



**III CONEDU**  
CONGRESSO NACIONAL DE  
E D U C A Ç Ã O

## **ESTRATÉGIA PARA O ENSINO DE RADIOATIVIDADE NA PERSPECTIVA DE UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: UM ESTUDO APÓS UM POTENCIAL PERÍODO DE OBLITERAÇÃO**

Alice Sabrina Ferreira da Silva<sup>1</sup>; Thiago Brito Monteiro Santos Bezerra<sup>2</sup>; Kátia Aparecida da Silva Aquino<sup>1,2\*</sup>

*Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Energia Nuclear<sup>1</sup>, Colégio de Aplicação<sup>2</sup>, aquino@ufpe.br\**

**Resumo:** Este trabalho é produto de uma investigação sobre o uso de mapas conceituais com o objetivo analisar as articulações estabelecidas sobre o tema radioatividade, após seis meses de uma intervenção didática, na disciplina de Química, com estudantes do ensino médio. Partindo da teoria da aprendizagem significativa buscou-se ancorar os conceitos empíricos aos novos conhecimentos, através de uma discussão inicial sobre o tema modelo padrão. Além disso, discussões sobre a radioatividade e suas aplicações nos alimentos desenvolveram um ambiente crítico e reflexivo na sala de aula. O resultado da análise dos mapas conceituais, mesmo sendo desenvolvidos após o possível período de obliteração (esquecimento), nos fizeram refletir que a estratégia abordada permitiu que os conceitos se mantivessem articulados. Também apontou indícios de avanço na reorganização da estrutura cognitiva dos estudantes e formação de novos significados.

**Palavras Chaves:** aprendizagem significativa, ensino de química, radioatividade.

### **Introdução**

A radioatividade é uma temática de grande importância para as ciências exatas, fundamentada teoricamente nas áreas de química e física. No ensino médio os discentes tem o primeiro contato com a radioatividade na disciplina de química que desenvolve questões de qualidade de vida, pois abordam diversas aplicações da radioatividade incluindo produção de energia elétrica, radiologia, agronomia, indústria de alimentos entre outros (OLIVEIRA et al., 2014). É importante ressaltar que a radioatividade não é um tema desconhecido para a maioria dos estudantes, pois os mesmos já trazem, para sala de aula, conhecimentos prévios principalmente pela interação com os meios de comunicação.

Desde os ataques as Cidades Japonesas Hiroshima e Nagasaki, em 1945, que notícias sobre radioatividade são destaques na mídia, porém quase sempre com enfoque de destruição e morte, propiciando a criação de uma idéia errônea sobre o uso da radioatividade. Neste sentido, é importante que os professores elaborem estratégias de ensino que trabalhem o tema de forma mais contextualizada. Assim, pode ser destacada a importância de discutir em sala os benefícios trazidos pelo uso da radioatividade, fazendo com que os alunos conheçam as aplicações benéficas da mesma propiciando um ambiente de discussão e reflexão (MOTA e DUARTE, 2015). Quando essa



temática é discutida no ensino médio é notória a curiosidade que desperta nos estudantes, pois se trata de uma temática interessante, atual e principalmente por não ser necessário o uso tradicional de fórmulas, favorecendo então a interdisciplinaridade e a aprendizagem significativa (AQUINO e CHIARO, 2013).

Neste contexto, o docente necessita compreender a importância de estar preparado para discussão do tema e o uso de metodologias de ensino diversificadas. O processo ensino-aprendizagem não pode ser tendencioso, não há um único caminho e os conhecimentos prévios são fundamentais. Dentro desta perspectiva, destacamos a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) para o ensino de ciências. Para que realmente ocorra a aprendizagem significativa é necessário construir pontes entre os conhecimentos prévios e os adquiridos no ambiente escolar, deve haver troca de conhecimentos entre alunos e professores, além de articular tais conteúdos com o cotidiano dos discentes

Um processo através do qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não literal) e não-arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo. Neste processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel chama de "conceito subsunçor" ou, simplesmente "subsunçor", existente na estrutura cognitiva de quem aprende. (MOREIRA, 2009, p. 8).

Para Machado (2000) a interdisciplinaridade se apresenta como recurso facilitador para promoção da aprendizagem significativa e explica que tal ação de nada tem haver com confrontar componentes curriculares já constituídos. Ainda não basta utilizar um tema e introduzir outras ciências é necessário criar algo novo que realmente seja interessante e que liguem os conceitos de maneira suave e prazerosa (MARANGOM e LIMA, 2002). De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais os (PCNs) os maiores obstáculos atuais para a educação, reflete negativamente na qualidade do ensino na educação básica, são a falta de formação adequada dos professores, má elaboração de materiais institucionais e principalmente a não contextualização dos saberes.

O trabalho interdisciplinar precisa partir da necessidade sentida pelas escolas, professores e alunos de explicar, compreender, intervir, mudar, prever, algo que desafia uma disciplina isolada e atrai a atenção de mais de um olhar, talvez vários (BRASIL, 1999).



Vale apenas ressaltar que a aprendizagem significativa não constrói conhecimento que nunca vai ser esquecido, se trata de uma aprendizagem, cujos conceitos que persistem por mais tempo na memória ou se torna mais fácil de recuperar e reaprender. Desta forma, acontece de fato uma negociação de significados que acontece de forma natural e no período de obliteração os indivíduos esquecem de certa forma, o que foi estudado e não significa um problema. O esquecimento é algo congênito, trata-se de uma manobra natural do cérebro que organiza o sistema cerebral de forma a apagar algumas lembranças para dá espaço a outras mais atuais (MONTEIRO et al., 2008).

Para analisar o nível de aprendizagem após o período de obliteração, ou seja, depois de um potencial período de esquecimento, os mapas conceituais se apresentam como recurso didático flexível e dinâmico. Também são usados para avaliação processual, além de ajudarem a caracterizar as ligações entre os conceitos na estrutura cognitiva de um indivíduo (MOREIRA, 2009)

Neste cenário, este estudo busca avaliar como uma estratégia de ensino para o tema radioatividade, pode ser potencialmente significativa e propiciar articulações relevantes após um potencial período de obliteração.

## **Metodologia**

O estudo aconteceu no Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Pernambuco (CAp-UFPE) em duas turmas do terceiro ano do ensino médio, num total de 59 alunos. A temática do bimestre foi radioatividade, que foi discutida no início do ano letivo, ou seja, foram 9 horas/aula no mês de fevereiro destinadas ao tema. Como plano de ensino, o tema foi dividido em três focos principais: 1) a importância do modelo padrão e os avanços das pesquisas na física de partículas; 2) o tema radioatividade foi inserido e os decaimentos, bem como sua cinética foram explorados e 3) as aplicações nucleares na medicina, nos alimentos e na geração de energia.

Como estratégias de ensino foram ministradas aulas expositivas dialogadas e leitura de rótulos de alimentos que contenham compostos tratados por irradiação gama (macarrão instantâneo).

Para avaliação após um potencial período de obliteração, mapas conceituais foram construídos de forma individual, seis meses após a intervenção didática sobre radioatividade e sem aviso prévio.





## Resultados e discussão

No ensino médio o professor de química geralmente busca no livro didático o seu principal recurso didático para a discussão do tema na sala de aula. Neste recurso quase sempre a radioatividade é resumida a um contexto histórico com enfoque nas bombas atômicas, a descrição e as fórmulas da cinética dos decaimentos radioativos e algumas aplicações relacionadas com a medicina através da radioterapia e a produção de energia nuclear. A contextualização do tema se torna muito limitada no cenário apontado nos livros didáticos.

Do ponto de vista da construção do conhecimento e por seguir a sequência de assuntos abordada no livro didático adotado, o professor tende a iniciar a discussão pelos decaimentos radioativos: alfa, beta e gama. Dentro da perspectiva da TAS, subsunçores são de fundamental importância para que o novo conhecimento se ancore na estrutura cognitiva a fim de modifica-lo ou deixa-lo mais elaborado. Como entender então o decaimento radioativo sem compreender o comportamento do núcleo? Os estudantes aprendem, geralmente no primeiro ano do ensino médio, que no núcleo atômico é constituído por prótons e nêutrons, contudo desconhecem que prótons e nêutrons são constituídos por *quarks* que estão ligados pelos *gluons*. A física de partículas, que trata dos *quarks*, *leptons* e *gluons*, faz parte da matriz curricular de Física, especificamente na parte da Física Moderna. A problemática na articulação do conhecimento acontece porque o tema radioatividade geralmente é trabalhado no segundo ano do ensino médio dentro da matriz curricular Química e a física de partículas é um tema discutido no final do terceiro ano do ensino médio na matriz curricular de Física. Fica evidente que a possibilidade de uma aprendizagem mecânica para o ensino de radioatividade é muito grande diante da forma em que os temas são distribuídos dentro dos componentes curriculares.

No plano de ensino que sugerimos neste estudo, a apresentação e discussão do tema modelo padrão acontece antes de iniciar o ensino de radioatividade. Desta forma o decaimento radioativo do tipo beta, por exemplo, pode ser compreendido mais claramente e o professor pode explicar de forma mais eficiente como uma partícula negativa (a beta) é formada a partir dos componentes do núcleo. Neste tipo de decaimento a transformação de um *quark down* do nêutron em *quark up* do próton com a mediação do bóson  $W^-$  (MOREIRA, 2007). Nesta direção são desenvolvidos subsunçores mais específicos para ancorar os conceitos relacionados ao decaimento radioativo, inclusive a extensão para o decaimento de pósitron (antipartícula do elétron) e a aniquilação de



partículas que tem aplicação direta na medicina nuclear através da Tomografia de Emissão de Pósitrons (do inglês tomografia PET). Usar a discussão da tomografia PET ou PET scan é uma forma de contextualizar o tema de radioatividade e gerar discussões importantes na sala de aula.

Do ponto de vista da estratégia de ensino foram utilizadas aulas expositivas dialogadas articulando a física de partículas dentro do modelo padrão com os decaimentos radioativos e os principais avanços nestes campos. Além disso, foi realizada a utilização de rótulos de alimentos. Ao analisar alguns rótulos, como o apresentado na Figura 2, o estudante tende a desmistificar a radioatividade e vê-la como algo muito mais próximo e aplicável, principalmente porque está presente em alimentos que são ingeridos sem nenhuma restrição por conta da técnica. Esta ação gerou muita curiosidade e dinamismo na aula. Num cenário como este, o professor pode mobilizar não só os conhecimentos relacionados com de fenômenos radioativos, mas estabelecer processos de reflexão sobre o comportamento da sociedade frente à alimentação. Esta discussão se torna um campo fecundo para professores de outras áreas do conhecimento em dinâmicas de ensino mais críticas e reflexivas como a sociologia, por exemplo.

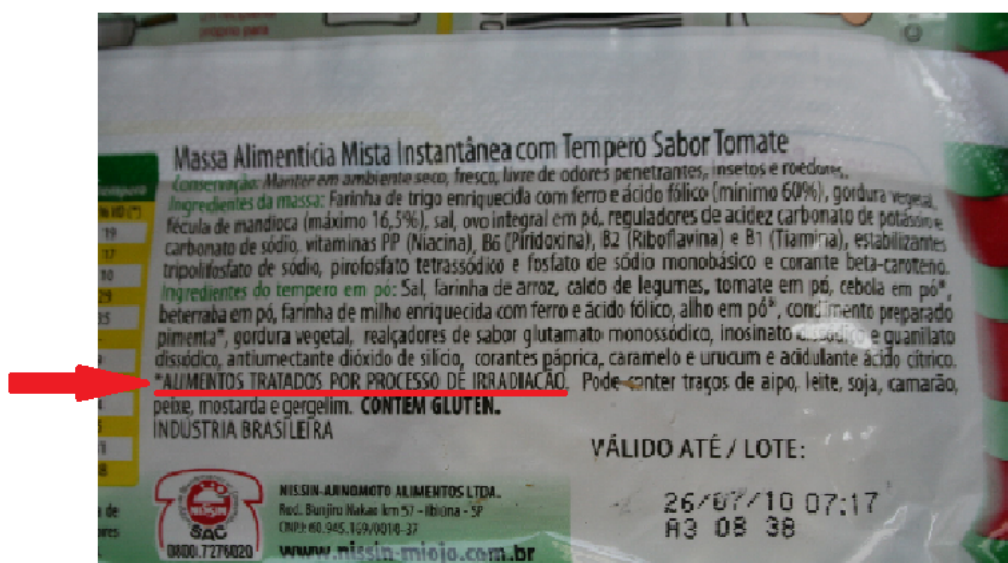


Figura 1. Rótulo alimentício utilizado para contextualizar os fenômenos nucleares

Segundo Ausubel (2003) o processo de assimilação do conhecimento ocorre em três fases diferentes: 1) ancoragem seletiva do objeto de aprendizagem ao conhecimento prévio (subsunção); 2) interação entre as o novo conhecimento e o conhecimento prévio. Nesta fase o significado





emerge e 3) retenção que é ligação dos novos significados emergentes com as ideias ancoradas correspondentes no intervalo de memória.

O processo de assimilação proposto por Ausubel (2003) segue com uma fase de retenção e outra de obliteração (esquecimento) que são considerados resultados e sequelas naturais deste processo. Após a fase de obliteração o que fica realmente na estrutura cognitiva do estudante são os subsunçores modificados, estáveis, diferenciados.

Ausubel (2003, p. 9) esclarece que os “novos significados sofrem, depois, uma estabilização através da ligação (armazenamento), relativamente a estas mesmas idéias ancoradas estáveis.” Isto significa a aprendizagem significativa não é aquela em que o aprendiz nunca esquece, mas é a que proporciona um maior tempo de retenção do que foi aprendido. Além disso, quando os conceitos aprendidos de forma significativa são solicitados em um novo momento ou contexto as novas articulações são facilitadas e a aprendizagem ou reaprendizagem se torna muito mais fácil para o estudante. Para exemplificar vamos apresentar dois mapas conceituais construídos por dois estudantes que participaram das estratégias descritas neste estudo e encontram-se na Figura 2. Vale salientar que os dois mapas foram construídos seis meses depois da intervenção didática.

Uma análise inicial dos mapas conceituais representado na Figura 2 já nos chama atenção pela quantidade de informações distribuída nas ramificações, vale apenas ressaltar a organizada estrutura apresentada, que relata desde a composição do núcleo atômico até aplicações na medicina e na produção de energia. Nos dois mapas não são observados conceitos relacionados diretamente com o modelo padrão, contudo uma aplicação direta da física de partículas, a aniquilação, foi descrita nos dois mapas através da Tomografia PET. No mapa da Figura 2a é possível observar claramente a ligação que o estudante faz entre o pósitron ( $\beta^+$ ) ao PET scan. No mapa da Figura 2b, o estudante liga a Tomografia PET diretamente ao fato de que há aniquilação de matéria. Tais ligações nos dão indícios de que as discussões sobre a física de partículas, através do modelo padrão, ajudaram os estudantes na busca do conhecimento entre a radioatividade e sua aplicação na medicina em sua estrutura cognitiva. Isto quer dizer que mesmo os mapas conceituais não apresentaram conceitos diretos sobre as partículas elementares, os estudantes buscaram esta informação, as mais relevantes para ele, para apresentar uma aplicação, na medicina, da radioatividade. A Tomografia PET ou PET scan apareceu na maioria dos mapas construídos pelos estudantes deste estudo.







De forma mais específica, observa-se que os estudantes apresentam em sua estrutura cognitiva indícios de ligações entre o conhecimento empírico e o científico, podemos destacar nas ramificações a presença tanto de conceitos mais básicos relacionados com a estabilidade nuclear, relacionados aos decaimentos, como a correlação entre produção de energia, fusão, fissão nuclear e consequentemente a bomba atômica. Entretanto, os estudantes relacionam a bomba atômica, fato muito explorado pela mídia mundial e por isso um subsunçor importante, como um tipo de reação (Figura 2a) ou uma aplicação da indústria bélica (Figura 2b). Isto quer dizer uma mudança de significado uma nova posição hierárquica de conceitos, que só foi possível através de uma discussão crítica em sala de aula. Quando a aprendizagem significativa se estabelece, os conhecimentos prévios são aprimorados na estrutura cognitiva, construindo novos significados (Ausubel, 2003). Ou seja, isso não implica dizer que os conhecimentos prévios servem apenas como ancoras, trata-se de um processo dinâmico, onde a modificação ou especificação de conceitos dão origem a aprendizagem significativa, facilmente acessível no momento que há a necessidade de retomada, por exemplo (MOREIRA, 2009).

No mapa da Figura 2b, podemos observar a relação que o estudante fez entre a indústria alimentícia e a conservação de alimentos. Quando foi usado o rótulo de alimentos que passam por processo de radiação (Figura 1), como recurso didático, os estudantes foram levados a uma análise mais reflexiva das aplicações nucleares. Assim, o tema se tornou muito mais próximo e aplicável, a desmistificação foi o principal objetivo quando foi escolhido o referido recurso foi escolhido como estratégia de ensino. A dinâmica foi tão relevante que relações entre a radioatividade e alimento também foi encontrada na maioria dos mapas analisados.

## **Conclusões**

O tema radioatividade é geralmente trabalhado com o auxílio das informações contidas no livro didático. Tais informações geralmente se limitam à aplicações menos benéficas da radioatividade como as bombas atômicas seguidas de históricos de acidentes nucleares. Neste estudo buscamos desenvolver um ensino de radioatividade, primeiramente pautado na física de partículas para subsidiar o entendimento dos decaimentos radioativos, seguido de discussões crítico/reflexivas através da leitura de rótulos de alimentos.





Para entender como estratégias de ensino não importantes para estabelecer relações relevantes na estrutura cognitiva dos estudantes, procuramos analisar mapas conceituais após um potencial período de obliteração (esquecimento). É obvio que não podemos descrever quando este momento acontece, pois é algo muito específico de cada indivíduo. Contudo inferimos que com o acúmulo de informações que vão sendo acessada durante a formação de estudantes da educação básica, em especial alunos dos terceiros anos que é a série final, é esperado que alguns conceitos se tornem menos relevantes. Nosso estudo sugere que as escolhas de estratégias potencialmente significativas promovem um acesso mais rápido á informações que não se encontram na memória recente e que a interligações mais relevantes vêm a tona no momento que são solicitados pelo indivíduo. Este é um caminho para a formação de cidadãos que possam se posicionar de forma mais reflexiva diante de uma situação-problema.

### **Referencias Bibliográficas**

AQUINO, S. A. K.; CHIARO, S. Uso de Mapas Conceituais: Percepções Sobre a Construção de Conhecimentos de Estudantes do Ensino Médio a Respeito do Tema Radioatividade. **Revista Ciência de Cognição**. v.18, p.158- 171, 2013.

AUSUBEL, D. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**. Editora Plátano, 2003.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura - MEC. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio: bases legais**. Brasília: Ministério da Educação. 1999.

MACHADO, N. J. **Educação: projetos e valores**. São Paulo: Escrituras, 2000.

MARANGON, C.; LIMA, E. **Os novos pensadores da educação**. Revista Nova Escola, São Paulo: Abril, agosto, n. 154, p.19-25, ago. 2002.

MONTEIRO, D. S; CARELLI, E. A; PICKLER, V. E. M. Ciência da informação, memória e esquecimento. **Revista de Ciências da Informação**. v.9, n.6, p.1-12, 2008.

MOREIRA, M. A. A. Física dos Quarks e a Epistemologia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v.29 n.2 p.161-173, 2007.



**III CONEDU**

CONGRESSO NACIONAL DE  
**E D U C A Ç Ã O**

MOREIRA, M. A. **Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências: A Teoria da Aprendizagem Significativa**. Porto Alegre-RS, 2009. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira>. Acesso em: 13/08/2016.

MOTA, M. L; DUARTE, A. R. Ensino de Radioatividade: Uma Proposta Interdisciplinar e contextualizada. **14º Encontro de Profissionais da Química da Amazônia**. p. 307- 311, 2015.

OLIVEIRA, F. C; DIJINGA, A. E; SAUER, E; NEVES, D. C. M; SILVEIRA, F. C. M. R. **Seqüência Didática: Radioatividade no Ensino de Química com Enfoque CTS**. IV Simpósio Nacional de Ensino de Ciências e Tecnologia. Disponível em: <http://sinect.com.br/anais2014/anais2014/artigos/ensino-de-quimica/01409519848.pdf> Acesso em: 12/08/2016.