

QUÍMICA DOS SUPER HERÓIS: a utilização de uma unidade de ensino potencialmente significativa com séries de tv no ensino de radioatividade

SUPER HERO CHEMISTRY: the use of a potentially significant teaching unit with TV series in teaching of Radioactivity

Beatriz Gatti de Castro. [gatti_beatriz@id.uff.br]

Universidade Federal de Juiz de Fora, UFJF

Rua José Lourenço Kelmer, s/n, São Pedro, CEP: 36036900, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil.

Lúcia Maria de Assis. [luciaassis@id.uff.br]

Universidade Federal Fluminense, UFF

Rua Desembargador Ellis Hermydio Figueira, nº 783, Aterrado, CEP: 27213415, Volta Redonda, Rio de Janeiro, Brasil.

Raiane Dandara Pereira Pimentel. [raiane.dpp@id.uff.br]

Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ

Avenida Pedro Calmon, nº 550, Cidade Universitária, CEP: 21941901, Rio de Janeiro, Brasil.

Recebido em: 02/07/2020

Aceito em: 18/02/2021

Resumo

O ensino de Química tradicionalmente é feito de maneira descontextualizada, não interdisciplinar, desinteressante, complexa e memorística, o que leva à aprendizagem mecânica. Define-se este tipo de aprendizagem como aquela na qual o sujeito aprende havendo pouca ou nenhuma interação com seus conhecimentos prévios. Em contrapartida, a aprendizagem significativa (AS), segundo David Ausubel, ocorre quando um novo conceito é relacionado com um conhecimento prévio específico presente na estrutura cognitiva do aluno. Partindo-se desses pressupostos, neste trabalho, adotou-se a pesquisa-ação para investigar a possibilidade de alcançar a aprendizagem significativa em Química através da utilização de séries de TV em Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS). Para tal, foi desenvolvida e aplicada uma UEPS com duração de 4h/aula, divididas em dois encontros, envolvendo o tema Radioatividade e as séries de televisão Flash e DC's Legends of Tomorrow. Os resultados obtidos apontaram que as séries de TV utilizadas funcionaram como materiais potencialmente significativos, uma vez que, através de sua aplicação em uma unidade de ensino, os alunos demonstraram interesse e pré-disposição para aprender significativamente. Dessa forma, os estudantes assimilaram o conteúdo de forma não-arbitrária e não-literal, atribuindo novo significado a ele em sua estrutura cognitiva, podendo dizer que houve, pelo menos, indícios de aprendizagem significativa.

Palavras-chave: Aprendizagem Significativa; Ensino de Química; UEPS.

Abstract

The Chemistry teaching is traditionally done in a descontextualized, non-interdisciplinary, uninteresting, complex and memoristic manner, which leads to mechanical learning. This type of learning is defined as that which person learns with little or no interaction with his previous knowledge. In contrast, Meaningful Learning (ML), according to David Ausubel, occurs when a new concept is related to a specific previous knowledge presents in the student's cognitive structure. Therefore, in this Project, action-research was adopted to investigate the possibility to reach the meaningful learning in Chemistry through TV series in Potentially Meaningful Teaching Units (PMTU). A Potentially Meaningful Teaching Unit was developed and applied with 4 hours/class, divided in two meetings, involving Radioactivity and the TV series Flash and DC's Legends of Tomorrow. The results showed that the TV series worked like potentially meaningful materials. This is because, through the application in a teaching unit, the students showed concern and predisposition to learn significantly. Thus, the students assimilated the content in a non-arbitrary

and non-literal way, giving a new meaning to it in them cognitive structure, which may indicate that there were signs of meaningful learning.

Keywords: Meaningful Learning; Chemistry teaching; Potentially Meaningful Teaching Units.

1 INTRODUÇÃO

A Química, mesmo sendo considerada uma disciplina importante para a formação profissional e pessoal do aluno, demorou a ser devidamente reconhecida nos currículos brasileiros e, ainda hoje, é vista como uma disciplina que possui um nível elevado de dificuldade, o que é mais imaginário do que real. Tal crença, no entanto, torna difícil a compreensão desde sua base teórica até à formalização do conhecimento.

No ensino de ciências exatas em geral, os alunos comumente apresentam, além da dificuldade, um grande desinteresse pela área. Uma das principais causas desse desinteresse deve-se ao fato de ainda ser empregada uma metodologia de ensino, muitas vezes, descontextualizada e não interdisciplinar. Pesquisas mostram que o ensino de Química tem tradicionalmente se desenvolvido em torno de atividades que levam à memorização de conteúdos e fórmulas, o que contribui para a desmotivação e a não compreensão dos verdadeiros motivos para se aprender e ensinar a disciplina (ROCHA, VASCONCELOS, 2016).

Diante disso, pode-se observar a necessidade de substituir o modelo de ensino tradicional por metodologias mais ativas, que coloquem o aluno no centro do processo de ensino-aprendizagem, delegando a ele maior autonomia no seu desenvolvimento intelectual. É imprescindível que o estudante aprenda a questionar e a buscar respostas. Importa também que compreenda que errar é normal e necessário. Para isso, no entanto, a metodologia de ensino utilizada deve ser diversificada, fugindo do exclusivo e tradicional uso de quadro e giz. Nesse sentido, é importante a utilização de diferentes recursos didáticos que possam auxiliar professor e aluno no processo de ensino e aprendizagem (LORENZETTI, MATOS, SCHUINDT, 2016). Locatelli e Macuglia (2018) defendem a utilização de recursos audiovisuais pois, de acordo com os autores, tais recursos podem facilitar a compreensão de um assunto que, aparentemente, seja mais abstrato e/ou de difícil entendimento.

Em relação a isso, cabe esclarecer que todo material tecnológico que se coloca entre o processo educacional e o aluno é denominado mídia educacional e pode englobar, por exemplo, televisão, vídeos, laboratório virtual, software entre outros. Isolados, no entanto, esses materiais não são capazes de promover o conhecimento; por isso sempre requerem a mediação do professor (SILVA, 2014), uma vez que “o papel do professor - o papel principal - é ajudar o aluno a interpretar os dados, a relacioná-los, a contextualizá-los” (BEHRESN, MASETTO, MORAN, 2006, p. 30).

Entre as mídias educacionais mais novas e instigantes, está o cinema. De acordo com Galvão (2004), o cinema presta-se ao entretenimento e à arte, mas não deixa de se relacionar com a ciência, uma vez que contribui para a formação de um imaginário científico, bem como para a circulação e a democratização do conhecimento. Sua linguagem audiovisual é exemplo de um recurso facilitador da aprendizagem, porque não se trata de simples transmissão de conteúdo, mas de aquisição de experiências mostradas em imagens (QUINTINO, RIBEIRO, 2010). Diante disso, este trabalho investiga como o uso de séries de televisão (equiparando-as ao cinema) como recursos audiovisuais em Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) pode contribuir para a efetividade do processo de aprendizagem significativa no ensino de Química.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E MECÂNICA

Em 1978, David Ausubel resumiu suas contribuições para o processo de ensino e aprendizagem na seguinte proposição: “Se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Averigue isso e ensine-o de acordo” (AUSUBEL, 1978, p. 4). A princípio, esta ideia parece simples, entretanto esse aspecto envolve a estrutura cognitiva do aluno, ou seja, o conteúdo total e a organização das ideias do indivíduo a respeito do assunto tratado. Sendo assim, para que o processo de aprendizagem se desenvolva com sucesso, é necessário que o educando seja mobilizado. Em resumo, além das estratégias de ensino empregadas pelo professor, é imprescindível que haja uma vontade de aprender por parte do aluno, pois isso fará com que ele tenha disposição para relacionar o conteúdo novo, abordado em aula, com os conhecimentos que ele já traz em sua memória de longo tempo.

A maneira como o conteúdo novo irá se relacionar na estrutura cognitiva do aluno é o que diferencia a aprendizagem mecânica da significativa. Segundo David Ausubel (2003), a aprendizagem mecânica é aquela na qual o conhecimento pode se relacionar com a estrutura cognitiva do sujeito, mas de maneira arbitrária e literal, não proporcionando novo significado. Esse tipo de aprendizagem leva a uma memorização de conteúdos, promovendo pouca, ou nenhuma, interação com os conhecimentos prévios - aquele conhecimento que o sujeito já possuía. Em contrapartida, para que a aprendizagem significativa ocorra, é necessário que o conteúdo tenha sido aprendido de forma não arbitrária e não literal (MOREIRA, 2016), conforme o que aqui é proposto.

Para melhor explicar isso, Moreira diz que o que é incorporado à estrutura cognitiva não são as palavras usadas para uma definição e sim a substância, o conteúdo, isto é, não há uma exclusividade de determinados signos para a definição dos assuntos (MOREIRA, 2011a). Em relação à não arbitrariedade, Moreira diz que o conhecimento novo não irá se relacionar com qualquer aspecto na estrutura cognitiva, mas com um conhecimento específico - o subsunçor - que servirá como âncora entre os conhecimentos prévios e os novos. Sendo assim, caso o aluno não possua conhecimentos que sirvam para ancorar o novo conteúdo, o professor deve lançar mão de organizadores prévios, ou seja, materiais introdutórios que servirão como ponte entre o que o educando já sabe e o conteúdo novo que irá aprender (AUSUBEL, 1968 apud MOREIRA, 2016).

A utilização de material potencialmente significativo é uma das condições para que ocorra uma aprendizagem significativa. Sem a outra aqui já citada, no entanto, o resultado não será alcançado: a predisposição do aluno para aprender. Essa condição é um pouco mais complexa, uma vez que envolve a vontade do aluno. Não basta ter um material potencialmente significativo que possa funcionar de maneira não arbitrária e não literal se o indivíduo não estiver disposto a aprender, mas apenas a memorizar e decorar o conteúdo de forma mecânica. Por outro lado, não importa o quão disposto estiver o estudante se o material oferecido não for potencialmente significativo e nem relacionável à sua estrutura cognitiva (MOREIRA, 2016).

Ao analisar o cenário educacional, observa-se que as aulas são, normalmente, centradas no professor, que controla todo o processo de ensino-aprendizagem e, na maioria das vezes, não se preocupa em saber se o aluno está aprendendo de forma efetiva. Diante disso, a utilização de ferramentas didáticas que possam auxiliar no alcance da aprendizagem significativa torna-se de suma importância.

2.2 UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS

Ao reconhecer a importância do ensino de Ciências na formação pessoal e profissional do aluno, torna-se evidente a necessidade de melhorar e adaptar as sequências didáticas utilizadas em sala de aula. Seguindo essa ideia, Moreira (2011b) propõe as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) como sequências didáticas baseadas na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. Para sua aplicação, Moreira (2005) apud Araújo, Mohr e Silva (2012) definiu um aspecto sequencial (08 passos) cabendo ao professor segui-lo ou adaptá-lo, dependendo do contexto escolar que é vivenciado. Esses passos são:

- 1- Definir o tópico a ser estudado;
- 2- Criar situações para que os alunos possam “acessar” os conhecimentos prévios;
- 3- Propor situações problemas como organizadores prévios;
- 4- Apresentar o conhecimento, partindo de conceitos gerais até alcançar os específicos;
- 5- Retomar os aspectos gerais de forma mais complexa;
- 6- Retomar os conteúdos relevantes propondo novas situações problemas;
- 7- Realizar uma avaliação somativa individual;
- 8- Procurar evidências de aprendizagem significativa.

Seguindo as ideias de Ausubel para a construção de um planejamento de aula que leve à aprendizagem significativa, uma unidade de ensino potencialmente significativa deve contemplar os seguintes aspectos: diferenciação progressiva, reconciliação integradora, organização sequencial e a consolidação do conhecimento. Esses aspectos podem estar presentes ao se utilizar, na UEPS, a estratégia de estruturação de um diagrama Vê Gowin.

2.3 DIAGRAMA VÊ GOWIN

Quando se fala em aprendizagem significativa, além de estar atento à presença de um material potencialmente significativo e à vontade de aprender do aluno, é também muito importante pensar sobre a avaliação, parte do processo que demonstrará para o docente se o objetivo foi atingido. Não se trata, portanto, de apenas uma maneira de se atribuir nota ao educando. Na verdade, a avaliação deve estar voltada para a captação de significados, predominantemente, de maneira formativa e/ou recursiva (MOREIRA, TOIGO, 2012). Um método de verificação que siga essas ideias foi proposto por Gowin e denominado de diagrama Vê Gowin, instrumento de avaliação que tem como objetivo auxiliar no entendimento do processo de ensino e aprendizagem, demonstrando a relação existente entre os conhecimentos prévios dos alunos e os novos que, supostamente, foram adquiridos (MOREIRA, 2007).

Como o próprio nome sugere, a construção desse diagrama é feita no formato da letra vê (V). No lado esquerdo do diagrama, está o lado de pensar (ou domínio teórico-conceitual), onde se encontram os conceitos, princípios e leis que englobam o processo de construção do conhecimento. Em seu vértice, localizam-se os eventos que aconteceram (espontaneamente ou não) com o intuito

de registrar e, posteriormente, estudar os fenômenos envolvidos. Na parte direita do Vê, encontra-se o lado do fazer, no qual são registrados os eventos e como a questão-foco foi desenvolvida e resolvida. No centro, encontram-se as questões-foco que identificam o fenômeno de interesse e organizam o pensamento, mostrando o que foi estudado. Em cada domínio do diagrama Vê Gowin existem ainda subdivisões que auxiliam na sua criação, como mostra a figura 1 (MOREIRA, 2007).

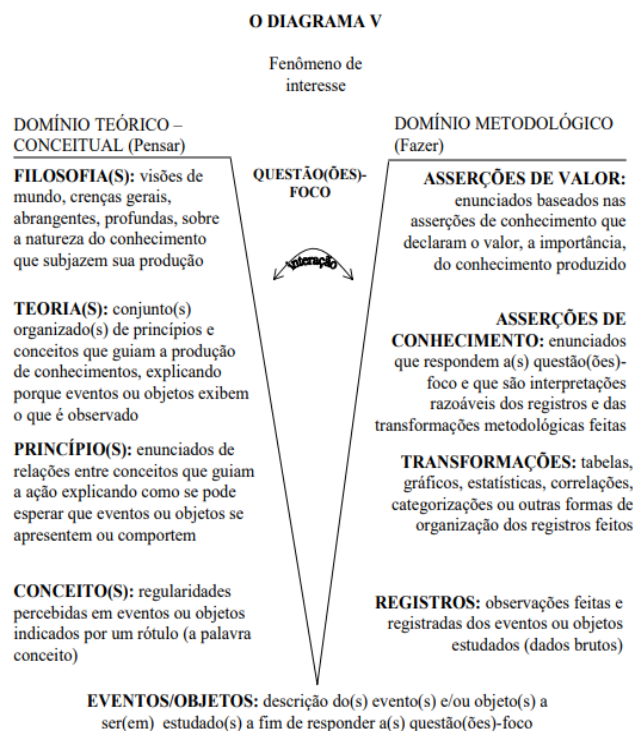


Figura 1 - Modelo de construção do diagrama em Vê Gowin (Moreira, 2007).

Com a utilização desse diagrama como método avaliativo, espera-se que o aluno compreenda que o conhecimento é uma construção humana, na qual o quem ensina quanto quem aprende são ativos no processo de ensino e aprendizagem (MOREIRA, 2007).

3 METODOLOGIA

A unidade de ensino aqui descrita foi ministrada ao longo de dois encontros de acordo com a disponibilidade do quadro de horários para a disciplina de Química de um Colégio Estadual, localizado na cidade de Volta Redonda. A sequência didática teve duração de 4h/aula sendo dividida em dois encontros de 2h/aula cada. O conteúdo ministrado foi Radioatividade e os participantes da pesquisa eram alunos regulares do primeiro ano do Ensino Médio. A turma era composta por 22 estudantes. Cabe ressaltar aqui que, pelo fato dos dois encontros terem sido realizados em dias diferentes, o número de participantes sofreu variação.

1) Primeiro encontro (duração de 1h40min)

A primeira etapa da aula consistiu em situar os alunos a respeito do que seria trabalhado. Para isso, o trailer da primeira temporada da série DC's Legends of Tomorrow foi reproduzido (figura 2). Em seguida, tendo como alvo o personagem Nuclear, os alunos foram questionados a respeito do que viram e como poderiam relacionar com a disciplina de Química. Para melhor

apresentar o personagem à turma, foi reproduzido um pequeno recorte do quarto episódio da segunda temporada da série Flash (A fúria da tempestade de fogo), no qual se via como um rapaz acidentalmente tornou-se o Nuclear. Depois de passar o recorte, foi realizada uma breve explicação do que havia ocorrido (figura 3).

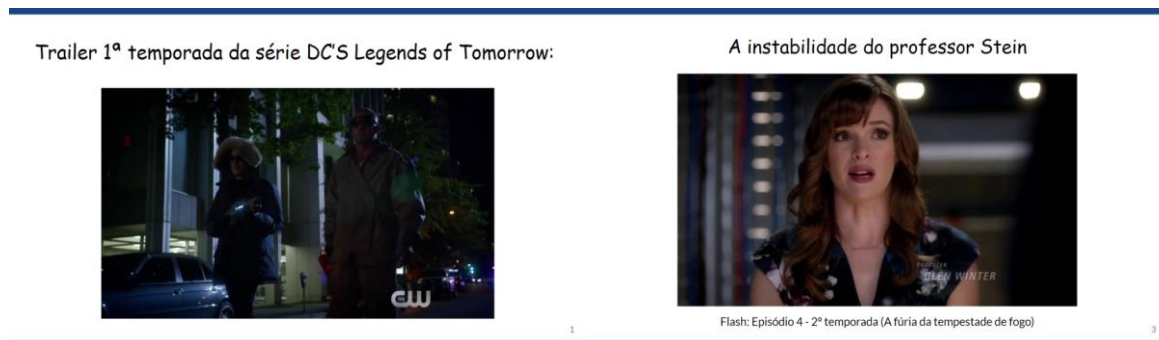


Figura 2 - Slide com o trailer da série utilizada

Figura 3 - Slide com o recorte do episódio reproduzido

Os dois primeiros passos para aplicação de uma UEPS - definição do tópico a ser abordado e criação de situações que façam o aluno acessar seus conhecimentos prévios sobre o tema - foram trabalhados a partir do estabelecimento da relação entre o recorte do vídeo e a Química. Nesse momento, questionou-se o que eles conheciam e entendiam sobre Radioatividade. Para realização do terceiro passo da UEPS - apresentação de uma situação problema com baixo nível de complexidade – foram feitos alguns questionamentos sobre o recorte apresentado. Os alunos, no entanto, não conseguiram formular respostas adequadas, o que não se repetiu ao fim da apresentação do conteúdo. Esses questionamentos foram realizados oralmente:

- 1) O que é Radioatividade?
- 2) Por que somente o professor Stein não era suficiente para a formação do Nuclear?
- 3) O que poderia ter ocorrido se não houvesse a nova formação do personagem?
- 4) Como você pode relacionar o conteúdo de Química com o que acabou de assistir?

Em seguida, o conteúdo foi abordado em slides, trazendo a história da Radioatividade, retomando todas as modificações que os modelos atômicos sofreram até chegar ao modelo mais atual. Foram abordadas também as experiências de Wilhen Conrad Roentgen (1845-1923), a descoberta do raio x, a emissão de radiação pelo sal de minério de urânio descoberta por Antoine Henri Becquerel (1852-1908), a história de Marie Skłodowska Curie (1867-1934) e Pierre Curie (1859-1906). Os slides utilizados para a explicação dos conteúdos citados são mostrados nas figuras 4 e 5, respectivamente.

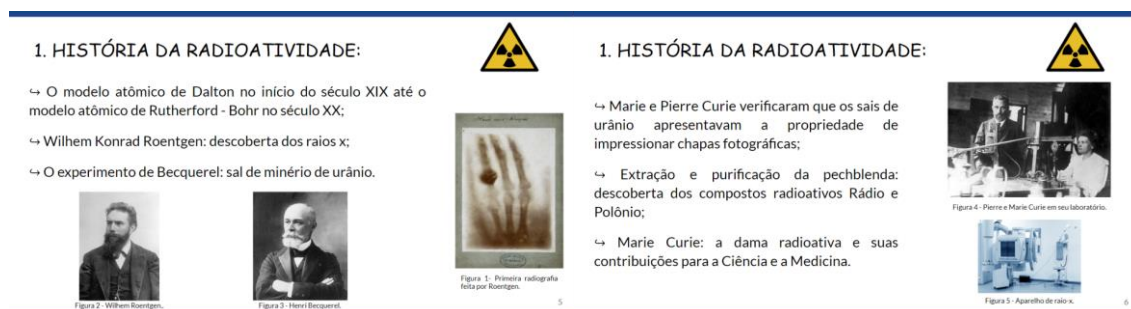


Figura 4 - História da Radioatividade: contribuições de Roentgen e Becquerel

1. HISTÓRIA DA RADIOATIVIDADE:

- ↳ Marie e Pierre Curie verificaram que os sais de urânio apresentavam a propriedade de impressionar chapas fotográficas;
- ↳ Extração e purificação da pechblenda: descoberta dos compostos radioativos Rádio e Polônio;
- ↳ Marie Curie: a dama radioativa e suas contribuições para a Ciência e a Medicina.




Figura 4 - Pierre e Marie Curie em seu laboratório.

Figura 5 - Aparelho de radiação.

1. HISTÓRIA DA RADIOATIVIDADE:

- ↳ Rutherford montou uma aparelhagem para estudar as radiações emitidas pelo material radioativo;
- ↳ Fina placa de ouro bombardeada com partículas positivas vindas de uma amostra de Polônio;
- ↳ Muitas partículas atravessaram e poucas foram repelidas = núcleo positivo.




Figura 6 - Experimento de Rutherford.

Figura 7 - O cientista Rutherford.

Figura 5 - História da Radioatividade: Marie Curie, Pierre e Rutherford

Logo após apresentar a linha histórica do tema, o fenômeno Radioatividade foi definido como a emissão espontânea de partículas e/ou radiações de núcleos instáveis de átomos que originam núcleos estáveis. Foram também explicados os tipos de emissão (alfa, beta e gama) e suas principais características, dando atenção especial para a variação de massa, número atômico e nêutrons de cada tipo (figuras 6 e 7).

2. DEFININDO O FENÔMENO:

☼ Radioatividade é a emissão espontânea de partículas e/ou radiações de núcleos instáveis de átomos que originam núcleos estáveis.




Figura 8 - Esquema que ilustra o fenômeno radioatividade.

Figura 61 - Slide contendo a definição de Radioatividade

3. TIPOS DE EMISSÕES:

- Emissões α :
- ↳ São partículas formadas por 2 prótons e 2 nêutrons que são atirados para fora de um núcleo em alta velocidade;
- Emissões β :
- ↳ São elétrons (partículas negativas) atirados em altíssimas velocidades para fora do núcleo instável.

$$X_Z^A \rightarrow Y_{Z-2}^{A-4} + \alpha^4$$

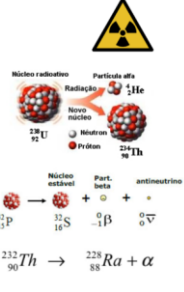
$$X_Z^A \rightarrow Y_{Z-1}^A + \beta_{-1}^0$$


Figura 9 - Ilustração das emissões alfa e beta.

3. TIPOS DE EMISSÕES:

- Emissão γ :
- ↳ Mesmo após o átomo emitir radiações α e β , ele continua instável, então é preciso liberar energia;
- ↳ É um tipo de radiação emitida por um núcleo instável para que ele possa se tornar estável, sem alterar o número atômico ou massa do elemento químico.

$$^{137}_{55}\text{Cs} \rightarrow \beta^- + ^{137}_{56}\text{Ba}$$

β^- emissor instável

$$^{137}_{56}\text{Ba} \rightarrow \gamma + ^{137}_{56}\text{Ba}$$

instável estável





Figura 7 - Definição e exemplificação de emissões do tipo alfa e beta

Em seguida, elementos radioativos foram definidos como aqueles que emitem radiações para se tornarem estáveis, trazendo a ideia de que quando um átomo A se desintegra até sua forma mais estável X, ocorre a formação de uma série (ou família) radioativa. O slide utilizado para a explicação pode ser visto na figura 8.

4. ELEMENTOS RADIOATIVOS: 

↳ São elementos capazes de emitir radiações, seja do tipo alfa, beta ou gama.

↳ Série (ou família) radioativa: uma sequência que ocorre de forma espontânea na natureza, na qual elementos radioativos se transformam uns nos outros, ao longo de uma série de desintegrações, até chegar a um elemento químico estável.




Figura 10 - Elementos Tório, Actínio e Urânio.

Famílias radioativas naturais		
Família	Elemento inicial	Elemento final
Urânio	$^{232}_{92}\text{U}$	$^{208}_{82}\text{Pb}$
Actínio*	$^{235}_{92}\text{U}$	$^{207}_{82}\text{Pb}$
Tório	$^{232}_{90}\text{Th}$	$^{208}_{82}\text{Pb}$


Figura 11 - Tabela de famílias radioativas compostas por elementos naturais.

* Quando o nome foi dado, acreditava-se que essa série iniciava pelo elemento actínio.

Figura 82 - Definição e exemplificação de elementos radioativos e famílias radioativas

Para finalizar este encontro, e a aplicação do 4º passo da UEPS - apresentação do conteúdo -, um novo recorte do episódio 4, da 2ª temporada da série Flash (A fúria da tempestade de fogo), foi reproduzido. Esse vídeo apresentou a primeira vez que professor Stein e Jackson se fundem e se tornam o Nuclear. A partir disso, as questões abordadas oralmente no início da primeira aula foram retomadas (figura 9). No entanto, nessa segunda etapa, os alunos precisaram escrever as respostas de cada pergunta e entregar à professora (pesquisadora). O material recolhido foi utilizado para realização da avaliação formativa individual.

Jackson e professor Stein: a nova composição do Nuclear



Flash: Episódio 4 - 2ª temporada (A fúria da tempestade de fogo)

Figura 93 - Slide contendo o recorte do episódio reproduzido

2) Segundo encontro (duração de 1h40min)

Para dar início à aula, foi aplicado o quinto passo da UEPS que consiste na retomada de aspectos mais gerais do conteúdo com um nível maior de complexidade. Foi realizada uma revisão com os alunos, questionando oralmente o que é radioatividade e quais são os tipos de radiações emitidas por partículas radioativas, buscando indícios de aprendizagem significativa. Foi aberto também um espaço para que os estudantes expusessem suas opiniões a respeito da radioatividade, onde ela está presente no dia a dia e se o fenômeno pode ser considerado bom ou ruim.

Dado início a essa discussão, foram apresentados aos alunos alguns aspectos negativos da radioatividade, questionando sobre acidentes nucleares, como os de Chernobyl e do Césio 137. Foi abordado também um acidente ocorrido na cidade do Rio de Janeiro, mostrando que acidentes nucleares não são sinônimos de explosões, mas podem acontecer em escala menor, sendo prejudiciais à saúde da mesma maneira. Para contrariar a visão negativa do fenômeno, algumas

aplicações da radioatividade no cotidiano foram mostradas: energia nuclear, datação de fósseis, raios-X, quimioterapia, esterilização de materiais, alimentos irradiados para conservação etc (figura 10).

1. QUANDO A FICÇÃO SE JUNTA À REALIDADE:



Figura 1 - Manchete do Jornal Estadão 1982.



Figura 2 - Manchete do site G1 (2012) sobre a morte de Maria Eduarda.

1. QUANDO A FICÇÃO SE JUNTA À REALIDADE:



Figura 3 - Geração de energia nuclear em Angra dos Reis



Figura 4 - Utilização da radioatividade em raios-X



Figura 5 - Uso da radioatividade na conservação de alimentos



Figura 6 - Datação de fósseis.



Figura 7 - Esterilização de materiais cirúrgicos.

Figura 10 - Slide contendo informações de acidentes nucleares e aplicações no dia a dia

A partir de então, outros dois temas foram abordados com um nível maior de complexidade: fissão e fusão nuclear. A fissão nuclear é a divisão de um átomo em dois núcleos menores com grande liberação de energia. Esses dois núcleos atingirão outros átomos que também irão se dividir, formando uma reação em cadeia. Já a fusão nuclear é o inverso: ocorre a junção de núcleos atômicos menores para formar um núcleo maior (figura 11). Tais reações são muito bem exemplificadas com os recortes das séries apresentadas, pois neles ocorrem a separação e a junção de Jackson e professor Stein para formar o personagem Nuclear.

2. FISSÃO NUCLEAR:

↳ É a divisão do núcleo de um átomo em dois núcleos menores, com liberação de grande quantidade de energia;

↳ É o princípio de funcionamento de bombas atômicas e dos reatores nucleares.

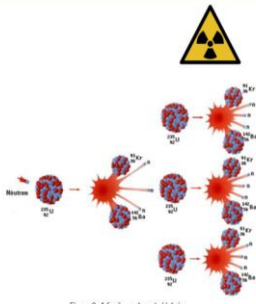


Figura 8 - A fissão nuclear do Urânio.

3. FUSÃO NUCLEAR:

↳ Fenômeno inverso da fissão nuclear;

↳ É a junção de núcleos atômicos produzindo um núcleo maior, com liberação de grande quantidade de energia;

↳ A fissão quebra átomos grandes, a fusão junta átomos pequenos.

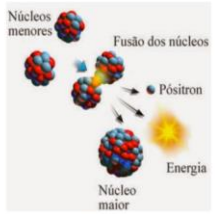


Figura 9 - A fusão nuclear.

Figura 11 - Definição de fissão e fusão nuclear

Por fim, o tempo de meia vida (ou período de semidesintegração) foi definido como o tempo necessário para desintegrar a metade dos átomos radioativos existentes em uma dada amostra. Em seguida foram propostos dois exercícios para aplicação do tema (figura 12 e 13, respectivamente).

4. TEMPO DE MEIA VIDA:



↪ Tempo de meia vida, ou período de semidesintegração, é o tempo necessário para desintegrar a metade dos átomos radioativos existentes em uma dada amostra.



Radioisótopo	Meia-vida
Urânio-235	7,1.10 ⁸ anos
Actínio-227	21,6 anos
Frâncio-223	22 minutos
Tálio-207	4,78 minutos
Bismuto-211	2,15 minutos
Polônio-211	0,52 segundos
Polônio-215	1,78.10 ⁻³ segundos
Astato-215	10 ⁻⁴ segundos

Figura 11- Tempo de meia vida de alguns elementos.

Figura 12- Definição do tempo de meia vida ou período de desintegração

4. TEMPO DE MEIA VIDA:



↪ EXERCÍCIO:

(Ceub-DF) Dispõe-se de 16,0 g de um elemento radioativo cuja meia vida é de 15 dias. Decorrido 60 dias, a quantidade residual do mesmo será:

- a) 0,5 g
- b) 1,0 g
- c) 2,0 g
- d) 8,0 g
- e) 16,0 g

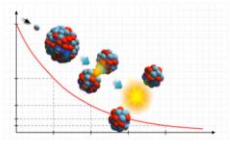


Figura 12- Ilustração do tempo de meia vida de um elemento.

4. TEMPO DE MEIA VIDA:



↪ EXERCÍCIO:

Analisando o gráfico abaixo, pode-se concluir que o tempo de meia vida do Carbono 14 é de:

- a) 5730 anos
- b) 11460 anos
- c) 17190 anos
- d) 22920 anos



Figura 13- Gráfico do tempo de meia vida do Carbono 14.

Figura 13 - Aplicação do conteúdo de tempo de meia vida

Após o exercício, foi aplicado o 6º passo da UEPS, que consiste em retomar as características mais importantes do conteúdo. Para isso, quatro recortes da série *DC's Legends of Tomorrow* foram apresentados à turma. Os dois primeiros recortes faziam parte do episódio 4 da primeira temporada (Do Pentágono à URSS) – figura 14 - e os outros dois do episódio 5 da mesma temporada (Era para ser infalível) – figura 15. Como forma de avaliar a presença de aprendizagem significativa (7º passo da sequência didática), os alunos responderam, de forma escrita, algumas questões sobre os recortes dos episódios que assistiram. As perguntas são:

- 1) Por que professor Stein precisava encontrar o núcleo e desligá-lo?
- 2) Quando encontrou o núcleo, o que o professor fez?
- 3) Quais processos nucleares são representados nos últimos vídeos?
- 4) O que houve com Valentina quando se separou de Stein?
- 5) Agora, quando se fala em Radioatividade, o que vem em sua mente?

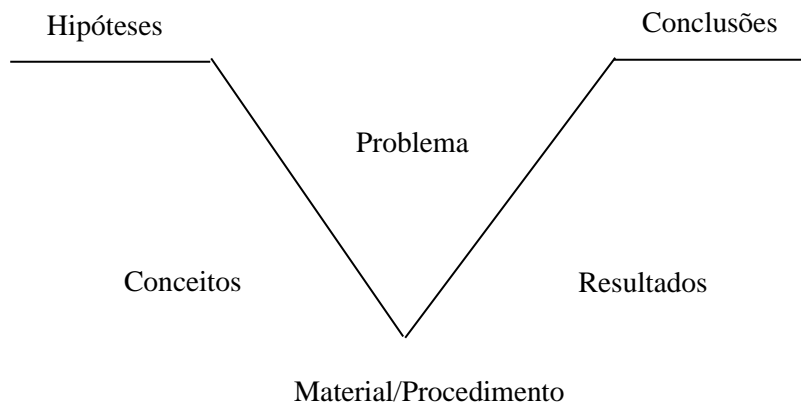


Figura 14 – Slide 1 contendo os recorte do episódio reproduzido



Figura 15 - Slide 2 contendo os recortes do episódio reproduzido

Em seguida, para finalizar a atividade, cada aluno construiu um diagrama em Vê Gowin com ajuda da professora (pesquisadora) que o adaptou de acordo com a necessidade da turma, conforme mostrado abaixo. Vale ressaltar que o sétimo passo foi realizado durante toda a aplicação da sequência didática, em todas as aulas. O oitavo e último passo procura evidências de aprendizagem significativa para considerar a UEPS exitosa e, para isso, as questões respondidas pelos alunos e o diagrama foram corrigidos e avaliados.



4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 PRIMEIRO ENCONTRO

No dia referente ao primeiro encontro, compareceram ao todo 20 alunos (90,90% da turma). Após a reprodução do trailer da série, buscou-se compreender os conhecimentos prévios dos alunos a respeito da disciplina de Química, uma vez que o objetivo da utilização da UEPS no ensino de Radioatividade é alcançar a aprendizagem significativa. As respostas envolveram os termos: núcleo, átomo, raio de luz, arma de gelo, arma de calor, energia e o personagem Nuclear.

O acompanhamento e a observação do ambiente sala de aula fazem parte das atividades desenvolvidas ao longo do estágio supervisionado. A partir disso, observou-se um entusiasmo por parte da turma quando notaram que era possível aprender Química através de uma atividade considerada entretenimento, demonstrando predisposição em aprender – uma das condições de ocorrência da aprendizagem significativa (MOREIRA, 2012). Além disso, ao utilizar ficção científica em sala de aula, momentos de discussão e questionamentos acerca de conceitos, fenômenos e leis científicas são gerados. Através deles, é possível compreender os conceitos subsunçores presentes na estrutura cognitiva do aluno (DAMASIO, TEIXEIRA, XAVIER, 2017).

Após uma breve introdução da história do personagem, acreditava-se que os discentes teriam dificuldades em associar conteúdos químicos ao trecho exibido, principalmente, porque a disciplina é trabalhada de forma descontextualizada, mecânica e não interdisciplinar. No entanto, foram citados termos como radioatividade e compartilhamento de elétrons, justificando que o personagem era composto por duas pessoas que compartilhavam elétrons para se manterem estáveis. Esses resultados mostram dois conhecimentos prévios específicos e relevantes para a aprendizagem de outros conceitos, definindo assim os subsunçores (MOREIRA, 2012).

Durante o 4º passo da UEPS, o qual é definido pela apresentação do conteúdo, os alunos se mostraram atentos e interessados no assunto. Tal fato pode ser justificado pela utilização de séries de televisão como recurso didático em sala de aula, enxergando, além de uma motivação para os alunos, uma oportunidade de questionar a vida e os tempos futuros (DAMASIO, TEIXEIRA, XAVIER, 2017). Outra justificativa envolve a presença de subsunçores que, ao se relacionarem com o conhecimento novo, possibilitam a aprendizagem significativa que “ocorre quando um novo conhecimento se incorpora, por assim dizer, ao conhecimento já existente na estrutura cognitiva, com o qual se relaciona e se torna relevante em relação ao que já é conhecido” (BRAATHEN, 2012, p. 65).

Ao final do primeiro encontro, foi utilizado um trecho de um episódio da série *DC's Legends of Tomorrow* seguido de uma avaliação formativa individual, cujo intuito era descobrir se houve modificação na percepção dos alunos quanto ao assunto.

Utilizando-se como problemática a história da formação do personagem Nuclear, por meio da análise do gráfico 1, percebe-se que os alunos conseguiram definir o que é radioatividade, demonstrando modificações em suas concepções. Durante a apresentação do conteúdo, radioatividade foi definida como a emissão de partículas e/ou energia, sendo justamente esses termos os mais utilizados pelos alunos (45%), o que mostra presença da aprendizagem significativa. Outros termos que também apareceram foram espalhamento e divisão de partículas (15%), podendo essa ideia ter sido formada devido às emissões alfa, beta e gama, o que leva a crer que tal assunto foi relacionado de maneira não literal e não arbitrária à estrutura cognitiva.

Outra parcela dos estudantes (15%) relacionou a radioatividade com a instabilidade de partículas, núcleo ou energia, sendo esses três termos citados durante a exibição dos recortes da

série de televisão, podendo afirmar que o material utilizado é potencialmente significativo. Alguns discentes (10%) definiram o fenômeno de acordo com o último conteúdo abordado em aula - série/família radioativa - quando a pesquisadora citou elementos radioativos naturais e artificiais. Por fim, alguns alunos (15%) utilizaram o termo núcleo negativo para definir o fenômeno. Acredita-se que atribuíram o personagem a um núcleo e sua instabilidade a algo negativo, como os elétrons, uma vez que o mesmo grupo que citou o compartilhamento de elétrons mencionou os dois termos na resposta.

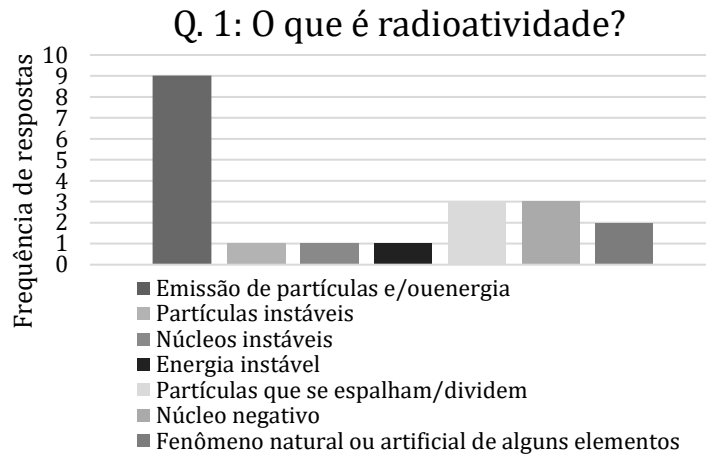


Gráfico 1 - Análise das respostas dos alunos referentes à primeira questão

Já em relação à segunda questão, no gráfico 2, encontram-se as palavras mais utilizadas pelos alunos como resposta. É possível observar que a justificativa mais utilizada pelos participantes da pesquisa dizia que o professor Stein não aguentaria toda energia sozinho para compor o Nuclear.

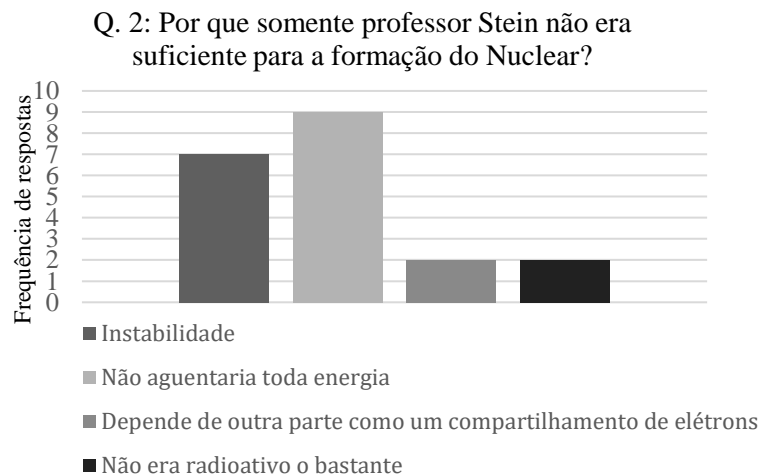


Gráfico 2 - Análise das respostas dos alunos referentes à segunda questão

Observa-se que as respostas foram complementares, uma vez que os alunos conseguiram associar a instabilidade do professor Stein ao fato de não aguentar toda sua energia e não ser radioativo o bastante para isso. Ou seja, ele não conseguiria compor o personagem sozinho, precisando sempre de alguém para compartilhar energia - ou elétrons. Este resultado demonstra que

os alunos conseguiram associar o conteúdo de maneira não literal, utilizando suas próprias concepções e ideias.

A questão 3 abordava o que poderia ter acontecido com o professor Martin Stein caso não houvesse a nova formação do Nuclear e, como esperado, todos os alunos utilizaram, na resposta, termos como explosão, morte, liberação de radiação e instabilidade. Vale ressaltar que um aluno respondeu que o professor não aguentaria toda radiação e morreria, gerando uma emissão gama. Durante a explicação desse tipo de emissão, foi citado que ela poderia ser exemplificada pelo Stein, uma vez que, caso não conseguisse outro parceiro, teria que emitir radiação gama para se tornar estável - assim como um núcleo. Algumas respostas dadas pelos alunos na questão 3 podem ser vistas no quadro 1.

Aluno	Resposta apresentada
Aluno A	“Ele não aguentaria toda a energia, ele poderia ter uma emissão gama e explodir.”
Aluno B	“O professor Stein poderia explodir pela instabilidade.”
Aluno C	“Ele poderia morrer e espalhar mais radiação.”
Aluno D	“A instabilidade do professor Stein ia desencadear uma reação exotérmica, em suma, explodir tudo e morrer.”

Quadro 1 - Respostas¹ apresentadas pelos alunos para a questão 3: O que poderia ter ocorrido se não houvesse a nova formação do personagem?

A figura 16 mostra uma nuvem de palavras contendo os termos que mais se repetiram na questão 4, a qual se referia aos conteúdos de Química que os alunos conseguiram relacionar com os dois recortes dos episódios apresentados.



Figura 16 - Palavras referentes aos conteúdos de Química citadas pelos alunos².

¹ Transcrição literal das respostas dos alunos.

² Disponível em: <<https://www.wordclouds.com/>>. Acesso em 01 de Novembro de 2019.

Como se pode observar, o termo ‘radioatividade’ foi o que apareceu com mais frequência. Acredita-se que os termos ‘transformações’ e ‘ligação’ foram relacionados com a cena em que Jackson e Stein se fundem, ocasionando a formação do Nuclear. O termo fusão foi citado durante o episódio, mas como não era de seu conhecimento, os alunos voltaram a associar o termo compartilhamento de elétrons ao processo.

Segundo Moreira (2016), as duas condições necessárias para ocorrência da aprendizagem significativa envolvem a utilização de um material potencialmente significativo e a predisposição do aluno em aprender. No entanto, para que o material realmente seja significativo, ele deve se relacionar com a estrutura cognitiva do sujeito de maneira não arbitrária e não literal e, para que essas condições sejam alcançadas, ele deve ser escolhido com cautela.

Cabe ressaltar aqui que o material potencialmente significativo selecionado baseou-se em uma conversa informal com a turma sobre as atividades que mais realizavam no tempo livre. Os alunos afirmaram que assistiam seriados de televisão, principalmente, os que têm super heróis como temática, o que influenciou na escolha das séries *Flash* e *DC's Legends of Tomorrow*. No entanto, existem diferenças muito grandes entre um vídeo didático e um seriado de TV comercial, não só em termos de produção, mas, principalmente na ideologia presente. Logo, é preciso considerar o alcance do vídeo, o que pode ser discutido, em qual momento será dada a discussão e, sobretudo, é importante ressaltar que um vídeo de ficção científica não tem compromisso em espelhar a realidade (BORIN, GIORDAN, 2009).

Em relação às condições essenciais para que ocorra uma aprendizagem significativa, aquela que envolve a vontade de aprender do indivíduo é de extrema complexidade, uma vez que os alunos estão cada vez mais perdendo o interesse pela ciência como é ensinada na escola. Para reverter essa ideia, a linguagem audiovisual foi utilizada como recurso didático para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem e despertar o interesse pelo tema ao mostrar que é possível aprender através do entretenimento.

Com isso, pode-se concluir que as duas condições para ocorrência da aprendizagem significativa foram alcançadas, e esta se associou de forma não literal e não arbitrária à estrutura cognitiva dos alunos, uma vez que não ficaram presos somente a um termo e a uma ideia para definir a radioatividade. Através da utilização da série de TV como organizador prévio, foi possível entender os conceitos subsunçores trazidos pelos alunos. E, posteriormente, o uso desse mesmo recurso como um material potencialmente significativo possibilitou a relação entre os conhecimentos prévios e os novos. Sendo assim, pode-se dizer que houve, pelo menos, indícios de aprendizagem significativa, uma vez que os discentes conseguiram relacionar o conteúdo químico com o que haviam acabado de assistir nos recortes da série de televisão, utilizando suas próprias concepções e ideias.

4.2 SEGUNDO ENCONTRO

No dia referente ao segundo encontro compareceram apenas 10 alunos (46% da turma). A aula teve início com o 5º passo da UEPS, que consiste na retomada dos aspectos gerais do conteúdo com um nível maior de complexidade. A professora (pesquisadora) retomou com os alunos o conteúdo do último encontro, abordando novamente as quatro questões. Como todos os alunos presentes haviam acompanhado a aula anterior, responderam as questões sem dificuldades. Isso comprova o pressuposto de que quanto mais as perguntas feitas pelo professor estiverem relacionadas aos conhecimentos prévios dos alunos, mais significativas serão as respostas dadas (COELHO, SCHEIN, 2006).

Posteriormente, para a retomada das características mais importantes do conteúdo (6º passo da sequência didática), foram utilizados quatro recortes de 2 episódios da série *DC's Legends of Tomorrow*. Em seguida, duas atividades avaliativas foram desenvolvidas: Respostas a um questionário com 5 perguntas e a criação de um diagrama Vê Gowin. Como se tratavam de dois episódios diferentes, optou-se por reproduzir 2 recortes por vez. Logo, os alunos conseguiram responder, inicialmente, as duas primeiras questões da atividade avaliativa.

Ao analisar as respostas para a pergunta de número 1, que questionava por que o professor Stein precisava encontrar o núcleo e desligá-lo, 100% dos alunos afirmaram que o personagem queria impedir que outros nucleares fossem criados pela cientista. Já na segunda questão, que abordava o que o Stein fez quando encontrou o núcleo, a resposta também foi unânime: o professor absorveu toda a energia quando o encontrou. Nesta etapa da sequência didática, o uso da série de televisão teve como objetivo desencadear a aprendizagem e organizar os conceitos que foram explorados (DAMASIO, TEIXEIRA, XAIER, 2017).

Após a reprodução dos últimos dois recortes do seriado, os alunos responderam as últimas 3 questões. Quando questionados sobre os processos nucleares que foram representados nos vídeos, todos os alunos afirmaram se tratar dos processos de fusão e fissão nuclear. Na questão número quatro, 60% dos alunos disseram que ocorreu uma explosão. No entanto, 40% dos alunos disseram que a cientista Valentina explodiu quando se separou de Stein porque ficou altamente instável - termo este abordado no encontro anterior. Com isso, enxergam-se indícios de aprendizagem significativa, uma vez que “o novo conceito se agregou ao conhecimento já existente, ampliando-o e modificando-o tanto em termos qualitativos quanto em quantitativos” (BRAATHEN, 2012, p. 66).

Na última questão, os alunos tiveram que escrever conceitos, ideias e/ou teorias que conseguiram relacionar ao conteúdo Radioatividade após os dois encontros. A figura 17 apresenta uma nuvem de palavras com os termos mais citados pelos alunos.



Figura 17 - Palavras referentes aos conteúdos de Radioatividade citadas pelos alunos³.

Como se pode observar, as palavras ‘partículas’, ‘energia’ e ‘emissão’ foram as que apareceram com maior frequência. Isso evidencia mudanças nas concepções dos alunos quanto ao tema, uma vez que agora remetem o assunto radioatividade não somente a coisas boas e/ou ruins, mas a conteúdos científicos. Ao tratar o tema de forma crítica, social e contextualizada, possibilitou-se que a turma se posicionasse também sobre a aplicação da radioatividade no dia a dia, mas sem deixar de relacioná-la a conteúdos científicos da Química (VIANA, 2008).

³ Disponível em: <<https://www.wordclouds.com/>>. Acesso em 06 de Novembro de 2019.

Vale ressaltar que a contextualização do tema não ocorreu somente quando foram evidenciadas suas aplicações no dia a dia. Os dois episódios reproduzidos trouxeram também concepções históricas, uma vez que a personagem Valentina é uma cientista alemã em plena Segunda Guerra Mundial. Os estudantes conseguiram relacionar o tempo histórico em que o episódio ocorre com Hitler e as bombas nucleares que, nesse caso, seriam substituídas por novos Nucleares. Isso mostra a importância da contextualização e da interdisciplinaridade no ensino de Química, uma vez que “os temas não devem abranger somente o cotidiano dos alunos, mas também considerar as situações importantes para a sociedade como um todo” (PROCHNOW, SILVA, SOUZA, 2017, p. 3).

Por fim, a última atividade envolveu a elaboração de um diagrama Vê Gowin adaptado, como já mostrado anteriormente. Quando foram questionados a respeito do problema abordado ao longo das aulas, os discentes afirmaram se tratar da radioatividade. A respeito das hipóteses, disseram envolver o estudo do personagem Nuclear. Acerca dos conceitos, os discentes foram instruídos a definir todos os conceitos abordados durante a aula, então disseram: história da radioatividade, tempo de meia vida, tipos de radiação (alfa, beta e gama), fissão e fusão nuclear. Com isso, o domínio teórico-conceitual foi preenchido.

Nos materiais e procedimentos utilizados, a turma citou séries de televisão *Flash* e *Lendas do Amanhã* (título traduzido), vídeos, explicação da professora e slides. No tópico dos resultados, alguns alunos foram sucintos na resposta, dizendo somente “entendimento sobre o tema”. No entanto, outra parcela dos estudantes conseguiu relacionar o problema a hipóteses, conceitos, materiais e procedimentos, o que evidencia a eficácia da atividade, uma vez que “mostra os elementos epistemológicos envolvidos na construção e descrição de novos conhecimentos” (MOREIRA, 2006, p.88).

No último tópico, os discentes deveriam apresentar conclusões sobre o problema e suas opiniões a respeito das aulas e da aplicação da UEPS. Através da análise das respostas apresentadas, pode-se dizer que os alunos formaram suas próprias concepções a respeito do tema, afirmando que a radioatividade possui pontos negativos e positivos. Além disso, todos os participantes da pesquisa citaram o personagem Nuclear como parte fundamental para compreensão do tema. As figuras abaixo mostram alguns exemplos de diagramas Vê Gowin construídos pelos estudantes.

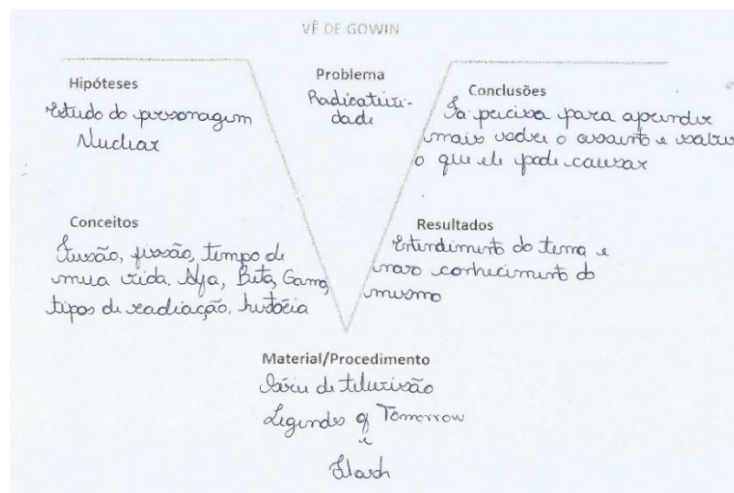


Figura 18 – Diagrama Vê Gowin criado pelo aluno A.

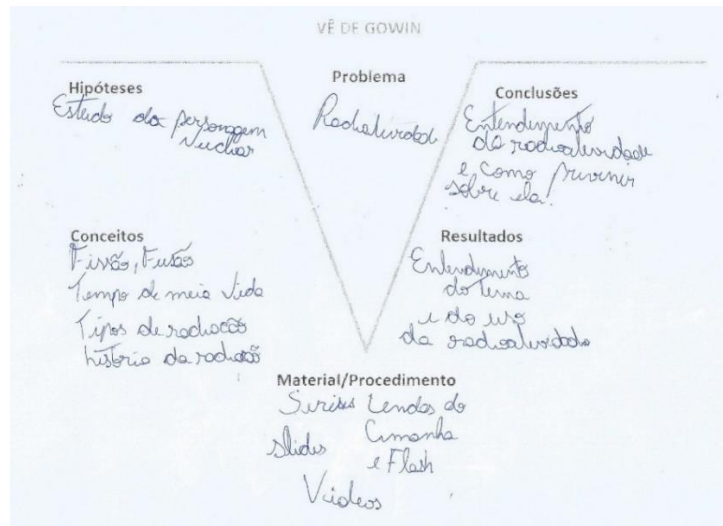


Figura 19 – Diagrama Vê Gowin criado pelo aluno B.

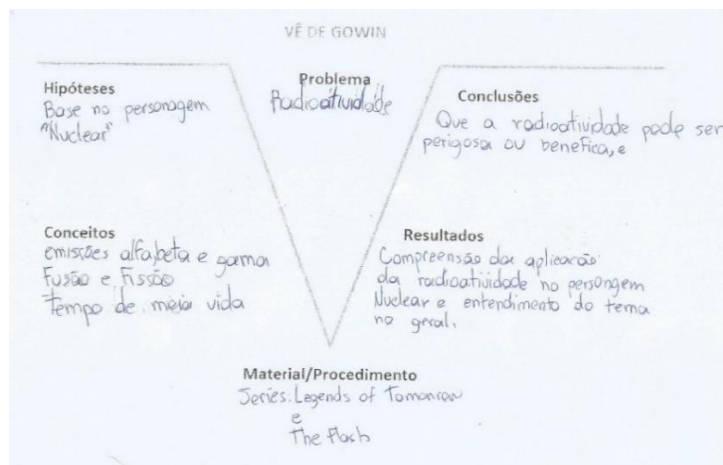


Figura 20 – Diagrama Vê Gowin criado pelo aluno C.

Como é possível observar, os alunos conseguiram não somente assimilar o conteúdo científico com o que foi exibido nos episódios, mas também desenvolveram uma visão crítica a respeito do tema, formando opiniões e concepções pessoais. Pode-se dizer que houve indícios de aprendizagem significativa, uma vez que os alunos conseguiram criar uma rede de conhecimentos na qual os conceitos encontram-se interligados, caracterizando esse tipo de aprendizagem (BRAATHEN, 2012). Além disso, através do material potencialmente significativo (séries de TV), foi possível motivar os estudantes, alcançando assim as duas condições para a aprendizagem significativa.

CONCLUSÃO

Para que a aprendizagem significativa ocorra, duas condições são necessárias: utilização de um material potencialmente significativo e a vontade de aprender do aluno. A última condição requer que os alunos sejam ativos no processo de aprendizagem, mas, por não estarem familiarizados com metodologias que possibilitem isso, acabam resistindo à nova proposta. Sendo assim, a motivação é fator crucial para adequação da abordagem pedagógica. Essa motivação não deve estar relacionada somente aos alunos, mas também aos professores, para que pesquisem e repensem suas práticas pedagógicas a fim de motivar os alunos a avançarem, pensarem, aprenderem e participarem da própria aprendizagem. Para isso, metodologias com tendência ao ensino baseado na memorização devem ser evitadas.

Ao empregar uma metodologia ativa neste trabalho, foi possível reconhecer conhecimentos prévios específicos trazidos pelos alunos, o que intensificou os resultados positivos do projeto, uma vez que foi possível observar a atribuição de novos significados ao conteúdo, estabelecendo também uma visão crítica. Além disso, os estudantes mostraram-se contentes com a experiência de aprender por meio de uma atividade antes considerada apenas entretenimento. A utilização de séries de TV como recursos didáticos audiovisuais teve o intuito de despertar o interesse dos alunos para o tema, mas, acima de tudo, sua vontade de aprender. Sendo assim, além de servir como um material potencialmente significativo, este recurso audiovisual contribuiu também para a predisposição do aluno em aprender, alcançando as duas condições para a ocorrência da aprendizagem significativa.

Em suma, a utilização de séries de TV como recursos didáticos em UEPS possui um potencial muito grande em relação à ocorrência da aprendizagem significativa. Embora sejam materiais poucos abordados no ensino, esses recursos são de extrema relevância, principalmente, porque podem ajudar o professor a elaborar materiais potencialmente significativos e organizadores prévios para que os alunos alcancem os subsunçores necessários para a aplicação da UEPS. Sendo assim, estes dois recursos contribuem de forma eficiente para a aprendizagem significativa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, M. F. F.; MOHR, A.; SILVA, M. G. L. **Temas de ensino e formação de professores de Ciências**. 1 ed., Natal: Editora da UFRN, 2012.

AUSUBEL, D. P. **Educational psychology: a cognitive view**. 1 ed. New York: Holt Mc Dougal, 1978.

_____. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. 1 ed. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003. Tradução de: **The Acquisiton and Retention of Knowledge: a Cognitive view**. 2003.

BEHRESN, M. A.; MASETTO, M. T.; MORAN, J. M. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 10 ed. Campinas: Papirus, 2006.

BORIN, M. C.; GIORDAN, M. A imagem da Ciência no Cinema. Separata de: **Química Nova na Escola**, São Paulo, Brasil, v. 31, n. 1, p. 9-16, fev., 2009.

BRAATHEN, P. C. Aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa no processo de ensino-aprendizagem de Química. Separata de: **Revista Eixo**. Brasília, Brasil, v. 1, n. 1, pg 63-69, jan./jun., 2012.

COELHO, S. M.; SCHEIN, Z. P. O papel do questionamento: intervenções do professor e do aluno na construção do conhecimento. Separata de: **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Florianópolis, Brasil, v. 23, n. 1, p. 68-92, abr., 2006.

DAMASIO, F.; TEIXEIRA, A. S.; XAVIER, K. S. O ensino de e sobre ciências por meio da série de ficção científica Jornada nas Estrelas. Separata de: **Experiências em Ensino de Ciências**, Santa Catarina, Brasil: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, v. 12, n. 5, p. 1-33, agosto, 2017.

GALVÃO, E. **A ciência vai ao cinema: uma análise de filmes educativos e de divulgação científica do Instituto Nacional do Cinema Educativo (INCE)**. Rio de Janeiro, 2004. Dissertação

- (Mestrado em Educação, Gestão e Difusão em Biociências) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.
- LOCATELLI, A.; MACUGLIA, U. As séries de TV como ferramenta pedagógica no ensino de Química. Separata de: **Revista Thema**, Pelotas, Brasil: Ciências Exatas e da Terra, v. 15, n. 4. p. 1294-1301, out./dez. 2018.
- LORENZETTI, L.; MATOS, C. F.; SCHUINDT, C. C. **Recursos didáticos no Ensino de Química: analisando a temática Radioatividade nos livros didáticos**. In: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química, 8., 2016, Florianópolis. Anais, Florianópolis, 2016.
- MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e diagramas V**. 1 ed, Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 2006.
- _____. Diagramas V e Aprendizagem Significativa. **Revista Chilena de Educación Científica**, v. 6, n. 2, p. 03-12, s.d., 2007.
- _____. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. **Aprendizagem Significativa em Revista**, Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, v. 1, n. 3, p. 25-46, dezembro, 2011a.
- _____. **Unidades de ensino potencialmente significativas**. 1 ed, Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, Porto Alegre, 2011b.
- _____. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares**. 1 ed. São Paulo: Livraria da Física, 2012.
- _____. **Subsídios Teóricos para o professor pesquisador em Ensino de Ciências: A Teoria da Aprendizagem Significativa**. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2016.
- MOREIRA, M. A.; TOIGO, A. M. Diferenças na construção de Diagramas V em pequenos grupos e individualmente por alunos de graduação das faculdades de Educação Física e Fisioterapia na disciplina de Biomecânica. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 2, p. 90-98, s.d., 2012.
- PROCHNOW, T. R.; SILVA, C. S. S.; SOUZA, D. S. **A prática interdisciplinar da Química na percepção docente**. In: XXXVII Encontro de Debates sobre o Ensino de Química, 37., 2017, Rio Grande. Anais, Rio Grande, 2017.
- QUINTINO, C. P.; RIBEIRO, K. D. F. **A utilização de filmes no processo de ensino aprendizagem de Química no Ensino Médio**. In: XV ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, XV, 2010, Brasília, Resumo, Brasília, 2010.
- ROCHA, J. S.; VASCONCELOS, T. C. **Dificuldades de aprendizagem no ensino de Química: algumas reflexões**. In: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química, 18., 2016, Florianópolis, Anais, Florianópolis, 2016.
- SILVA, M. R. L. **Os desafios da Escola Pública Paranaense na perspectiva do professor PDE: A integração do recurso audiovisual vídeo na sala de aula**. Paraná: Produções Didático-Pedagógicas, v. 2. Governo do Estado do Paraná, Cadernos PDE, 2014.
- VIANA, E. S. **Breve estudo sobre o ensino da Radioatividade nas escolas públicas estaduais na cidade de Campos dos Goytacazes/RJ**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Curso de Licenciatura em Química, Instituto Federal Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2008.