onde este foi produzido em 1973 na universidade de Washington, este exame 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 pode-se utilizar o PET SCAN, como na oncologia, na neurologia, fazendo com que haja uma melhor identificação do local exato para a¹ realização da biópsia, logo este exame pode ser usado em caso de dúvidas sobre os outros exames de imagens já realizados anteriormente.

Após a intervenção, foram propostos dois problemas, nos quais o grupo respondeu junto, tendo como auxílio o material que foi exposto em sala de aula. Os registros em áudio e vídeo foram, posteriormente, transcritos para a análise. Os dois problemas propostos aos alunos tiveram como objetivo verificar quais signos eles usaram para a resolução deles.

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?

4.2 Análise dos dados

As gravações realizadas no processo de coleta de dados foram analisadas na forma de transcrição. A transcrição foi adotada para esta análise para um melhor aproveitamento do material recolhido. Segundo Planas (2006), transcrever vídeo-gravações é a forma de transformar o que se ouve em textos. Segundo Lima (2015),

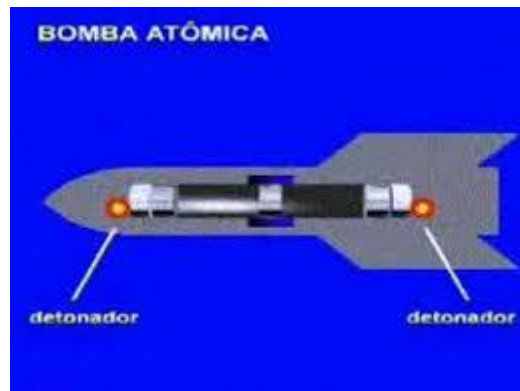
¹ <http://www.abc.med.br/p/exames-e-procedimentos/740267/pet+scan+o+que+e+por+que+fazer+como+e+feita+quem+deve+e+quem+nao+deve+fazer+quais+sao+as+possiveis+complicacoes.htm>> acesso em 23 de Junho de 2017.

as transcrições dos vídeos podem mostrar pontos importantes das falas dos sujeitos participantes das gravações. Estes pontos podem interferir diretamente no processo de análise, mas as transcrições não substituem as gravações, sendo que um material depende do outro.

As categorias utilizadas neste trabalho para análise da construção das respostas dadas pelos alunos, foi a partir dos tipos de signos que eles mobilizaram para responder os problemas propostos, podendo ser ícone, índice ou símbolos (PEIRCE 1894).

Como já discutido na fundamentação teórica do presente trabalho, o ícone é aquele tipo de signo que demonstra a ideia das coisas que ele representa pelo fato de representar suas características. Como exemplo dentro do conteúdo de radioatividade, podemos citar um desenho de um projétil representando uma bomba atômica (Figura 5).

Figura 5. Projétil representando a bomba atômica



Fonte: Google

<https://www.google.com.br/search?q=proj%C3%A9til+de+bomba+at%C3%B4mica&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwihvP25kOTUAhVEUZAKHduCApkQAUIBigB&biw=1024&bih=494#tbm=isch&q=+bomba+at%C3%B4mica+detonador&imgsrc=VN3jHal1YRt-rM>: acesso em 25 de Abril de 2017.

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. Na radioatividade o índice pode ser representado com fotos, por exemplo, mostrando as explosões de bombas atômicas (fumaça), ou seja, onde há fumaça, mostra indícios de uma grande explosão (Figura 6).

Figura 6. Explosão de um projétil de bomba atômica.



Fonte: Google

https://www.google.com.br/search?q=proj%C3%A9til+de+bomba+at%C3%B4mica&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwihvP25kOTUAhVEUZAKHduCApkQ_AUIBigB&biw=1024&bih=494#tbm=isch&q=proj%C3%A9til+bomba+at%C3%B4mica+detonador&imgsrc=g4TYLW0ZdwtAuM:> acesso em 25 de Abril de 2017.

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 interprete 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. Na radioatividade o símbolo pode ser representado pela imagem do trifólio (o mesmo nome que se dá às ervas com folhas em forma de trevo). Esta imagem representa a radioatividade, outras representações podem ser dada pelos símbolos alfa, beta e gama (Figura 7).

Figura 7. Imagem do trifólio representando a radioatividade



Fonte: Google

<https://www.google.com.br/search?q=projatil+de+bomba+atomica&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwihvP25kOTUAhVEUZAKHduCApkQ_AUIBigB&biw=1024&bih=494#tbm=isch&q=simbolo+da+radioatividade&imgsrc=ZZKIBFMyYGfywM:> acesso em 24 de Abril de 2017.

Um ponto importante estabelecido neste trabalho foi que os signos utilizados durante a intervenção para discutir o conteúdo de radioatividade foram previamente categorizados como índice, ícone e símbolo. No Apêndice, apresentamos todos os signos utilizados com suas respectivas classificações.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir apresentaremos as análises dos dois problemas, que diz respeito à construção de significados a partir dos signos apresentados na intervenção sobre o tema radioatividade, onde estes mesmos signos serviram como mediadores para os alunos construírem suas respostas finais para os problemas proposto, evidenciando suas características bem como os signos mais relevantes para estas construções.

5.1 Análise do primeiro problema

Na resolução do primeiro 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. Podemos destacar que tais signos foram relevantes no processo de aprendizagem sobre o conteúdo de radioatividade, pois como os alunos não tinham conhecimentos científicos sobre o assunto, estes signos serviram como mediadores, no que diz respeito à formulação de explicações para o problema proposto.

Especificamente, os signos mais relevantes identificados foram:

- A imagem do sepultamento de uma menina que teve contato com o cézio-137 no acidente de Goiânia, que representa um signo do tipo índice. Essa classificação se dá pelo fato da imagem indicar que houve um dano causado pela radioatividade que, neste caso, foi à morte da garota;
- A palavra “negócio”, utilizada algumas vezes pelos alunos, para indicar a substância cézio-137, ou seja, a palavra remete ao material, a substância. Mesmo sendo uma palavra/gíria com um significado muito amplo, no contexto de discussão ela foi usada para significar o material radioativo que causou o acidente em Goiânia. Assim, podemos classificar como um signo do tipo símbolo;
- A imagem do jornal, 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;
- As expressões externamente e internamente, utilizadas pelos alunos para mensurar o nível de agressão da radioatividade, distinguindo assim que o contato

externo pode causar danos visíveis no corpo, como foi no caso do indivíduo que ficou com sequela nas mãos, e o contato interno, que causou a morte da menina pelo fato da possível ingestão do elemento radioativo;

É importante destacar que a palavra (signo do tipo símbolo), expressa na linguagem e no discurso dos alunos, foi o signo mediador mais presente em todo o momento. Isso converge com as ideias de Vygotsky (1988), em que o autor coloca a linguagem como o sistema semiótico mais importante, visto que é por meio da linguagem que interagimos com o mundo.

Fora a linguagem, o tipo de signo mais apresentado pelos alunos na resolução do primeiro problema foi o índice, que foi caracterizado pelo caso da menina de Goiana, o qual foi apresentado por meio de fotos do funeral (Figura 8). Nas imagens, a menina aparecia em um caixão de chumbo, onde foi sepultada. A causa da morte, discutida pelos alunos, faz referência à ingestão do material radioativo, sendo expresso pelos alunos a partir do signo do tipo símbolo (negócio):

Aluno 4: Acho que a menina que morreu foi porque ela teve um maior contato com o “negocio”.

Figura 8: Caixaão de chumbo, onde foi enterrado a menina Leide, morta após contaminação com elemento radioativo Césio 137, após acidente em Goiana (signo do tipo índice).



Fonte: Google

<https://www.google.com.br/search?q=menina+enterrada+no+caix%C3%A3o+de+chumbo&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiov5Tcz9fUAhVBhZAKHS-nAoUQ_AUIBigB&biw=1024&bih=494#imgrc=jWfxJW954DLyCM> acesso em 24 de Junho de 2017.

Eles conseguiram mensurar os tipos de radioatividade, sendo elas alfa, beta e gama (como foi mostrado na intervenção). Consequentemente o nível de agressão que estes tipos de radiações causam ao ser humano, sendo estes respectivamente, baixo, moderado e alto.

Os resultados apresentados acima convergem com a discussão realizada por Peirce (2005). Segundo o autor, estes 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, 2006).

Ao problema proposto, os alunos concluíram que houve sequelas na população, sendo a construção dessa resposta mediada por um signo do tipo ícone. Durante a intervenção foi mostrado aos alunos reportagens com fotos de pessoas que ficaram com sequelas após serem expostas à radiação (Figura 9). Além disso, no vídeo sobre o acidente de Goiânia foi mostrado pessoas que foram a óbito pela ingestão da substância.

Figura 9: 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: Google

<https://www.google.com.br/search?q=elemento+c%C3%A9sio+137+acidente+goiana&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi75onS3tfUAhWljpAKHduOBQIQ_AUIBigB&biw=1024&bih=4

45#tbm=isch&q=pessoas+com+sequelas+acidente+goiana&imgsrc=NqBF9d1ZFD27MM:> acesso em 24 de Junho de 2017.

Na resolução do problema, os alunos destacaram que aquela população até hoje tem sequelas do acidente, a partir da associação com as fotos das reportagens mostrando os diversos tipos de deformidades nas pessoas. No que diz respeito ao poder de perfuração das partículas radioativas, os índices também foram mensurados quanto às imagens mostrando o enterro da menina em um caixão de chumbo que morreu precocemente após o contato com o cézio, pois ao verem o caixão, eles remeteram a morte, e aos símbolos vistos na intervenção, que foi outro signo identificado nas respostas dos alunos, estes representando os tipos de radiação alfa, beta e gama, onde foram associados ao nível de agressão ao corpo humano e ao poder de penetração do elemento radioativo.

Figura 10: Representação dos símbolos Alfa, Beta e Gama (signo do tipo símbolo).

(α)

(β)

(γ)

Nas observações realizadas nas falas de um dos alunos, notamos como o tipo de signo símbolo também esteve presente, ao ser diferenciado o tipo de dano (interno ou externo) a partir da associação com o poder de perfuração de cada tipo de radiação:

- Aluno 1; O dano interno sempre vai ser maior que o externo porque vai afetar os órgãos das pessoas, podendo ocasionar a morte delas, como foi o caso da menina do vídeo que morreu.

5.2 Análise do segundo problema

Na resolução do segundo problema, também identificamos os três tipos de signos: índice, ícone e símbolo. Observamos que esses signos foram necessários para construção de significados no sentido que forneceram subsídios para a

construção da resposta final ao problema. Destacamos que os signos foram relevantes no processo de aprendizagem sobre o conteúdo de radioatividade, pois como os alunos não tinham conhecimentos científicos sobre o assunto e não tinham o conhecimento sobre o exame PET SCAN. Eles não conseguiram associar o citado exame com a radioatividade antes de apresentar o vídeo. Neste abordou-se como funcionava o exame, suas indicações e qual sua finalidade, eles puderam visualizar através do vídeo variados signos, sendo eles ícone, índice e símbolos estes signos puderam ampliar o pouco conhecimento pré-existente dos alunos, ajudando-os a responder o problema proposto.

Especificamente, os signos mais relevantes foram:

- A imagem do vídeo mostrando como o exame identifica tumores, este sendo mostrado através da mudança de cor no local atingido por células cancerígenas, havendo uma mudança de coloração. Essa imagem se caracteriza como um tipo de signo índice;
- A imagem do aparelho Pet Scan sendo associado ao aparelho de bronzamento ao associar a forma de exposição à radiação através de um aparelho, sendo um signo do tipo ícone, pois os a associação se deu a partir de uma semelhança de atributos;
- 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 ícones;
- Assim como no problema anterior, o tipo de signo símbolo atravessou todo processo de resolução do problema, sendo caracterizado pela linguagem.

Observamos o uso do signo ícone no momento que os alunos enfatizaram o benefício que a radioatividade pode trazer aos seres humanos, onde eles remetiam ao átomo como sendo este lançado ao corpo humano através de um equipamento para a visualização de possível tumor no corpo, este local podendo mudar a coloração onde pode ser detectado no exame, onde eles puderam visualizar no vídeo apresentado sobre o exame Pet Scan.

Figura 11: Demonstração de como é realizado o exame Pet Scan.



Fonte: Google

https://www.google.com.br/search?q=atomos+sendo+lan%C3%A7ados+no+exame+pet+scan&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjwNzy0_jUAhXGWpAKHZMkA_0Q_AUIBygC&biw=1024&bih=494#imgsrc=m6WLDhLSYGRjZM: acesso em 07 de Julho de 2017.

O uso do signo tipo índice se deu quando os alunos se refeririam à visualização de um possível tumor através da mudança de coloração (Figura 12). Conseguimos identificar o que foi falado pelos alunos (mesmo com alguns erros conceituais), que a mudança de coloração indica indícios de possíveis células cancerígenas no corpo humano, onde podemos constar em uma das falas dos alunos:

Aluno 3: vai detectar, reagir com o átomo do corpo e vai gerar o local e vai mostrar a imagem.

Figura 12: Imagem do pulmão com células cancerígenas sendo identificadas através do exame PETSCAN.

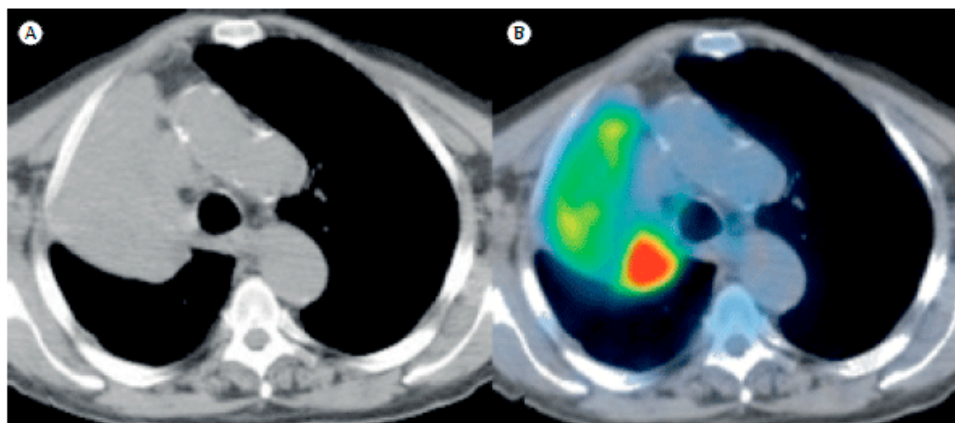


Figura 4 - PET/TC de paciente do sexo masculino, de 60 anos de idade, com diagnóstico de câncer de pulmão de células não pequenas e recebendo radioterapia. Apesar da detecção de uma grande massa no lobo superior direito na TC de tórax (A), a diferenciação entre o tumor e as estruturas normais circundantes não teria sido viável sem o auxílio da PET/TC (B).

Fonte: Google

<https://www.google.com.br/search?tbm=isch&q=imagem+identificando+tumor+no+exame+petsacn&ei=AjBPWZ7MLYW6wATlz6noCA&emsg=NCSR&noj=1#imgsrc=JRbUMagO5vK-2M>: acesso em 25 de Junho de 2017

Outro signo observado através da discussão dos alunos para resposta do segundo problema foi quando eles mencionaram a forma que radiação entrará em contato com o corpo humano, quando eles visualizaram o equipamento do exame PET SCAN e logo remeteram a radioatividade transferida através dele para detecção de células cancerígenas no corpo, ou seja, o equipamento indicou a presença de radiação, logo o signo observado foi o índice, como é possível identificar na fala de um dos alunos:

Aluno 1: 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.

Figura 13: Equipamento onde é realizado o exame PET SCAN.



Fonte: Google

https://www.google.com.br/search?noj=1&tbm=isch&sa=1&q=imagens+do+exame+pet+scan&oq=imagens+do+exame+pet+scan&gs_l=img.3...3966.16086.0.16352.29.26.3.0.0.0.286.3598.0j6j11.17.0....0...1.1.64.img..9.18.3381...0j0i67k1j0i30k1j0i8i30k1.je8iUh8ezEE#imgsrc=jM9kSjoezVYezM:> acesso em 25 de Junho de 2017.

A partir desta colocação dos alunos, surgiram outras discussões, levando os alunos a associarem este equipamento que trás o benefício da radioatividade para a medicina a outro equipamento, este sendo o aparelho para bronzamento artificial, o qual se enquadra a trazer estética ao corpo humano. Foi possível esta observação através da fala de um dos alunos:

Aluno 4: É aquele aparelho que deixa a pele bronzada, deve ser do mesmo jeito.

Figura 14: Aparelho para bronzamento artificial.



Fonte: Google

https://www.google.com.br/search?q=aparelho+para+bronzamento+artificial+do+corpo+humano&noj=1&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwip6tzhjtjUAhWFkpAKHVZvALkQ_AUICygC&biw=1024&bih=445#imgsrc=ixptOUSyeQHVEM: acesso em 25 de Junho de 2017.

Outra observação realizada através das repostas dos alunos foi a referência deles ao se retratarem de 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 esta sendo submetido ao exame.

Foi possível observar através da fala de um dos alunos essa referência citada acima:

Aluno 3: 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.

Figura 15: Indivíduo responsável em operar o equipamento PET SCAN.



Fonte: Google

https://www.google.com.br/search?noj=1&biw=1024&bih=445&tbm=isch&sa=1&q=prote%C3%A7%C3%A3o+no+exame+pet+scan&oq=prote%C3%A7%C3%A3o+no+exame+pet+scan&gs_l=img.3...151614.156201.0.156570.20.15.0.0.0.329.2808.0j4j6j2.12.0....0...1.1.64.img..11.1.265...0j0i7i30k1j0i30k1j0i24k1.1Xqiny8zHW4#imgsrc=A9_Ba_QWLx0YvM: acesso em 25 de Junho de 2017.

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 os signos presentes nesta discursão em Índices ao se retratar que por haver toda uma estrutura na formulação do exame é pelo fato do indicio de radioatividade e do risco que a falta de estrutura pode ocasionar.

O ícone também pôde ser observado ao relato que foi dado através das imagens vistas pelos alunos, mostrando indivíduos ao manipularem materiais radioativos de forma preventiva para não entrarem em contato com a radiação excessiva, evitando assim prejudicados por esta exposição excessiva.

Assim pôde observar que as respostas dadas pelos alunos tiveram influência sobre os signos presentes na intervenção aplicada a eles, onde os mesmos conseguiram fazer uso dos ícones, índices e símbolos para responder os dois problemas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo se propôs a investigar como alguns signos são usados para construção de significados, verificando assim como os signos utilizados numa intervenção sobre Radioatividade permitem, em um processo dinâmico, a construção de significados o tema proposto. O estudo teve por objetivo verificar de que forma os signos facilitam o processo de aprendizagem sobre a radioatividade, tal estudo de signos, foram baseados sob a perspectiva de Peirce, já que este é considerado um dos fundadores da semiótica.

A partir dos dados analisados, identificamos os 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 emerge. 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.

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 monografia. 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.

Conclui-se assim que o presente trabalho alcançou os objetivos traçados, ao se analisar a construção de significados sobre o conteúdo de radioatividade através da mediação semiótica. Identificamos quais signos os alunos usaram para resolver os problemas e a partir daí categorizou-se os diferentes signos utilizados pelos alunos na resolução dos problemas.

REFERÊNCIAS

- AQUINO. K.A.S.; CHIARO. S.; Uso de Mapas Conceituais: percepções sobre a construção de conhecimentos de estudantes do ensino médio a respeito do tema radioatividade (2013).
- BEZERRA, H., MEIRA, L.R.L. Zona de desenvolvimento proximal: Interfaces com os processos de intersubjetivação. Psicologia Cognitiva: Cultura, desenvolvimento e aprendizagem (2006).
- FARIAS, P.L.; Imagens, diagramas e metáforas: uma contribuição da semiótica para o design da informação (2002).
- GODOY. A.S.; Introdução a pesquisa qualitativa e suas possibilidades, in revista de administração de empresas, v.35, n.2 Mar/Abr. (1995).
- GOIS, J.; GIORDAN, M.; Semiótica na química: A teoria dos signos de Peice para compreender a representação, 2006.
- JORGE, A. M.G.; O que é um signo, 1894.
- KAVALEK, D.S.; RIBEIRO, M.A.P.; MORAES, D.; BARCELAR, L.; NUNES, N.S.; SOUZA, D.O.G.; Charles Sanders Peirce e a química, XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ Florianópolis, SC, Brasil – 25 a 28 de julho de 2016).
- LIMA, F.H.; Um método de transcrições e análise de vídeos : A evolução de uma estratégia, 2015.
- MARIA. C.J.; TOMASIELLO. M. G. C.; LOPES. J.B.; Os registros semióticos em aulas de Química do ensino médio e a aprendizagem significativa, Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC Águas de Lindóia, SP – 10 a 14 de Novembro de 2013.
- MARTINS, R.A.; Como Becquerel não descobriu a radioatividade, Cad. Cat. Ens. Fís., Florianópolis, 7 (Número Especial): 27-45 , jun. 1990.
- MAYER. M.; LEÃO. A.M.A.C.; JOFILI. Z.; BASTOS. H.; PROFESSOR: MEDIADOR ENTRE O ABSTRATO E O CONCRETO (2000).
- MORTIMER, E.F.; CHAGAS, A.N.; ALVARENGA, V.T.; Linguagem científica versus linguagem comum nas respostas escritas de vestibulando, Investigações em Ensino de Ciências – V3(1), pp. 7-19, 1998.
- PALLATIERI, M; GRANDO, R. C.A importância da videogravação enquanto instrumento de registro para o professor do pensamento matemático de crianças pequenas. Horizontes, São Francisco, v. 21, n. 2, p. 21-29, jul./dez. 2010. PEIRCE, C. S. Semiótica. 2005. Editora Perspectiva, São Paulo, 2005.

PEIRCE, C. S. Classificação dos signos. In: PEIRCE, C. S. Semiótica e filosofia. São Paulo: Cultrix, EdUSP, 1975, p. 93-114.

PLANAS, N. Modelo de análises de vídeos para o estudo de processos de construção de conhecimento matemático. *Educación Matemática*, México, v. 18, n. 1, p. 37-72, abr. 2006.

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.

POWELL, A.; FRANCISCO, J.; MAHER, C. Uma abordagem à Análise de Dados de Vídeo para investigar o desenvolvimento de ideias e raciocínios matemáticos de estudantes. Tradução de Antônio Olímpio Junior. *Boletim de Educação Matemática - BOLEMA*. Rio Claro, n. 21, 2004

Queiroz, J. (2004). *Semiótica Segundo C.S. Peirce*. EDUC, São Paulo.

ROMANINI, Anderson Vinícius. *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.

SANTANELLA, L.; North; Winfried. *Comunicação e Semiótica*. São Paulo: Hacker, 2004.

SCALCO, K.C.; CORDEIRO, M.R.; KIILL, K.B.; Representações presentes nos livros didáticos: Um estudo realizado para o conteúdo de ligação iônica a partir da semiótica Peirceana. (2013).

SILVA, F.L.; PESSANHA, P.R.; BOUHID, R. (2011) Abordagem do tema controverso Radioatividade/Energia Nuclear em sala de aula no Ensino Médio – Um Estudo de Caso. VIII ENPEC, Campinas/SP.

SILVA, J.R.R.T.; *Rememoração e aprendizagem: construção de significados sobre o conceito de substância química*, Recife –PE (2016)

SOUSA, Antonia A., DUARTE, Renato S., OLIVEIRA, Maria Rosângela M., FREITAS, Maria Zélia S. O ensino de química: as dificuldades de aprendizagem dos alunos da rede estadual do município de Maracanaú – CE. In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DA PESQUISA E INOVAÇÃO, 2010, Maracanaú – CE (2010).

SOUZA, Líria Alves de. "Acidente com césio-137"; *Brasil Escola*. Disponível em <http://brasilecola.uol.com.br/quimica/acidente-cesio137.htm> acesso em 23 de Junho de 2017.

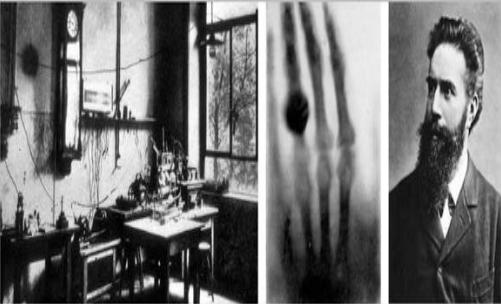
VALSINER, J.; *Fundamentos da psicologia cultural: Mundos da mente, mundos da vida* Porto Alegre: Artmed. (2012).

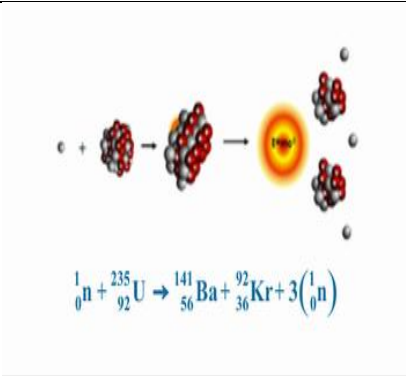
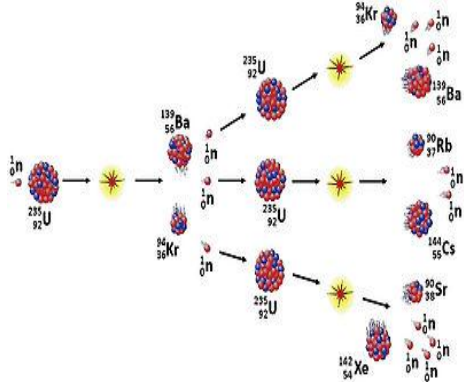
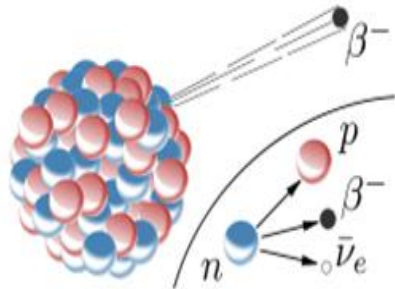
VYGOTSKY, L.S. (1978). *Mind in Society*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
PEIRCE, Charles S. ¿Qué es un signo? Traducción castellana de Uxía Rivas (1999).

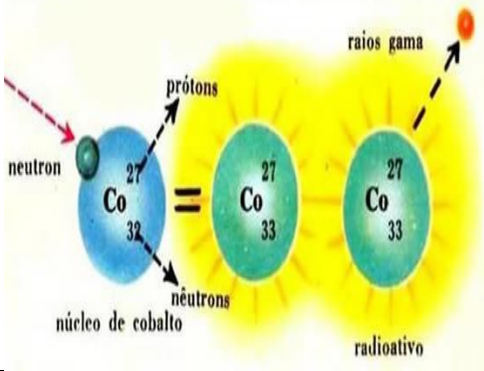
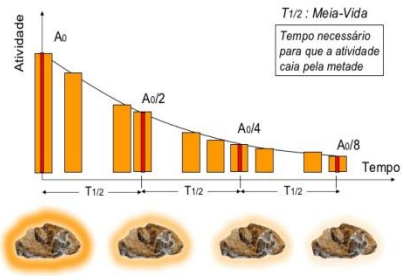
VYGOTSKY, L.; *A formação social da mente: O desenvolvimento dos Processos Psicológicos Superiores*. 2.Ed. São Paulo: Martins Fontes, 1988.

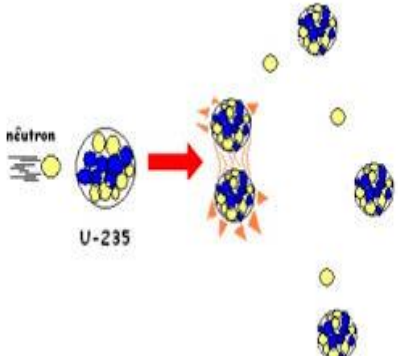
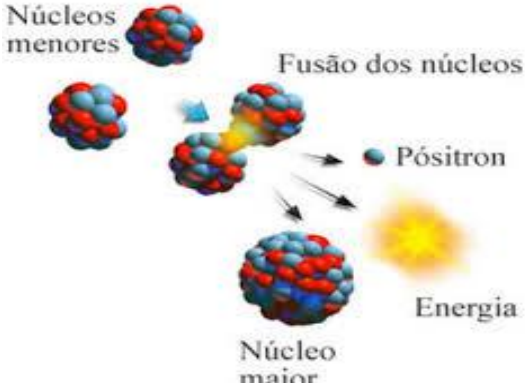
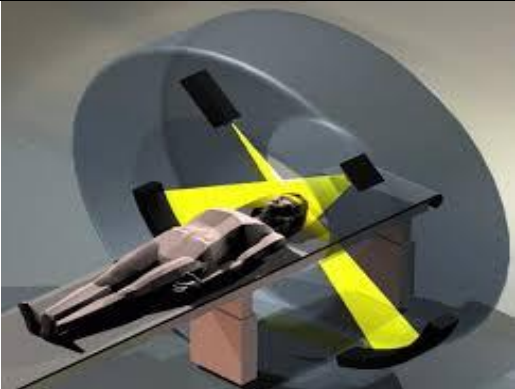
WARTHA, E.J.; REZENDE, D.B.; Os níveis de representação no ensino de química e as categorias da semiótica de Peirce, *Investigações em Ensino de Ciências* – V16(2), pp. 275-290, 2011.

APÊNDICE A - FIGURAS

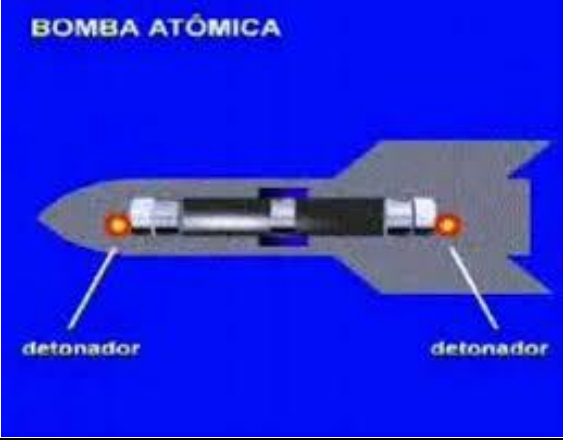
Tipos de signos	Classificação do Signo
	SÍMBOLO
 Wilhelm Röntgen, o criador do raios X, e a primeira imagem radiográfica da história, resultado da experiência do cientista com a mão de sua mulher, Bertha.	ÍCONE ÍNDICE ÍCONE
(α) (β) (γ)	SÍMBOLO

 ${}_0^1n + {}_{92}^{235}\text{U} \rightarrow {}_{56}^{141}\text{Ba} + {}_{36}^{92}\text{Kr} + 3({}_0^1n)$	ÍCONE SÍMBOLO
	ÍCONE
${}^1_6\text{C} \longrightarrow {}^0_{-1}\beta + {}^{14}_7\text{N}$ núcleo emisor partícula emitida núcleo resultante carbono-14 partícula beta nitrógeno-14	SÍMBOLO
${}_Z^AX \rightarrow {}_{-1}^0\beta + {}_{Z+1}^AX$	SÍMBOLO ÍCONE

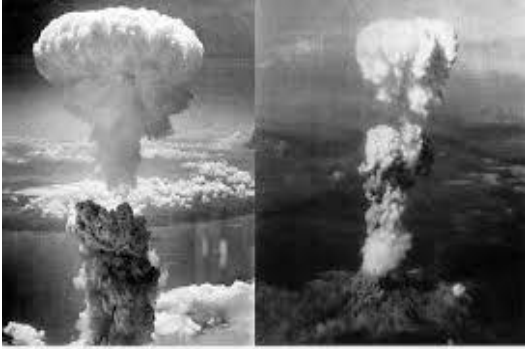
${}^A_ZX \rightarrow {}^4_2\alpha + {}^{A-4}_{Z-2}Y$ Exemplo: ${}^{235}_{92}\text{U} \rightarrow {}^4_2\alpha + {}^{231}_{90}\text{Th}$	SÍMBOLO
	ÍCONE
	ÍCONE
Meia-vida de um elemento radioativo  $T_{1/2}$: Meia-Vida Tempo necessário para que a atividade caia pela metade	ÍNDICE

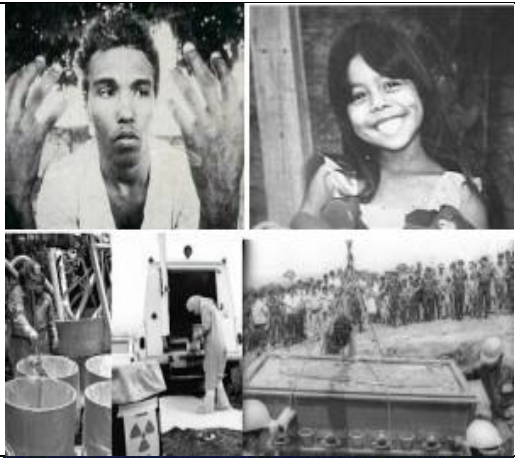
 Diagram illustrating nuclear fission. A neutron (nêutron) strikes a Uranium-235 (U-235) nucleus, causing it to split into two smaller nuclei and release energy.	ÍCONE
 Diagram illustrating nuclear fusion. Two smaller nuclei (Núcleos menores) fuse (Fusão dos núcleos) to form a larger nucleus (Núcleo maior), releasing energy (Energia) and a positron (Pósitron).	ÍCONE
 Image showing a medical application of nuclear technology, specifically a linear accelerator used for cancer treatment.	ÍCONE
 Image showing a radiation detector being used in a field, likely for monitoring agricultural products or environmental radiation levels.	ÍCONE

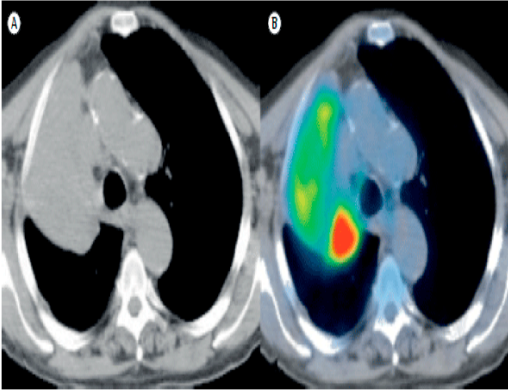
	ÍNDICE
	ÍCONE
	ÍNDICE
	ÍNDICE

		ÍNDICE
		SÍMBOLO
		ÍNDICE
		ÍCONE

11 de 3 páginas - 3 páginas - 11/07/2011 Césio em ferro-velho espalha radioatividade em Goiânia Uma remédio mortal O césio-137, elemento radioativo, é considerado um dos mais perigosos de todos os elementos químicos. Ele é capaz de penetrar na pele e atingir os órgãos internos, causando danos graves à saúde. Em Goiânia, a contaminação por césio-137 ocorreu após a descoberta de um frasco de césio-137 em um depósito de lixo eletrônico. O frasco, que continha uma solução de césio-137, foi quebrado e o líquido vazou, contaminando o ambiente. A contaminação se espalhou rapidamente, afetando várias pessoas que entraram em contato com o líquido. A situação é considerada uma emergência de saúde pública, e as autoridades estão trabalhando para conter a contaminação e tratar as pessoas afetadas. 	ÍNDICE
	ÍNDICE
Radiação: só Chernobyl supera Goiânia Mortes do coração, por falta de ação preventiva São casais, arma contra desobediência Preocupação e medo na cidade A situação de contaminação por césio-137 em Goiânia tem gerado grande preocupação e medo na população. Muitas pessoas estão evitando sair de casa e os locais públicos estão vazios. A falta de ação preventiva por parte das autoridades tem agravado a situação. Além disso, há relatos de mortes de animais e pessoas, o que aumenta o pânico. A situação é considerada uma emergência de saúde pública, e as autoridades estão trabalhando para conter a contaminação e tratar as pessoas afetadas. 	ÍNDICE
O desastre de Chernobyl 	ÍNDICE

	ÍNDICE
Desastre nuclear de Chernobyl, Ucrânia (1986) 	ÍNDICE
 Nagasaki Hiroshima	ÍNDICE

		ÍCONE
		ÍNDICE ÍCONE SÍMBOLO
		ÍCONE

 Figura 4 - PET/TC de paciente do sexo masculino, de 60 anos de idade, com diagnóstico de câncer de pulmão de células não pequenas e recebendo radioterapia. Apesar da detecção de uma grande massa no lobo superior direito na TC de tórax (A), a diferenciação entre o tumor e as estruturas normais circundantes não teria sido viável sem o auxílio da PET/TC (B).	ÍNDICE
	ÍCONE
	ÍNDICE
	ÍCONE

APÊNDICE B - INTERVENÇÃO

Universidade Federa de Pernambuco

Centro Acadêmico do Agreste

Núcleo de Formação Docente

Intervenção

Tema: Radioatividade Planejamento da aula nº 01		Data: 08/06/17
Conteúdo: ✓ Descoberta da Radioatividade ✓ Emissão Radioativa Natural ✓ Transmutação Nuclear ✓ Emissão das Partículas alfa, beta e gama ✓ Semidesintegração ✓ Fissão Nuclear ✓ Fusão Nuclear ✓ Aplicações da Radioatividade ✓ Acidentes Radioativos		
Objetivos específicos: ✓ Conhecer o surgimento da Radioatividade ✓ Diferenciar as emissões Radioativas ✓ Diferenciar a fusão nuclear da fissão nuclear ✓ Distinguir as aplicações da radioatividade ✓ Conhecimentos dos acidentes já ocorridos com os elementos Radioativos		
Atividade n ° 1 (1 aula de 50 min)	O que vou abordar?	Tempo
• Aula expositiva de conteúdos. • Uso de vídeo • Propor duas situações problemas para resolução		50 min (1 aula)
Quais recursos didáticos serão utilizados?	• Datashow, notebook, lousa.	
Que espaço físico utilizar?	Sala de aula	
Como organizar os alunos nas atividades?	Debate com o grupo de 5 alunos e logo após responder as duas situações problemas proposta ao grupo.	