

# A Química e o Seriado NUMB3RS: Uma Abordagem Multidisciplinar da Radioatividade

José Euzébio Simões Neto \*(PG)<sup>1</sup> e José Edeson de M. Siqueira (PG)<sup>1</sup>

[joseeuzebio@hotmail.com](mailto:joseeuzebio@hotmail.com)

1. Programa de Pós-graduação em Ensino das Ciências – UFRPE – CEP: 52171-900 – Recife/PE

*Palavras Chave: Radioatividade, Numbers, Multidisciplinar*

**RESUMO:** NUMB3RS é uma série de televisão norte-americana que retrata as aventuras de um agente do FBI e de seu irmão, matemático, que juntos formam uma dupla capacitada para resolver qualquer problema. O décimo episódio da primeira temporada chama-se Bomba Radioativa, e mescla matemática, química, física, biologia, em um cenário perfeito para uma investigação multidisciplinar. A aventura foi exibida durante as aulas de matemática em uma escola particular da região metropolitana do Recife, sendo usado como fonte de dados uma atividade proposta para resolução em duplas. A análise dos dados permite observar que, além da construção do conhecimento, tanto do conteúdo referente à função exponencial quanto aos estudos da radioatividade, o trabalho interdisciplinar forçou uma busca à conexão existente entre as diversas ciências, bem como o destaque das fronteiras de conexão entre esses conhecimentos. O filme contribuiu bastante no processo, pois durante a análise dos trabalhos, elementos citados nele são verificados.

## INTRODUÇÃO

As séries de televisão retratam o dia-a-dia das pessoas, nos diversos países, nas diversas cidades, nas mais diferentes culturas. Talvez esse seja o grande atrativo. Diferente dos filmes, onde temos contato com o herói (ou vilão, ou anti-herói, em alguns casos) por duas horas em média, uma série mostra a evolução do personagem, garantindo um acompanhamento maior e, conseqüentemente, uma maior paixão por parte do espectador pela personagem.

Vários são os temas tratados pelas séries. Os Simpsons (The Simpsons, Matt Groening, 1989) retrata o cotidiano de uma família de classe média tipicamente americana. Já Dawson's Creek (Dawson's Creek, Kevin Williamson, 1998) retrata as relações entre adolescentes, sendo bastante popular nessa faixa etária. Direcionada para um público mais infantil, a série Os Padrinhos Mágicos (The Fairly OddParents, Butch Hartman, 1999) vem fazendo bastante sucesso. Várias são as séries televisivas, vários são os temas abordados. E a matemática não poderia ficar de fora: NUMB3RS, de Cheryl Heuton e Nick Falacci, teve estréia nos Estados Unidos em Janeiro de 2005, e tem abordagem científico-matemática, sem deixar de lado o elemento de entretenimento: a ação policial do FBI.

A série gira em torno de dois irmãos: Don Eppes (Rob Morrow), agente do FBI e Charlie Eppes (David Krumholtz), matemático e professor de uma universidade americana. Com a ajuda da equipe policial de Don, Dr. Larry Fleinhardt – o colega físico de Charlie, e do pai deles, um engenheiro e projetista urbano, os irmãos Eppes solucionam diversos crimes, com a ajuda sempre eficiente da matemática e de outras ciências.

Entendendo como grande problema do ensino das ciências, em nível médio ou fundamental, a conexão existente entre os conteúdos estudados e a aplicação cotidiana dos mesmos, e reconhecendo no vídeo comercial, como é o caso da série NUMB3RS, bastante potencial para motivar os estudantes, escolhemos o décimo episódio da primeira temporada da série, de título

Bomba Radioativa, para desenvolver uma atividade de caráter multidisciplinar, envolvendo química/física e matemática, visando estimular a construção de conhecimentos de maneira mais sólida e eficiente nos estudantes, relativo a funções exponenciais (matemática) e de noções de radioatividade e cinética das reações nucleares (química/física), passando por informações de história da ciência (radioatividade), sintomas e tratamento dos efeitos da radiação e formas de armazenamento e transporta desse tipo de material.

Neste episódio da série, ladrões roubam um caminhão carregado de material radioativo (Césio-137, produto de reações de fissão nuclear de núcleos mais pesados, como o plutônio) e exigem um resgate de U\$ 20 milhões, ou eles fabricarão uma bomba com carga mortal e irão detoná-la em algum lugar de Los Angeles, nas próximas doze horas. Esse é o cenário perfeito que serve como discussão sobre matemática, física, química, radioatividade, perigos do césio-137 e seu efeito nos seres humanos, acompanhada de muita dedução lógica para desvendar os mistérios envolvendo o roubo e de cálculos fantásticos para estimar os efeitos da explosão de uma possível bomba.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### a) Aspectos Teórico-educacionais

Bartolomé (1999) divide os vídeos utilizados em sala de aula em dois grandes grupos: vídeos lição – que são aqueles que transmitem conteúdo em linguagem sonora e por imagens, apresentando uma organização e estruturação semelhante a uma aula convencional, só que em formato multimídia – e vídeos motivadores, sugestivos e provocantes, não apresentando informações completas e sim idéias globais, noções sobre o tópico abordado, sendo atrativos e divertidos. Ambos tem a função de facilitar a construção de conceitos. Os vídeos comerciais, quando exibidos em sala de aula, assumem características de vídeos motivadores, pois trazem situações divertidas, de ação, comédia ou outro gênero cinematográfico qualquer, envolvendo os conteúdos que desejamos trabalhar em nossa sala de aula. A utilização do episódio da série NUMB3RS tem caráter motivador, apresentando de maneira global idéias sobre a física, a química e a matemática existentes no estudo da radioatividade, bem como trás temas transversais e de aspectos éticos, sociais e econômicos do problema, como prevê Bartolomé para um vídeo animador.

Outra característica do vídeo escolhido é dar a possibilidade de trabalhar de maneira multidisciplinar, unindo a ciência química/física da radioatividade com os estudos matemáticos, bem como a contextualização com a realidade, proporcionada pela aplicação dos conceitos na investigação policial corrente no vídeo. O trabalho não busca a interdisciplinaridade, pois está requer uma formação de atitude interdisciplinar e uma quebra de paradigmas que está além das pretensões deste trabalho.

Basicamente, existem três tipos de soluções para o problema da disciplinaridade, ou seja, fragmentação do ensino em disciplinas, que forma cidadãos pouco flexíveis e não preparados para entender o mundo de forma ampla. São elas: a multidisciplinaridade, a transdisciplinaridade e a tão comentada interdisciplinaridade. A pluridisciplinaridade ou multidisciplinaridade é a mais simples e mais fácil (o que não quer dizer que seja fácil) de aplicar no nosso paradigma atual de abordagem da ciência. Segundo Fazenda (1999), “a pluri e a multidisciplinaridade podem ser designadas como a justaposição de conteúdos de disciplinas heterogêneas ou, ainda, a integração de conteúdos em uma mesma disciplina”. Por exemplo, se uma equipe de professores de ciências humanas preparem um material sobre a civilização grega em seus diversos aspectos,

como a música e a cultura (artes), política e religião (história), linguagem e escrita (letras) e aspectos de relevo e hidrografia da Grécia (geografia), o trabalho será mais interessante, mais ainda não rompe a barreira das disciplinas. Trabalhos assim são feitos por todos os cantos do mundo, com seus autores e executores certos de que estão fazendo interdisciplinaridade. Acreditamos que seja um começo para a quebra da organização disciplinar, por isso, escolhemos esse tipo de abordagem para nosso estudo. Outra proposta é a transdisciplinaridade, que, de uma forma geral, busca reunir todas as áreas em busca de uma elaboração do saber coerente com a compreensão da realidade em toda a sua totalidade e complexidade. As disciplinas estão tão aglutinadas que terminam por desaparecer na sua forma original. Ela visa romper as barreiras da disciplina de modo a formar uma metadisciplina. Já a interdisciplinaridade é, segundo Santos (2005), um regime de cooperação que se realiza entre disciplinas diversas ou setores heterogêneos de uma mesma ciência, que se faz por meio de trocas e visando ao enriquecimento mútuo. A interdisciplinaridade é difícil. Romper com o paradigma positivista, imperador dos processos escolares há tanto tempo, não poderia ser fácil. A formação de uma atitude interdisciplinar, principalmente com as condições existentes nas escolas do Brasil é algo bastante difícil, e se torna mais difícil se pensarmos que todos os professores atuais foram formados no paradigma positivista, prezando pela disciplinaridade, buscando a especialidade em qual conseguiriam destaque.

### b) Aspectos Teórico-Científicos

A radioatividade é um dos conteúdos mais interessantes dentre todos estudados pela química e pela física no ensino médio. Aspectos históricos, como Hiroshima, Chernobyl e outros contribuem bastante para o interesse no assunto. Radioatividade é o fenômeno de emissão de radiações ou partículas nucleares (Aichinger, 1980). Descoberta a partir dos trabalhos de Roentgen. Becquerel, Marie e Pierre Curie e Rutherford, de forma independente no início do século XX, se estabeleceu como ciência de uma forma muito rápida, premiando todos os seus descobridores com prêmios Nobel. Basicamente, estuda as emissões de partículas alfa ( $\alpha$ , de carga positiva, correspondente a um núcleo de átomo de hélio) e beta ( $\beta$ , de carga negativa, correspondente a um elétron e da radiação gama ( $\gamma$ , radiação eletromagnética de alto poder penetrante e de ionização, portanto, a mais perigosa).

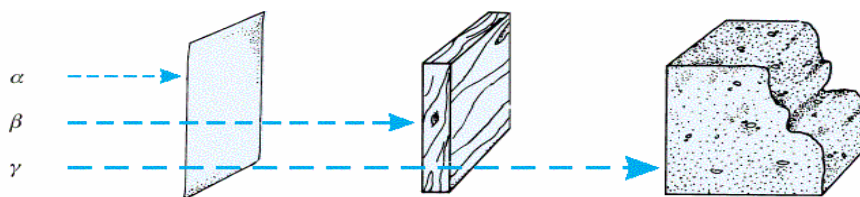


Figura 01: Poder de penetração das radiações alfa, beta e gama.

A radioatividade tem diversas aplicações no mundo físico. Desde a produção de energia (usinas nucleares) até destruição em massa (bombas atômicas), passando por tratamento de câncer (radioterapia). O decaimento radioativo, ou seja, a emissão dessas radiações, modifica a natureza no núcleo atômico, e é controlado pela meia-vida ( $t_{1/2}$ ) do isótopo. O período de meia-vida ou de semidesintegração é o tempo necessário para que a metade dos núcleos radioativos se desintegre, ou seja, para que uma amostra radioativa se reduza à metade (Usberco e Salvador, 2006). Ou seja, se a meia-vida do isótopo genérico X é de 3 dias, tendo inicialmente 60 gramas de material, após 3 dias, 30 gramas ainda serão radioativos. Após mais três dias, apenas 15 gramas manterá radioatividade e assim sucessivamente. Logo, podemos entender o decaimento radioativo como uma função exponencial. Considerando a massa de determinada amostra radioativa, teremos:

$$m_{\text{final}} = \frac{m_{\text{inicial}}}{2^x}, \quad x = \frac{t_{\text{total}}}{t_{1/2}}$$

Ou seja, uma função exponencial.

Seja  $a$  um número real positivo,  $a > 0$  e  $a \neq 1$ . A função exponencial de base  $a$ ,  $f: \mathbf{R} \rightarrow \mathbf{R}_+^*$ , indicada pela notação  $f(x) = a^x$ , podendo ser também  $f(x) = b \cdot a^x$ , com  $b$  sendo uma constante real, deve ser definida de modo a ter as seguintes propriedades, para quaisquer  $x, y \in \mathbf{R}$ :

1.  $a^x \cdot a^y = a^{x+y}$
2.  $a^1 = a$
3.  $x < y \Leftrightarrow a^x < a^y$  quando  $a > 1$  e  $x < y$  e  $x > y \Leftrightarrow a^x > a^y$  quando  $0 < a < 1$
4. A função  $f: \mathbf{R} \rightarrow \mathbf{R}_+^*$ , definida por  $f(x) = a^x$  é limitada superiormente
5. A função exponencial é contínua
6. A função exponencial  $f: \mathbf{R} \rightarrow \mathbf{R}_+^*$ , definida por  $f(x) = a^x$ , para  $a \neq 1$  é sobrejetora.

As funções exponenciais são modelos matemáticos muito utilizados para resolver problemas, com aplicações nas várias atividades científicas e cotidianas.

## METODOLOGIA

Exibimos o citado episódio da série NUMB3RS, durante as aulas de matemática nos primeiros anos do ensino médio de uma escola particular da região metropolitana do Recife.

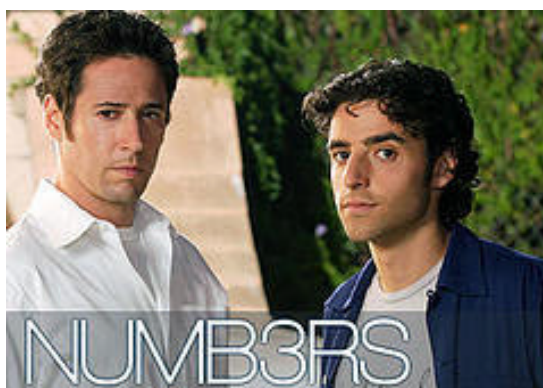


Figura 02: Imagem de Publicidade do Seriado. Don (Esquerda) e Charles (Direita).

Após a exibição e os comentários, solicitamos a seguinte atividade a ser desenvolvida pelos estudantes, organizados em duplas:

1. Descreva o conceito de meia-vida e suas aplicações na física, química e biologia. Quais as contribuições da matemática para o estudo e aplicações deste conceito?
2. Elabore e resolva:
  - Um problema contextualizado envolvendo o conceito de meia-vida, o césio-137 e a função exponencial.

- Um problema contextualizado envolvendo as aplicações da radioatividade e a função exponencial.
- 3. Como é composto o cézio-137? Quais as consequências da exposição humana a sua radiação? Explique.
- 4. Quais as contribuições das atividades radioativas para a humanidade? Quais os aspectos desfavoráveis?
- 5. Relate sobre um fato marcante ocorrido no Brasil envolvendo o cézio-137.

Recomendamos a procura dos estudantes a livros sobre os temas, sites na Internet e consulta a outros professores da escola, visando maiores esclarecimentos a respeito do tema e suas conexões.

A idéia central da atividade foi o entendimento dos aspectos da radioatividade em sua totalidade: definições, aplicações, regras e sistematização, além da relação existente com o estudo das funções exponenciais, conteúdo a ser trabalhado em matemática nesta primeira série do ensino médio.

Solicitamos aos estudantes a entrega de um relatório sobre a atividade desenvolvida, contendo, capa, introdução, desenvolvimento, considerações, conclusão e referências. Destes relatórios, cinco foram escolhidos como objetos da investigação, e deles, retirados os resultados. A seleção de alguns dos trabalhos foi feita no intuito de obtermos resultados significativos a partir de análises mais cuidadosas das contribuições dos estudantes.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram selecionados, com critérios diversos como: prazo adequado de entrega, exigências metodológicas e de modelo, cinco trabalhos. Esses trabalhos apresentaram respostas interessantes para cada uma das questões propostas na metodologia, e serão aqui chamados de A, B, C, D e E, não sendo importante a distinção e especificação entre eles.

1. Descreva o conceito de meia-vida e suas aplicações na física, química e biologia. Quais as contribuições da matemática para o estudo e aplicações deste conceito?

Todos os trabalhos, de uma maneira geral, apresentaram uma definição coerente do ponto de vista físico de meia-vida, embora apenas três apresentaram exemplos numéricos em suas definições. Dois trabalhos, D e E, definiram não só a meia-vida radioativa, como definiram a meia-vida biológica (tempo necessário para que metade de uma substância seja removida por ações físicas ou químicas do corpo), o que pode ter caracterizado uma certa confusão nos conceitos. Todos os grupos citaram o uso da matemática como método de obtenção das quantidades, em massa ou mol, dos radioisótopos durante o decaimento. Os exemplos cotidianos citados foram: radioterapia (todos os grupos), datação por carbono-14 (dois grupos) e energia nuclear (também dois grupos). O grupo titulado C apresentou fatos da história das ciências equivocados, provavelmente vindos de alguma pesquisa na Internet, em sites não confiáveis.

2. Elabore e resolva:

- Um problema contextualizado envolvendo o conceito de meia-vida, o céσιο-137 e a função exponencial.
- Um problema contextualizado envolvendo as aplicações da radioatividade e a função exponencial.

No primeiro problema, grupo D não conseguiu contextualizar, trazendo um problema simples de aplicação de fórmulas matemáticas, envolvendo o ouro, mas sem contexto nenhum. O grupo B foi o único a elaborar um problema sobre o céσιο-137 que não trouxe como situação o acidente em Goiânia, em 1987. O Céσιο-137 esteve presente nos dois problemas propostos pelo grupo autor do trabalho E. O destaque positivo está no trabalho C, onde as duas questões trazem contextualizações interessantes: Além de Goiânia, foi abordado o raio de alcance da bomba de Hiroshima. Essa questão da bomba foi a única resolvida pelos estudantes sem a utilização pura e simples da fórmula, envolvendo a construção do gráfico da função que determina o decaimento.

### 3. Como é composto o céσιο-137? Quais as conseqüências da exposição humana a sua radiação? Explique.

Nesta questão a abordagem ficou aquém do que esperávamos. Aspectos históricos, propriedades, posição na tabela periódica do Céσιο (Cs,  $Z=55$ ) estiveram presentes em todos os trabalhos, menos no de denominação C. O trabalho D merece destaque pela abordagem que fez sobre o isótopo 137 deste elemento, listando várias propriedades relativas à radioatividade. Foi a questão de respostas mais pobres e parecidas, mostrando uma pesquisa ainda insipiente sobre história da ciência, bem como das propriedades de elementos químicos de maneira geral e átomos radioativos, como é o caso do Céσιο-137.

### 4. Quais as contribuições das atividades radioativas para a humanidade? Quais os aspectos desfavoráveis?

Na tabela a seguir, temos as respostas para os aspectos favoráveis da radioatividade (entre parênteses, o numero de citações nos trabalhos) na coluna 1 e os aspectos desfavoráveis (entre parênteses o numero de citações nos trabalhos) na coluna 2

**Tabela 1: Aspectos favoráveis e desfavoráveis ao uso da energia nuclear**

Aspectos Favoráveis	Aspectos Desfavoráveis
Tratamento de Câncer (4)	Bombas Atômicas
Agricultura (2)	Mutações (3)
Radiografia (2)	
Fonte de Energia (2)	
Datação – Carbono-14	

Bem mais aspectos favoráveis do que desfavoráveis. O que mostra que a compreensão da utilidade da radioatividade para a humanidade, apesar dos perigos.



## 5. Relate sobre um fato marcante ocorrido no Brasil envolvendo o céσιο-137.

Aqui temos o grande destaque dos trabalhos. Apesar da abordagem histórica interessante e detalhada de todos, o grupo responsável pelo trabalho A criou um gibi sobre a história de Goiânia, que pode servir como organizador prévio ou ferramenta qualquer na abordagem do tema em sala de aula.

O gibi, em cores, totalmente desenhado a mão, conta com riqueza de detalhes a história da contaminação de vários habitantes da cidade de Goiânia, estado de Goiás, pelo Césio radioativo, componente de um aparelho radio-medicinal, o qual não teve descarte adequado e terminou em um ferro velho da cidade.



Figura 02: Página do Gibi elaborado por um dos grupos de trabalho.

## CONCLUSÕES

A análise dos dados permite observar que, além da construção do conhecimento, tanto do conteúdo referente à função exponencial quanto aos estudos da radioatividade, o trabalho multidisciplinar forçou uma busca a conexão existente entre as várias ciências, bem como o destaque das fronteiras de conexão entre esses conhecimentos. O filme contribuiu bastante no processo, pois durante toda a análise dos trabalhos, elementos citados nele podem ser facilmente verificados. Os problemas citam o céσιο-137 e, dois deles, bombas nucleares. Do ponto de vista da formação de caráter e competência, ficou claro o senso de justiça e utilização correta dos fenômenos naturais, revelando uma auto-estima favorável com relação a reflexão do estudante como ser humano social.

## REFERÊNCIAS

AICHINGER, Ernesto. **Química 3: Físico-Química**. 1ª ed. São Paulo. Editora EPU – Editora Pedagógica e Universitária, 1980.

BARTOLOMÉ, Antonio. **Nuevas Tecnologias en el aula – Guia de Supervivencia**. 1ª ed. Barcelona. Editora GRAÓ, 1999.

LIMA, Elon Lages. **Coleção Matemática para o ensino Médio, volume 1**. 1ª ed. Rio de Janeiro. Editora do IMPA, 2001.

FAZENDA, Ivani. **Práticas interdisciplinares na escola**. 1ª ed. São Paulo. Cortez Editora, 1999.

MACHADO, Nilson José. Interdisciplinaridade e contextualização. **Livro de Resumos do Seminário Nacional do Ensino Médio**. Brasília, 1999.

SANTOS, Eloísa Helena. Ensino Médio Integrado à Educação Profissional: Integrar para que? **Documento Oficial – Ministério da Educação – MEC**, Brasília, 2005.

SIMÕES NETO, José Euzébio et al. Os Simpsons e a Radioatividade. **Livro de Resumos da XXVII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**, Águas de Lindóia, 2006.

USBERCO, João; SALVADOR, Edgar. **Química Essencial – Volume Único**. 4ª ed. São Paulo. Editora Saraiva, 2007.