



UNIVERSIDADE
FEDERAL
DE PERNAMBUCO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS
E MATEMÁTICA

JULIANE MARIA DE SANTANA

**ANÁLISE DE VÍDEOS SOBRE RADIOATIVIDADE A PARTIR DA TEORIA
COGNITIVA DA APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA (TCAM)**

Caruaru

2023

JULIANE MARIA DE SANTANA

**ANÁLISE DE VÍDEOS SOBRE RADIOATIVIDADE A PARTIR DA TEORIA
COGNITIVA DA APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA (TCAM)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Educação em Ciências e Matemática. Área de concentração: Educação em Ciências e Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Flávia Cristina Gomes Catunda de Vasconcelos

Caruaru

2023

Catálogo na fonte:
Bibliotecária – Paula Silva - CRB/4 - 1223

S232a Santana, Juliane Maria de.
Análise de vídeos sobre radioatividade a partir da Teoria da Aprendizagem Multimídia (TCAM). / Juliane Maria de Santana – 2023.
85 f.; il.: 30 cm.

Orientadora: Flávia Cristina Gomes Catunda de Vasconcelos.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, 2023.
Inclui Referências.

1. Material didático. 2. Recursos audiovisuais. 3. Avaliação. 4. Química (Ensino médio). 5. Radioatividade. 6. Aprendizagem. I. Vasconcelos, Flávia Cristina Gomes Catunda de (Orientadora). II. Título.

CDD 371.12 (23. ed.) UFPE (CAA 2023-078)

JULIANE MARIA DE SANTANA

**ANÁLISE DE VÍDEOS SOBRE RADIOATIVIDADE A PARTIR DA TEORIA
COGNITIVA DA APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA (TCAM)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Área de concentração: Educação em Ciências e Matemática.

Aprovada em: 11/09/2023.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Flávia Cristina Gomes Catunda de Vasconcelos (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

Prof. Dr. João Eduardo Fernandes Ramos (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

Profa. Dra. Ana Paula de Souza Freitas (Examinadora Externa)
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

Dedico este trabalho aos meus pais, minha irmã, minha avó Maria (*in memoriam*) e a Profa. Flávia Vasconcelos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me ouviu nos momentos difíceis, me confortou e me deu forças para chegar onde eu estou.

A minha orientadora Profa. Dra. Flávia Vasconcelos, por todo suporte dado ao longo desses dois anos, por todas as contribuições, pela paciência e também pelo incentivo, principalmente durante a reta final da conclusão do trabalho.

A Profa. Dra. Ana Patrícia e ao Prof. Dr. Ronaldo Dionísio por me ajudarem durante o processo seletivo e por acreditarem em meu potencial desde a graduação.

A todos os Docentes do PPGECM, em especial, a Ana Lúcia, Dilson Cavalcanti, Edelweis Barbosa, Flávia Vieira, José Dilson, Kátia Calligaris, Kátia Cunha, Kilma Viana, Rogério Ignácio, Simone Queiroz, Valdir Bezerra, Verônica Gitirana e Tânia Bazante pelos ensinamentos adquiridos durante as disciplinas.

Agradeço aos meus pais Sonia e João, que não só neste momento, mas em toda a minha vida estiveram comigo, ao meu lado, fornecendo apoio, compreensão e estímulo, me incentivando a nunca desistir e a lutar pelos meus objetivos.

A minha irmã Jaqueline por ter me encorajado a fazer a seleção do programa e pelo suporte em todos os ramos da minha vida. A minha avó Maria (*in memoriam*) por ter me auxiliado a enxergar a beleza da docência. A todos os meus familiares por me motivarem a chegar até aqui.

Meus agradecimentos a minha turma do PPGECM 2021 que contribuíram de maneira positiva para minha formação, especialmente, aos amigos que fiz durante a minha jornada, Anderson Morais, Cynthia Lins, Irlann Santos, Ítalo Nunes, Joseilda Santos, Mary Monteiro, Natália Pontes e José Ronaldo, obrigada pelas risadas diárias.

A Profa. Dra. Ana Paula e ao Prof. Dr. João Eduardo por todas as contribuições feitas na banca de qualificação e da defesa, pois foram fundamentais para a construção deste trabalho. Muito obrigada.

Aos meus queridos amigos, Carla Vicente, Ediene Teixeira, Emília Oliveira, Gilse Farias, Jéssica Farias, Jesiel Silva, Lídia Monteiro, Luciely Silva, Rafael Oliveira, Tassiane Ferreira e Tamires Lindalva por torcerem por mim, ouvirem meus desabafos, por me encorajarem e me apoiarem em todos os momentos.

A Ariane Bittencourt por me auxiliar a organizar o emaranhado de sentimentos que habita em mim.

Agradeço também a todos os meus alunos e as colegas de trabalho que se tornaram amigas, Ana Carla, Cilene Rezende, Deise Carolina, Glória Rocha, Luciene Bernardo e Ocione Moura, vocês são referências para mim.

Por fim, agradeço aos meus amados pets Rex e Babe por terem sido meus fiéis companheiros nos últimos anos, me dando conforto e carinho diário, tornando o processo mais leve. Minhas estrelinhas.

“Nada na vida deve ser temido, apenas compreendido. Agora é a hora de entender mais, para que possamos temer menos” (CURIE, [s.d.] apud. EDITORS, 2018, p. 10).

RESUMO

Dentre os conteúdos químicos abordados em sala de aula, temos que a Radioatividade além de ser algo distante do cotidiano dos alunos, representa também uma sensação de perigo, visto que, o termo é constantemente relacionado a tragédias e episódios negativos, cabendo ao professor promover situações de aprendizagem que contribuíssem para desmistificar essas concepções. Com o advento da internet e seu acesso, temos que as multimídias (vídeos, simulações) se apresentam como recursos relevantes que podem ser utilizados nas aulas com o intuito de diminuir a abstração de determinados conteúdos, auxiliando na aprendizagem. Entretanto, vale ressaltar que, antes de fazer uso desses recursos, o professor precisa realizar uma análise prévia do material com o intuito de verificar quais são as suas potencialidades no processo de ensino e aprendizagem. Pensando nisso, o presente trabalho tem como objetivo “Analisar a partir da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM) o potencial de vídeos disponíveis no YouTube para a desmistificação da temática Radioatividade a partir do seu contexto histórico e aplicações benéficas para a sociedade”. Para isso, o trabalho foi dividido em 3 etapas. Na etapa 1: Realizou-se uma busca na plataforma YouTube utilizando a palavra-chave “Radioatividade química” e os seguintes filtros: duração entre 4-20 minutos, estar em alta definição e serem ordenados pela contagem de visualização, feito isso foram encontrados mais de 100.000 resultados. Na etapa 2: Selecionou-se os vídeos usando os critérios propostos por Silva (2015), que ressalta que a mídia deve abordar o tema do objeto de pesquisa, estar em língua portuguesa e possuir o maior número de acessos. E, para que houvesse uma maior padronização, foram incluídos os vídeos que abordavam a temática radioatividade, incluindo os “tipos de partículas (alfa, beta e gama)”, “breve histórico” e/ou “aplicabilidade”, assim, dos 40 vídeos pré-selecionados, apenas, 6 foram escolhidos para a análise. Etapa 3: Os 6 vídeos selecionados foram analisados de acordo com a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM), estruturada por Richard Mayer em 2001, o qual propõe princípios que podem ser usados tanto para análise, quanto para a construção de materiais, visando minimizar a presença de objetos em excesso (imagem/texto) e erros conceituais do conteúdo. Para a análise, foram utilizados 8 dos 12 princípios estabelecidos por Mayer, são eles: multimídia, coerência, sinalização, redundância, contiguidade temporal, modalidade, voz e imagem. Após a análise constatou-se que o vídeo 4 apresentou o maior número de desvios multimídia, sendo classificado de maneira insatisfatória em relação a 6 princípios utilizados. Além disso, temos que nenhum dos vídeos analisados foram considerados satisfatórios em relação a todos os princípios aos quais foram submetidos. Assim, fica claro a necessidade de planejar muito bem a construção de tais recursos, tal como avaliá-los antes de usá-los durante a aula, evitando, assim, a presença de informações que possam causar obstáculos no processo de aprendizagem.

PALAVRAS-CHAVE: análise multimídia; ensino de química; radioatividade.

ABSTRACT

Among the chemistry topics covered in the classroom, radioactivity often appears distant from students' daily lives, invoking notions of danger due to its association with tragedies and unfortunate events. It falls upon teachers to create learning scenarios that demystify these ideas. With the advent of the internet and its availability, multimedia (videos, simulations) have emerged as valuable tools that can be used in class to reduce the abstraction of certain subjects, aiding in the learning process. However, before using these resources, teachers must conduct a prior analysis to ascertain their potential impact on the teaching and learning process. This study, therefore, seeks to "Analyze the potential of YouTube videos in demystifying the topic of radioactivity within its historical context and the beneficial applications it offers in society, through the lens of the Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML)." The study unfolds in three stages. Stage one: a search was conducted on the YouTube platform using the keyword "chemical radioactivity" and specific filters, such as 4-20 minutes duration, high-definition quality, and sorting by view count, which yielded more than 100.000 results. Stage two: videos were selected based on criteria set forth by Silva (2015), who emphasized that the media should address the research topic, be in Portuguese, and have the highest view counts. Furthermore, for greater standardization, videos that addressed the topic of radioactivity were chosen, including "types of particles (alpha, beta, and gamma)," "brief history," and/or "applicability." Out of 40 pre-selected videos, only six were chosen for in-depth analysis. Stage three: the six selected videos were analyzed based on the Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML), a framework developed by Richard Mayer in 2001. This theory encompasses principles designed for both analyzing and constructing educational materials, with the aim of reducing cognitive load and conceptual errors. Eight out of the 12 principles outlined by Mayer were employed in the analysis: multimedia, coherence, signaling, redundancy, temporal contiguity, modality, voice, and image. The analysis revealed that video 4 displayed the highest number of multimedia deviations and received an unsatisfactory rating in six of the principles. None of the videos scored satisfactorily across all the principles to which they were subjected. Thus, it is evident that careful planning is essential when developing multimedia resources, as well as thorough evaluation before incorporating them into the classroom, thereby avoiding any information that could hinder the learning process.

KEYWORDS: multimedia analysis; chemistry teaching; radioactivity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Modelo Sistemático da Aprendizagem Multimídia.....	28
Fotografia 1 -	Foto de Wilhelm Conrad Röntgen.....	33
Fotografia 2 -	Radiografia da mão esquerda da Sra. Anna Bertha Ludwig (1839-1919), esposa de Röntgen em 1895.....	34
Fotografia 3 -	Foto de Antoine Henry Becquerel (esquerda), Pierre Curie (centro) e de Marie Curie (direita).....	35
Fotografia 4 -	Imagens de queimaduras provocadas pela exposição à radiação gama.....	37
Figura 2 -	Ilustração de como funciona o detector do traçador radioativo.....	39
Fotografia 5 -	Esqueleto encontrado nos sítios arqueológicos do Parque Nacional Serra da Capivara, no Estado do Piauí, datado em 11 mil anos pelo método do C ₁₄	39
Figura 3 -	Ilustração de como funciona a verificação de defeitos em peças através da gamagrafia.....	40
Fotografia 6 -	Imagens de bananas irradiadas e não irradiadas para controle da maturação.....	41
Figura 4 -	Ilustração de como acontece um tratamento por meio da radioterapia.....	41
Figura 5 -	Captura de tela da busca inicial avançada realizada para identificação dos vídeos a serem analisados.....	44
Figura 6 -	Resultado da busca após a aplicação dos filtros.....	44
Fotografia 7 -	Captura de tela do vídeo: O que é radioatividade? (Momento 3'32").....	52
Fotografia 8 -	Captura de tela do vídeo: Radioatividade – Conceitos básicos (Momento 0'33").....	52
Fotografia 9 -	Captura de tela do vídeo: O que é radioatividade? (Marie Curie) (Momento 1'20")	53
Fotografia 10 -	Captura de tela do vídeo: Radioatividade (Momento 1'05")	55
Fotografia 11 -	Captura de alguns comentários feitos no vídeo Radioatividade sobre a data escrita de maneira equivocada.....	55
Fotografia 12 -	Captura de tela do vídeo: Introdução a radioatividade (Momento 7'26").....	56

Fotografia 13 - Captura de tela do vídeo: O que é radioatividade? Como ela funciona? (Momento 1'51")	57
Fotografia 14 - Captura de tela do vídeo: Radioatividade (Momento 4'03")	57
Fotografia 15 - Captura de tela do vídeo: Radioatividade – Conceitos básicos (Momento 3'13")	58
Fotografia 16 - Captura de tela do vídeo: Introdução a radioatividade (Momento 3'00")	59
Fotografia 17 - Captura de tela do vídeo: Introdução a radioatividade (Momento 3'25")	60
Fotografia 18 - Captura de tela do vídeo: O que é radioatividade? (Momento 5'16")	61
Fotografia 19 - Captura de tela do vídeo: Radioatividade (Momento 4'10")	61
Fotografia 20 - Captura de tela do vídeo: O que é radioatividade? (Marie Curie) (Momento 1'06")	63
Fotografia 21 - Captura de tela do vídeo: Introdução a radioatividade (Momento 2'20")	65
Fotografia 22 - Captura de tela do vídeo: Introdução a radioatividade (Momento 2'51")	66
Fotografia 23 - Captura de tela do vídeo: O que é radioatividade? (Momento 1'32")	67

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Categorização de vídeos segundo Moran (1995)	21
Quadro 2 -	Usos inadequados do vídeo em sala de aula segundo Moran (1995)	23
Quadro 3 -	Pressupostos propostos pela TCAM.....	27
Quadro 4 -	Processos cognitivos utilizados para a aprendizagem multimídia.....	29
Quadro 5 -	Cargas cognitivas e princípios multimídias.....	30
Quadro 6 -	Princípios utilizados para a análise dos vídeos encontrados na plataforma <i>Youtube</i>	45
Quadro 7 -	Descrição dos vídeos analisados disponíveis no <i>YouTube</i>	47
Quadro 8 -	Desvios de coerência encontrados nos vídeos analisados.....	54
Quadro 9 -	Síntese dos desvios encontrados nas análises dos vídeos sobre radioatividade.....	68

LISTA DE SIGLAS

AVA	Ambientes Virtuais de Aprendizagem
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CNE	Conselho Nacional da Educação
INCE	Instituto Nacional de Cinema Educativo
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PIBID	Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência
TCAM	Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia
TDIC	Tecnologias Digitais da Informação e da Comunicação
UFRPE	Universidade Federal Rural de Pernambuco

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	OBJETIVOS.....	18
1.1.1	Objetivo Geral	18
1.1.2	Objetivos Específicos	18
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	19
2.1	O Vídeo como recurso educacional.....	19
2.1.1	Categorização dos vídeos	21
2.1.2	Potencialidades do uso do vídeo no contexto educacional.....	24
2.2	Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM).....	26
2.3	Radioatividade.....	32
2.3.1	Breve histórico da descoberta da Radioatividade.....	32
2.3.2	Marcos negativos da Radioatividade.....	36
2.3.3	Aplicações da Radioatividade no nosso cotidiano.....	38
3	METODOLOGIA.....	43
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
4.1	Descrição dos vídeos analisados.....	47
4.2	Análise dos vídeos de acordo com a TCAM.....	51
4.2.1	Síntese dos resultados obtidos.....	68
4.2.2	Síntese de como a Radioatividade foi abordada nos vídeos.....	70
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	72
	REFERÊNCIAS.....	75

1 INTRODUÇÃO

A sociedade passa por uma série de transformações e o ambiente escolar precisa acompanhar as mudanças que vêm acontecendo, visto que, boa parte dos estudantes sentem dificuldade em aprender Química nos diversos níveis de ensino. Isso acontece porque, na maioria das vezes, os conteúdos são abordados de maneira tradicional, em que as aulas acabam sendo meramente expositivas e sem nenhum tipo de contextualização (FERREIRA, 2017), caracterizando-se pela memorização/repetição de nomenclaturas, fórmulas e cálculos que não são relacionados com o cotidiano, o que acaba fazendo com que os estudantes se sintam desmotivados em aprender o que está sendo ensinado (MENEZES *et al.*, 2011).

Tal prática pode favorecer uma aprendizagem mecânica que, de acordo com Moreira (2012, p. 12) consiste em uma aprendizagem “sem significado, puramente memorística, que serve para as provas e é esquecida, apagada, logo após”. Por isso, é necessário que o professor faça uso de diferentes recursos didáticos e de novas metodologias, como por exemplo, uso de *softwares*, simulações, vídeos, animações e/ou modelos científicos (VASCONCELOS, 2016a) para a construção do conhecimento, com o intuito de estimular a aprendizagem (GOLDSCHMIDT *et al.*, 2020).

Dentre os conteúdos químicos que são vistos em aula, temos a “Radioatividade” que além de ser algo distante do cotidiano dos alunos, representa para muitas pessoas o sentimento de perigo, pois, é constantemente relacionado à bomba atômica ou a acidentes como o caso do césio-137 na cidade de Goiânia (1987) e o da usina nuclear de Chernobyl (1986) na Ucrânia. Por isso, grande parte da população pouco sabe a respeito de suas aplicações benéficas e essas informações acabam sendo evidenciadas nos livros didáticos, que apesar de tentar contextualizar sobre a temática em alguns momentos pode gerar uma falsa impressão em alunos e professores pouco informados de que os fenômenos relacionados à energia nuclear, de modo geral, causam danos à saúde, e conseqüentemente, riscos para toda uma população (VASCONCELOS, 2016b).

Neste sentido, os professores precisam discutir de forma mais ampla o conteúdo mostrando a aplicabilidade da Radioatividade presente no nosso dia a dia.

Dentre os benefícios, podemos citar o uso de isótopos¹ radioativos no setor industrial, no qual se destaca as técnicas relacionadas à conservação dos alimentos. Na agricultura, a radiação é utilizada na eliminação de insetos em grãos, na criação de novas variedades de plantas com características melhoradas e na preservação de alimentos, através da inibição/destruição de bactérias e microrganismos. Além destes, há um leque de possibilidades na medicina, destacando-se a radioterapia, um método importante para eliminação de células tumorais (ARAÚJO *et al.*, 2018).

Entretanto, vale ressaltar que, apesar do êxito no tratamento do câncer, a radioterapia é um tratamento que também resulta em efeitos agressivos para o paciente, sendo comum que o organismo fique debilitado e vulnerável, o que contribui para o prejuízo nutricional (TONON; SILVA, 2020). Portanto, ao trabalhar a radioatividade é preciso apresentar os bônus e os ônus de se usar a radiação.

Posto isso, ao abordar essas e outras informações em sala de aula o professor pode fazer uso de diferentes estratégias de ensino tais como: mapas conceituais (AQUINO; DE CHIARO, 2013), histórias em quadrinhos (SOARES; CRUZ, 2013), filmes (CAMPOS *et al.*, 2019), *softwares* (GRUBER, 2014; NABIÇA; SOUZA, 2021) e vídeos (OLIVEIRA; BERNARDES, 2020), visto que, esses recursos tornaram-se grandes aliados no processo de ensino e aprendizagem de Química, em especial para o conteúdo de Radioatividade.

Estando de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que diz que as Tecnologias Digitais da Informação e da Comunicação (TDIC) podem ser utilizadas nos mais diversos espaços, inclusive no ambiente escolar, contribuindo para a divulgação do conhecimento científico no campo das Ciências da Natureza (Química, Física, Biologia). Possibilitando o desenvolvimento da autonomia dos estudantes permitindo que eles discutam, argumentem e se posicionem de forma crítica a respeito dos mais variados temas (BRASIL, 2017).

Dentre os recursos citados anteriormente temos que o uso de vídeos tem surtido efeitos positivos no ramo educacional. Arroio e Giordan (2006) descrevem que os vídeos possuem funções que vão desde a introdução a um determinado assunto/conceito até despertar a curiosidade/motivar a aprendizagem de novos

¹ Dois ou mais núclídeos que possuem o mesmo número atômico (Z), mas com massas atômicas (A) diferentes. Os isótopos possuem propriedades químicas iguais, mas algumas propriedades físicas diferentes (MARTINELLI *et al.*, 2009; VASCONCELOS, 2016b).

temas. Além disto, os vídeos permitem o envolvimento do espectador, chamando a sua atenção, o que permite que se aprenda algo novo, sem que ele se dê conta do processo de aprendizagem no qual está envolvido (ALVES; MESSEDER, 2009).

Outro ponto a ser destacado é que durante a pandemia do novo coronavírus (COVID-19) o vídeo se tornou um recurso importante no auxílio do processo de ensino e aprendizagem, visto que, era um momento em que era necessário evitar o contato entre as pessoas. Com isso, o Conselho Nacional da Educação (CNE) autorizou que fossem realizadas a implementação das aulas não-presenciais, desde a educação básica até a pós-graduação e as atividades deveriam ser realizadas por meio da web, através de videoaulas, ambientes virtuais de aprendizagem (AVA) ou de redes sociais (SOUZA; VILELA, 2021).

Dentre as plataformas disponíveis, temos que o YouTube ganhou ainda mais visibilidade durante esse período por se tratar de um ambiente gratuito, de fácil acesso e que possibilita que qualquer pessoa possa publicar suas produções, do usuário comum ao professor pesquisador. Por isso, vale ressaltar que, muitos dos vídeos que estão disponíveis na internet não foram produzidos com o intuito de serem utilizados como uma ferramenta para o processo de aprendizagem. Assim, o compartilhamento das informações neste meio, pode promover o desenvolvimento de obstáculos epistemológicos aos sujeitos que os assistem (SILVA, 2015).

Assim, diante do que foi exposto se faz necessário que os professores selecionem multimídias como ferramenta de apoio pedagógico para colaborar na compreensão dos conteúdos químicos usando critérios que elejam o material audiovisual como pertinente e proveitoso para a aprendizagem. Deste modo, temos como problemáticas: De que forma o conteúdo de Radioatividade está sendo abordado nos vídeos presentes no YouTube? As informações presentes nesses materiais podem ser utilizadas para promover a desmistificação da temática?

Para critério de análise, foi adotada a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM) estruturada por Richard Mayer (2001), que visa a análise de multimídias em relação a 12 princípios: coerência, contiguidade espacial, contiguidade temporal, redundância, sinalização, modalidade, pré-treinamento, segmentação, imagem, multimídia, personalização e voz, que podem ser classificados como satisfatórios ou insatisfatórios para a aprendizagem (MAYER, 2005).

Ao analisar, por exemplo, um vídeo de acordo com tais princípios é possível apontar se os elementos presentes nele possuem desvios multimídias, ou seja,

desvios conceituais e imagéticos, fazendo com que haja menores riscos da inserção de equívocos nos conteúdos que estão sendo abordados (AMARAL, 2019). Sendo assim, a TCAM não serve, apenas, para que os professores sejam mais criteriosos em suas escolhas (SILVA *et. al*, 2019), como também auxilia que estes criem suas próprias mídias (MAYER, 2005).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

- Analisar a partir da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM) o potencial de vídeos disponíveis no YouTube que possam promover a desmistificação da temática Radioatividade a partir do seu contexto histórico e aplicações benéficas para a sociedade.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Avaliar de maneira descritiva os vídeos sobre a Radioatividade e suas perspectivas para o Ensino de Química;
- Inferir os princípios multimídias da TCAM nos vídeos selecionados sobre Radioatividade;
- Identificar os possíveis desvios multimídias apresentados nos vídeos analisados e as possíveis implicações ao processo de ensino e aprendizagem;
- Verificar se os vídeos analisados podem ser utilizados como uma ferramenta para auxiliar no processo de desmistificação da Radioatividade.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão apresentados alguns aspectos sobre o uso de vídeos no ambiente escolar, como eles são categorizados e suas possibilidades e limitações. Abordaremos os princípios que norteiam a TCAM e por fim um breve histórico sobre Radioatividade, assim como algumas de suas aplicações em nosso cotidiano.

2.1 O vídeo como recurso educacional

Ao contrário do que muitos pensam, o uso de vídeos em sala de aula não é algo recente, visto que, tal prática acontece desde o início da década de 20, período em que educadores brasileiros já faziam discussões acerca das suas potencialidades no ramo educacional. Mas, foi apenas no ano de 1936 que o movimento ganhou força e houve a criação do Instituto Nacional de Cinema Educativo (INCE) – primeiro órgão estatal brasileiro planejado para o cinema (CARVALHAL, 2008a).

Segundo Carvalhal (2008b) a chegada do filme no ambiente escolar proporcionou o momento de transição da linguagem estática para a linguagem em movimento, o que propiciou profundas reflexões em relação ao modelo pedagógico falar-ditar do mestre/professor, que vinha sendo implementado nas escolas. Além disso, a autora ressalta que antes a linguagem imagética disponível era encontrada em livros, fotografias, gravuras e pinturas, entretanto, para compreender esses novos conhecimentos era necessário estar alfabetizado. Sendo assim, a arte cinematográfica surgiu como um meio de veicular a cultura das gerações analfabetas, uma vez que os códigos imagéticos visuais independem do sistema da escrita, que segue uma estrutura gramatical e ortográfica complexa.

O INCE funcionou por 30 anos, passando por sete governos diferentes, produzindo mais de 400 documentários educativos e culturais destinados às escolas, instituições culturais e salas de cinema. Abordando temas relacionados à história, geografia, astronomia, medicina, saúde pública, dentre outros. Além disso, o instituto adquiriu filmes de produtoras independentes e permitia que os professores/pesquisadores filmassem suas atividades no estúdio, com o intuito de documentar as descobertas e divulgá-las pelo país (CARVALHAL, 2008a). Tais informações nos demonstram que desde o início do século XX, havia uma atuação dos professores na elaboração de vídeos a fim de auxiliar na sua prática docente.

Dessa forma, percebe-se que o uso de filmes na educação, em especial, no Ensino de Ciências, era algo que estava sendo discutido e está em concordância com as percepções do sociólogo francês Pierre Bourdieu (1979), referentes a experiência das pessoas em relação ao cinema, prevendo que a sétima arte poderia contribuir para o desenvolvimento da capacidade de analisar, compreender e apreciar qualquer história que estivesse sendo projetada nos filmes (DUARTE, 2009). No entanto, vale ressaltar que essas competências não podem ser adquiridas apenas ao assistir um filme, mas sim devido às influências culturais as quais se está inserido (VASCONCELOS, 2016b).

De acordo com a literatura, é possível encontrar propostas do uso de filmes nos mais diversos níveis de ensino, como por exemplo, o trabalho de Vasconcelos, Leão e Arroio (2014a), em que são apresentados trechos de alguns filmes que podem ser utilizados nas aulas da disciplina de Química. Um dos filmes citados é "O Sistema (2013)", que apresenta uma cena (72'03" - 73'09") em que a atriz faz um relato sobre os riscos em que a sua família está sendo exposta devido à água contaminada por chumbo e arsênio. Com base nas informações presentes nessa cena é possível explorar em sala de aula as propriedades físicas e químicas dos dois elementos químicos citados, os efeitos causados no organismo ao ingerir metais pesados e quais danos eles podem causar ao meio ambiente. Essa atividade foi realizada por licenciandos do curso de Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e os resultados obtidos demonstraram que houve o desenvolvimento crítico dos alunos mediante as informações presentes nas produções cinematográficas.

Outro exemplo, é o trabalho realizado por Santos e Aquino (2011), no qual são apresentadas duas estratégias de ensino sobre Bioquímica e Funções Orgânicas, tendo como público alvo turmas do 3º ano do ensino médio, mas em diferentes contextos. As autoras fizeram o uso do filme "*Perfume: a História de um Assassino (2006)*" como recurso audiovisual para explorar e ilustrar os conteúdos que foram ministrados anteriormente. Dentre as atividades desenvolvidas foram exploradas as concepções dos alunos após a exibição do filme, onde foi feito um debate e socialização dos conhecimentos, além disso, foi solicitado a produção de um texto e de quadrinhos baseado na química dos perfumes. Ao final da pesquisa, as autoras reforçam a viabilidade do uso de filmes em sala de aula, assim como as possibilidades de abordagens interdisciplinares e significativas para o processo de ensino e aprendizagem dos seus alunos.

Tais informações estão de acordo com a pesquisa de Carvalho (2017), a qual relata que o uso de vídeos e filmes em sala oportunizam a socialização, a aprendizagem e o desenvolvimento de diversos conhecimentos e habilidades. Além de destacar que é de fundamental importância que sejam traçados quais os objetivos e as metas que deverão ser alcançados na aula, bem como o papel do professor que deve atuar como um mediador que irá auxiliar os alunos a compreenderem o porquê de estar sendo utilizado a multimídia que foi previamente escolhida.

Visto que, dependendo da finalidade, o professor deverá escolher um tipo de vídeo específico. Para auxiliar melhor nessa escolha será abordado no tópico a seguir como esse recurso audiovisual pode ser categorizado.

2.1.1 Categorização dos vídeos

Moran (1995) propõe um roteiro simplificado e esquemático em relação a algumas formas de se trabalhar com o vídeo. O autor ainda ressalta que não há uma ordem rigorosa, sendo assim, há total liberdade em se adaptar essas propostas à realidade de cada professor e dos seus alunos, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 - Categorização de vídeos segundo Moran (1995).

Vídeo como sensibilização	Utilizado para introduzir um novo assunto, para despertar a curiosidade e a motivação para novos temas.
Vídeo como ilustração	Traz para a sala de aula realidades distantes e interessantes, permitindo que haja a aproximação do conteúdo com a escola. Dinamizando informações que podem estar impressas no livro didático.
Vídeo como simulação	Trata-se de uma ilustração mais sofisticada. Onde é possível simular experiências que seriam perigosas em laboratório ou que exigiriam muito tempo/recursos. Como por exemplo, uma experiência de Química, mostrar o crescimento acelerado de uma árvore - da semente até a maturidade - em poucos segundos, entre outros.

Vídeo como conteúdo de ensino	Demonstra determinado assunto de forma direta ou indireta, permitindo uma orientação mais específica ou com abordagens múltiplas/interdisciplinares, respectivamente.
Vídeo como produção	O professor orienta os alunos a registrarem, através do vídeo, qualquer vivência do seu cotidiano ou em alguma aula externa, para que o registro seja utilizado como objeto de estudo em sala de aula (vídeo como documentação). Ou o professor pode editar, intervir, modificar determinado material existente para direcioná-lo a sua prática pedagógica, objetivando a utilização do recurso dentro da sua metodologia (vídeo como intervenção).
Vídeo como avaliação	Permite uma auto-avaliação e conhecimento próprio, a partir da visualização de suas próprias ações. O aluno pode se conhecer e descobrir seu corpo e o professor pode examinar sua comunicação com os alunos, suas qualidades e pontos a serem melhorados.
Vídeo como integração/suporte de outras mídias	Gravar programas de televisão, utilizar filmes de longa-metragem, o computador, vídeo-games, dentre outros, permite uma ampliação do conhecimento por parte dos alunos e a integração da imagem/som, com professores e colegas de outras escolas.

Fonte: A Autora (2022).

Nota: Adaptado de Moran, 1995; Vasconcelos, 2016b.

Mas, é preciso ter em mente que, o vídeo por si só, não garante a aprendizagem, visto que, a presença do professor é indispensável, pois, é a sua criatividade, bom senso, habilidade e experiência que irão nortear quais as ocasiões adequadas para se usar tal recurso. Cabendo a ele estar preparado para utilizar a linguagem audiovisual com sensibilidade e senso crítico com o intuito de desenvolver, com seus alunos, uma alfabetização audiovisual (MANDARINO, 2002).

Nessa perspectiva, Moran (1995) também traz contribuições acerca da utilização inadequada desse recurso. O que acaba fazendo com que haja uma distorção em relação ao aproveitamento das potencialidades educativas que o vídeo pode apresentar, e que estão apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 - Usos inadequados do vídeo em sala de aula segundo Moran (1995).

Vídeo tapa-buraco	Utilizado quando há um problema inesperado, como por exemplo, a ausência de um professor. De forma eventual pode ser uma estratégia útil, mas se for feito com frequência, desvaloriza o uso do vídeo e o associa -na cabeça do aluno- a não ter aula.
Vídeo-enrolação	Quando se exhibe um vídeo sem muita ligação com a matéria que está sendo estudada. O que faz com que o aluno perceba que o vídeo é usado como forma de “camuflar” a aula.
Vídeo-deslumbramento	O professor acaba se empolgando e passa vídeo em todas as aulas, esquecendo-se de outras dinâmicas mais pertinentes. E o uso exagerado desse recurso influencia a sua eficácia e empobrece as aulas.
Vídeo-perfeição	Tendência do professor em questionar todos os vídeos como imperfeitos, incompletos e que podem até apresentar defeitos estéticos e técnicos, principalmente, falhas nos conteúdos que estão sendo apresentados.
Só vídeo	Quando há, apenas, a exibição do vídeo, sem nenhuma discussão ou integração com outros recursos presentes na sala de aula.

Fonte: A Autora (2022)

Nota: Adaptado de Moran, 1995; Vasconcelos, 2016b.

Todos esses desvios ou vícios em relação a utilização do vídeo, estariam diretamente associados a não qualificação mediante o uso dessa multimídia, o que acaba gerando implicações negativas durante o processo de ensino e aprendizagem. Como consequência do mau uso desse recurso audiovisual específico temos a sua

desvalorização, ocasionando certo descrédito em relação ao trabalho didático do docente (LIMA, 2001).

Vale ressaltar que, fazer uso de recursos tecnológicos no ambiente escolar é algo sugerido nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) desde o ano de 1997 e também se faz presente na BNCC como sendo um dos seus pilares, uma vez que, a sua compreensão e o seu uso irão desenvolver a chamada cultura digital. Dentre as Competências Gerais da Educação Básica presentes na BNCC temos que:

Competência 4: Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo (BRASIL, 2017, p. 9).

Competência 5: Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (BRASIL, 2017, p. 9).

Portanto, cabe ao professor traçar objetivos e metas para que os alunos possam cumprir em sala de aula, feito isso, é possível escolher quais os métodos mais adequados para auxiliar os alunos na fixação e compreensão dos conteúdos que serão abordados. Segundo Carvalho (2017) a utilização adequada dos vídeos nas aulas possibilita aos alunos a socialização, o desenvolvimento do conhecimento cognitivo, permitindo que eles explorem suas habilidades e competências, oportunizando assim a aprendizagem.

Com base nisso, no subtópico a seguir, será discutido algumas das potencialidades em relação ao uso de vídeos no ambiente escolar.

2.1.2 Potencialidades do uso do vídeo no contexto educacional

A escolha dos materiais didáticos a serem utilizados em sala de aula é realizada pelo professor quando o planejamento está sendo elaborado. No caso de vídeos, é de suma importância que a linguagem seja próxima da realidade do aluno, pois isso acaba favorecendo um maior interesse em aprender o conteúdo que está sendo abordado. Para que este recurso tecnológico seja incorporado de maneira adequada na prática pedagógica, é necessário que os futuros professores tenham uma formação

inicial que contemple a utilização apropriada e crítica desses instrumentos (SILVA *et al.*, 2012).

No trabalho realizado por Vasconcelos, Leão e Arroio (2014b) temos a proposta do uso de *vídeo como avaliação*, na qual os discentes de um curso de Licenciatura em Química apresentaram uma produção audiovisual, de no máximo um minuto, contendo informações referentes a cientistas que contribuíram para o desenvolvimento e para aplicação das descobertas relacionadas à Química. Após a socialização das produções os autores puderam identificar que os licenciandos apresentaram as seguintes habilidades: síntese de ideias, construção de roteiro e edição, contribuindo para o desenvolvimento autônomo, com elaboração dos próprios materiais didáticos.

Outro tipo de utilização de vídeos foi apresentado por Silva *et al.* (2012), os autores descreveram uma experiência didática utilizando *vídeos para abordar o tema de vidros numa perspectiva histórica e contextualizada no Ensino Médio*. Tal prática foi desenvolvida por bolsistas de um subprojeto de Química do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) com alunos do 1º ano do Ensino Médio de duas escolas da Rede Pública. As atividades propostas foram desenvolvidas em três etapas: 1- Planejamento de ensino, 2- Exibição e discussão dos vídeos e 3 - Avaliação da sequência didática. Durante o período de planejamento foram selecionados três vídeos para exibição e para a elaboração de um questionário avaliativo. Após a análise dos resultados, os autores perceberam que houve uma boa aceitação dos alunos em relação ao uso do recurso audiovisual. Outro ponto destacado foi que, quanto mais científica era a linguagem apresentada nos vídeos, menor era o interesse despertado nos alunos e, conseqüentemente, no conteúdo que estava sendo abordado.

Já na pesquisa realizada por Watanabe, Baldoria e Amaral (2018), as autoras relatam uma experiência utilizando a produção de um vídeo sobre Oxirredução pelos alunos *como recurso didático* para o ensino de química. Participaram da pesquisa 45 alunos do curso técnico de química de uma escola pública localizada na cidade de São Paulo. Para o desenvolvimento do vídeo solicitou-se que os alunos formassem grupos e que a mídia deveria apresentar os seguintes itens: conceito de oxirredução, reações, aplicação de um exercício com correção e a realização de um experimento utilizando materiais alternativos (baixo custo e de fácil acesso). Após a produção, os alunos socializaram os vídeos com os colegas e responderam um questionário avaliando o vídeo como ferramenta para a sua aprendizagem. Os resultados obtidos

evidenciaram que a construção do vídeo motivou os alunos a estudarem e, conseqüentemente, contribuiu para a aprendizagem do conhecimento de oxirredução.

Em síntese, percebe-se que o uso vídeo em sala de aula tornou-se uma ferramenta importante para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem, mas, para isso se faz necessário que o professor trace todos os objetivos que deseja alcançar ao fazer uso da multimídia, além disso, é importante que o mesmo assista previamente o vídeo com o intuito de conhecer o material que será apresentado aos seus alunos (SANTOS, 2015) e faça uma análise prévia de como o conteúdo está sendo abordado.

Para a análise, destaca-se aqui que o professor pode fazer uso dos princípios presentes na TCAM elaborada pelo psicólogo Richard Mayer (2001) e que está descrito de maneira detalhada no próximo subtópico.

2.2 Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM)

Ao fazer uso dos vídeos, em especial, os que estão disponíveis no YouTube, é preciso ter em mente que cabe ao professor realizar uma avaliação prévia do conteúdo presente na multimídia antes de apresentar ou até mesmo indicá-la para seus alunos. Uma vez que, por se tratar de uma plataforma “aberta”, os vídeos são criados por qualquer usuário cadastrado e muitas vezes sem validação de especialistas (GOMES, 2019).

Contudo, sabe-se que a prática de assistir vídeos no Youtube é muito comum nos estudantes, que usam destes recursos para aprender, ou até mesmo relembrar algum conteúdo já visto em sala de aula. Ademais, percebe-se também que o número de visualizações e de *likes* acabou se tornando mais importante do que a qualidade do conteúdo abordado, o que pode ocasionar a propagação de uma série de informações e de interpretações equivocadas (BORGES; KAMIGOUCHI, 2020).

Pensando nisso, podemos avaliar a qualidade dos vídeos tomando como base a TCAM desenvolvida por Richard Mayer (2001), professor de psicologia na Universidade da Califórnia em Santa Barbara (UCSB) desde a década de 70, com mais de 400 publicações, incluído 25 livros publicados na área da psicologia educacional e cognitiva (SILVA, 2015). Tal teoria pode ser usada para instituir valores educacionais e estabelecer princípios norteadores tanto para criar, quanto para avaliar o grau didático dos materiais multimídias, considerando os processos cognitivos

envolvidos no processo das informações recebidas pelos alunos (MAYER, 2005; ROJAS; SPINILLO, 2019).

Para que isso aconteça, é necessário que os materiais visuais e verbais sejam apresentados em sincronia para uma melhor aprendizagem, de modo que sejam combinados com palavras (faladas ou escritas) e com imagens (gráficas, ilustrações, fotos, animações ou vídeos), utilizados em capítulos de livros didáticos, aulas online contendo animação e narração, jogos de simulação interativos, entre outros (MAYER, 2005). Em síntese, o aluno aprende melhor, a partir da associação de palavras e imagens, do que somente com palavras (MAYER, 2009).

Além disso, temos que é possível estabelecer uma conexão entre esses dois campos (canal visual e auditivo). Visto que, as palavras podem ser apresentadas como texto ou narração, enquanto as imagens podem ser estáticas (ilustrações ou fotografias) ou dinâmicas (animação ou videoclipe), sendo a associação entre as palavras narradas e a animação reconhecidas por possuir um grande potencial para melhorar a compreensão do indivíduo (MAYER; MORENO, 2002).

Desse modo, a TCAM baseia-se em três pressupostos da ciência cognitiva relativos à aprendizagem e estão apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3 - Pressupostos propostos pela TCAM.

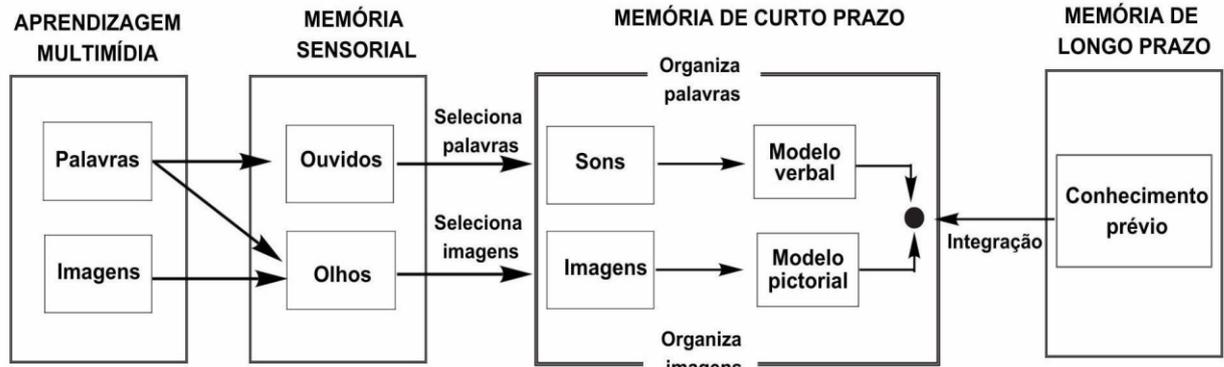
Pressuposto	Descrição
Canal duplo	Os seres humanos possuem canais diferentes (visual e auditivo) para processar as informações visuais e auditivas.
Capacidade limitada	Cada canal possui uma quantidade limitada de informações que podem ser processadas de maneira simultânea.
Processamento ativo	A aprendizagem ocorre quando existe processamento nos dois canais (visual e auditivo), uma vez que a informação é recebida, selecionada, organizada e integrada aos conhecimentos pré-existentes.

Fonte: A Autora (2022).

Nota: Adaptado de Mayer; Moreno, 2003; Mayer, 2005.

Nessa perspectiva, existem três tipos de memória que estão relacionadas à aprendizagem multimídia (Figura 1).

Figura 1 - Modelo Sistemático da Aprendizagem Multimídia.



Fonte: A Autora (2022).

Nota: Adaptado de Mayer, 2005, p. 219.

A primeira, denominada memória sensorial é responsável por captar as informações em forma de palavras (olhos e ouvidos) e sons (ouvidos) para serem selecionadas e processadas, respectivamente, pelo canal visual e auditivo, ficando armazenadas por um curto intervalo de tempo. Após esse momento, a organização das palavras e imagens é feita no segundo tipo de memória, a de curto prazo (memória de trabalho). É nela que está concentrada a aprendizagem multimídia, pois ela é usada para reter de maneira temporária os conhecimentos na consciência ativa para manipular as informações que estão sendo recebidas por ambos os canais (MAYER, 2005).

Já a memória de longo prazo consiste na integração das informações obtidas junto ao conhecimento prévio do aluno, ou seja, dos conhecimentos adquiridos ao longo da vida (LIMA, 2019). Ao contrário das outras memórias, a de longo prazo tem a capacidade de reter grandes quantidades de informações durante um longo período, sendo assim, ela é a responsável pela aprendizagem (MAYER, 2005).

Logo, para que aconteça a aprendizagem através de materiais multimídias é necessário que seja feita a seleção de palavras e imagens, fazendo sua integração com as informações pré-existentes (conhecimentos prévios). Para que isso seja possível, devemos levar em consideração cinco processos cognitivos (MAYER, 2005; MAYER, 2009), os quais estão dispostos no Quadro 4.

Quadro 4 - Processos cognitivos utilizados para a aprendizagem multimídia.

Processo	Descrição
Seleção de palavras	O aluno presta atenção nos pontos importantes presentes em uma narração através do canal auditivo para criar sons na memória de trabalho.
Seleção de imagens	O aluno presta atenção em um material visual (texto ou imagem) através da visão para criar imagens na memória de trabalho.
Organização das palavras	O aluno estabelece ligação entre as palavras selecionadas para criar um modelo verbal coerente na memória de trabalho.
Organização das imagens	O aluno estabelece ligação entre as representações visuais selecionadas para criar um modelo pictorial coerente na memória de trabalho.
Integração	O aluno constrói conexões entre os modelos verbal e pictorial, e com os conhecimentos prévios presentes na memória de longo prazo.

Fonte: A Autora (2022).

Nota: Adaptado de Mayer, 2005; Mayer, 2009.

Entretanto, vale salientar que, a mente humana possui algumas limitações, como por exemplo, para processar diferentes informações de maneira simultânea, uma vez que alguns materiais podem demandar um processamento elevado, excedendo a capacidade do sistema cognitivo do aluno, quando esse tipo de sobrecarga acontece, a compreensão do conteúdo acaba sendo prejudicada (MORENO; MAYER, 2007; COSTA, 2010; SILVA, 2017).

Por isso, antes de organizar uma atividade com uso de recurso multimídia o professor precisa analisar e refletir sobre a quantidade de informações que serão apresentadas ao estudante, se é relevante para sua aprendizagem e apresentá-las, de modo que respeitem os cinco processos cognitivos (LIMA, 2019). Visto que, os alunos irão desenvolver este processo de aprendizagem seguindo etapas, dado que, segundo Mayer (2009) às mensagens multimídias quando organizadas de acordo como a mente humana têm uma maior probabilidade de se conseguir uma aprendizagem mais eficaz do que as que não são.

Assim, com o intuito de contribuir para a criação de instruções que possam promover a aprendizagem através do uso de multimídias, Mayer estabeleceu doze

princípios que são baseados em três tipos de cargas cognitivas (Quadro 5) e o equilíbrio entre essas cargas podem melhorar o processo de ensino e aprendizagem (MAYER, 2008; SILVA, 2015).

Quadro 5 - Cargas cognitivas e princípios multimídias.

Cargas	Princípios
<p style="text-align: center;">Redução do processamento estranho²</p>	<p>Coerência: Uma pessoa pode aprender melhor quando materiais estranhos (imagens, palavras e/ou sons) são excluídos, evitando sobrecarregar o cognitivo do indivíduo.</p>
	<p>Contiguidade Espacial: A pessoa pode aprender melhor quando as palavras (texto escrito) são apresentadas na mesma página das imagens correspondentes.</p>
	<p>Contiguidade Temporal: A pessoa pode aprender melhor quando a narração e a animação são apresentadas de maneira simultânea, em vez de sucessivamente, pois a falta de conexão entre ambos pode dificultar a estruturação do conhecimento.</p>
	<p>Redundância: A pessoa aprende melhor quando é utilizado conjuntamente recursos de animação e narração, ao invés de animação, narração e/ou texto escrito de maneira separada.</p>
	<p>Sinalização: Uma pessoa pode aprender melhor quando o material apresentando na multimídia possui elementos sinalizadores (setas, cores, escalas, números, etc.) e também quando as informações consideradas importantes são destacadas.</p>

² Diminuição do excesso de informações (sons, detalhes nas imagens) irrelevantes que podem atrapalhar a aprendizagem. Ou seja, o material deve ser o mais objetivo possível (SILVA, 2013).

Gerenciamento do processamento essencial³	<p>Modalidade: A pessoa pode aprender melhor a partir da associação de animação e narração, ao invés de animação e texto escrito, pois nesse momento estará sendo usado os dois canais (visual e auditivo), o que leva a uma compreensão mais significativa e, conseqüentemente, a aprendizagem.</p>
	<p>Pré-Treinamento: A pessoa pode aprender melhor quando recebe um treinamento prévio de nomes, termos e características relacionados ao conteúdo, ou seja, quando sabem as características do conceito que será abordado através da multimídia.</p>
	<p>Segmentação: A pessoa pode aprender melhor quando uma aula é apresentada em passos ou segmentos, considerando o ritmo do aluno, ao invés de apresentar o conteúdo de forma contínua. Visto que, depois de ver os segmentos, ela será capaz de fazer as relações de maneira mais organizada.</p>
Promoção do processamento generativo⁴	<p>Imagem: A pessoa pode aprender melhor quando a figura do orador é adicionada à tela⁵.</p>
	<p>Multimídia: A pessoa pode aprender melhor a partir da associação de imagens e palavras (faladas ou escritas), do que apenas das palavras. Esse princípio é o centro da TCAM, uma vez que, o uso adequado desses dois canais (visão e audição) pode promover uma melhor aprendizagem.</p>

³ Por meio da organização de informações essenciais, buscando promover uma representação mental do material apresentado (BARROS, 2013).

⁴ Promover a retenção e transferências de assuntos. De modo que o aluno poderá usar essas informações em outras situações de aprendizagem (SILVA, 2013).

⁵ Atualmente, Mayer (2021) reescreveu esse princípio passando a dizer que: “As pessoas não aprendem necessariamente melhor com uma aula multimídia quando a imagem do locutor é adicionada à tela”. Mostrando que o mesmo ainda está em estágio de desenvolvimento.

	<p>Personalização: A pessoa pode aprender melhor quando a narração é feita de modo coloquial, ao invés de formal.</p>
	<p>Voz: A pessoa pode aprender melhor quando a narração é realizada por voz humana, ao invés de computadorizada.</p>

Fonte: A Autora (2022).

Nota: Adaptado de Mayer, 2005, p. 117, 147, 159, 169, 183, 201.

Sendo assim, podemos fazer o uso da TCAM para analisar as multimídias com o intuito de verificar se há algum desvio que possa comprometer a aprendizagem a partir da utilização do material apresentado na sala de aula (ALCÂNTARA, 2018). Auxiliando o professor a utilizar parâmetros para selecionar as mídias que facilitem o aprendizado do aluno, sem que haja sobrecarga de informações e a propagação de informações equivocadas, respeitando os limites da capacidade cognitiva do aluno (ALMEIDA *et al.*, 2014).

Para que essa análise aconteça de maneira satisfatória, além de conhecer a TCAM é preciso ter conhecimento sobre o conteúdo que está sendo abordado no vídeo para assim conseguir identificar os desvios multimídias presentes no material. Posto isso, o próximo subtópico irá abordar alguns aspectos importantes sobre a Radioatividade.

2.3 Radioatividade

A radioatividade costuma despertar sentimentos distintos nas pessoas, alguns ficam intrigados, pois, sabem que se trata de um dos grandes achados da ciência e possui uma ampla aplicabilidade. Outros costumam associar o tema a desastres terríveis, a dor, a morte, a poluição e a contaminação (PRESTES *et al.*, 2008).

Uma maneira de promover a desmistificação dos conceitos temerosos em relação à radiação é fornecer às pessoas esclarecimentos e informações sobre os riscos inerentes à manipulação, assim como o uso benéfico dessa tecnologia (FALEIRO *et al.*, 2013). Tais pontos serão discutidos nos próximos subtópicos.

2.3.1 Breve histórico da descoberta da Radioatividade

A história dos estudos sobre as radiações teve início no final do século XIX, logo após a descoberta dos raios-X por Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923)

(Fotografia 1), professor de física da Universidade de Würzburg, na Alemanha. Em 1895 Röntgen observou uma fraca luminescência no fundo de um tubo de Crookes.

Fotografia 1 - Foto de Wilhelm Conrad Röntgen.



Fonte: Okuno, 2018.

O tubo continha dois eletrodos metálicos aos quais se aplicava uma diferença de potencial que acelerava elétrons emitidos pelo catodo para o anodo. Ele apagou a luz da sala para poder observar melhor o fenômeno que estava acontecendo e, se surpreendeu ao perceber que uma placa de vidro pintada com platinocianeto de bário que estava a cerca de 2 m de distância também iluminava (OKUNO, 2018).

Surpreso, Röntgen fez diversas investigações. Cobriu o tubo com papelão preto, virou a tela, expondo o lado sem o revestimento de platinocianeto de bário, e mesmo assim, este continuava a brilhar. Colocou diversos objetos (livro, placa de madeira, folha fina de alumínio) entre o tubo e a placa de vidro e percebeu que todos pareciam transparentes, mas surpresa maior aconteceu quando, acidentalmente, sua mão escorregou em frente ao tubo, fazendo com que conseguisse visualizar seus ossos na placa. Todas as suas observações foram registradas em chapas fotográficas e depois disso teve certeza de que estava diante de algo novo (XAVIER *et. al*, 2007).

Algum tempo depois Röntgen tirou a primeira radiografia, que foi a da mão de sua esposa (Fotografia 2).

Fotografia 2 - Radiografia da mão esquerda da Sra. Anna Bertha Ludwig (1839-1919), esposa de Röntgen em 1895.



Fonte: Okuno, 2018.

Tal feito fez com que ele fosse agraciado com o Prêmio Nobel de Física no ano de 1901, cuja premiação foi doada para a Universidade de Würzburg. Sua descoberta causou uma grande revolução na Medicina diagnóstica, sendo classificada como uma das dez mais importantes da Medicina por Friedman e Friedland (2000). Em 1914, chegou a assinar junto com outros cientistas um documento que incentivava a Alemanha belicista, entretanto, arrependeu-se ao ver seu país se envolver na Primeira Guerra Mundial (1914-1918) (OKUNO, 2007; CHASSOT, 1995).

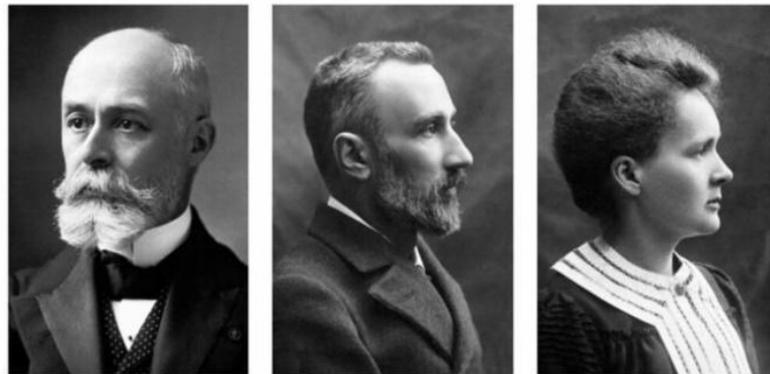
Uma outra descoberta revolucionária aconteceu em 1896 quando o matemático Henri Poincaré (1854-1912) recebeu algumas fotografias das descobertas de Röntgen em uma das reuniões da Academia de Ciências da França. Estas imagens impressionaram o físico Antoine Henri Becquerel (1852-1908), que cogitou a possibilidade de ter relação com seus trabalhos sobre fluorescência. Após ver os dados das pesquisas sobre os raios-X, Becquerel repetiu experimentos usando um mineral de urânio, a *pechblenda*, e descobriu que estes emitiam radiações. Percebendo, então, que era possível medir a radiação pela ionização que era produzida (SISTI, 2019). Entretanto, sua descoberta não gerou impactos na comunidade científica como aconteceu com Röntgen (VASCONCELOS, 2016b).

Após dois anos, o casal de cientistas Marie Sklodowska Curie (1867-1934) e Pierre Curie (1859-1906) realizaram algumas experiências com o intuito de isolar os componentes radioativos da *pechblenda* e descobriram, através de suas pesquisas sobre os "raios de Becquerel", que outros elementos além do urânio (tório, por exemplo) emitia radiações. Chegando a descobrir dois novos elementos químicos, o polônio (em homenagem a Polônia, pátria de Marie), que era cerca de 400 vezes mais

radioativo que o urânio, e o rádio (do latim *radium*, que significa 'raio') (OKUNO, 2007; VASCONCELOS, 2016b). O casal Curie, mais tarde, chamou esse fenômeno de radioatividade (COUSSIRAT, 2020).

Em 1903, Becquerel e o casal Curie (Fotografia 3) foram contemplados com o Prêmio Nobel de Física pelos estudos sobre radiação.

Fotografia 3 - Foto de Antoine Henry Becquerel (esquerda), Pierre Curie (centro) e de Marie Curie (direita).



Fonte: site Nobel Prize.

Posteriormente, em 1911, Marie Curie recebeu, sozinha, o seu segundo Nobel, desta vez em Química, por causa dos seus trabalhos realizados ao isolar o elemento rádio, que teve um papel de extrema importância na terapia do câncer. Tal feito fez com que ela se tornasse a primeira, e até o presente momento, única pessoa a receber dois prêmios Nobel na área da Ciência. Além disso, a Marie teve uma participação ativa durante a Primeira Guerra Mundial (1914-1918) ao liderar a implementação de radiografias móveis que ajudaram no tratamento de milhares de soldados (MCGRAYNE, 1994).

Outro marco importante do estudo da radiação foi a primeira transmutação artificial, realizada em 1919 por Rutherford, em que conseguiu obter oxigênio artificial bombardeando átomos de nitrogênio com partículas ${}^4_2\alpha$. Logo após, houve a descoberta do nêutron por Sir James Chadwick (1891-1974), no ano 1932, que ocorreu enquanto ele bombardeava placas de berílio com partículas ${}^4_2\alpha$ (CABRAL; LIMA; MASSI, 2023).

Dois anos depois, em 1934, o casal Irène Curie e Frédéric Joliot, descobriram a radioatividade artificial através do bombardeamento de uma folha de alumínio-27 com partículas alfa, com isso, observaram a criação de um novo isótopo radioativo, ou radioisótopo, o fósforo-30. Com esse experimento eles conseguiram mostrar que era possível fabricar radioisótopos que não existiam na natureza, através do

bombardeamento de um núcleo estável. Por esta descoberta, o casal foi laureado com o prêmio Nobel de Química em 1935 (XAVIER *et al.*, 2007).

Atualmente, tem-se que a radioatividade é vista como uma das grandes descobertas da humanidade, no entanto, quando se fala de energia nuclear a primeira coisa que vem à mente da maioria das pessoas são episódios relacionados a bombas atômicas ou armas nucleares (VIEIRA *et al.*, 2016). Ou seja, muitos só fazem a associação da radioatividade a coisas negativas, mas ela é muito mais do que isso (OLIVEIRA, 2012). Visto que, a potencialidade do uso de radiação pode trazer vantagens em várias áreas, como por exemplo, na medicina, agricultura e na indústria (BUONOCORE *et al.*, 2019).

Uma maneira de modificar esse entendimento pode ser feito por meio da educação, de acordo com Oliveira e Leite (2021) o ensino dessa temática ocorre no final do 2º ano ou no início do 3º ano do Ensino Médio em concordância com o tema estruturador: Modelos quânticos e propriedades químicas. Contudo, na pesquisa realizada por Silva, Campos e Almeida (2013) tem-se que pouco conteúdo referente a química nuclear é visto durante o Ensino Médio, e, um dos possíveis motivos dessa carência de informações é que o conteúdo de Radioatividade, geralmente, aparece nos últimos capítulos dos livros didáticos ou é comprimido no início do livro, sendo apresentado sem profundidade e abrangência, o que faz com que o docente o deixe como um assunto não prioritário durante a organização de suas aulas.

Em relação a isso, temos que, no trabalho realizado por Fernandes e Campos (2016), os autores fizeram uma análise sobre as questões abordando radioatividade do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e como resultado, temos que há a necessidade de um ensino mais contextualizado sobre este conteúdo.

Portanto, ao trabalhar essa temática em sala de aula se faz necessário que haja uma maior contextualização, alertando sobre os riscos causados pelo uso inadequado e falta de informação, assim como, destacando a sua importância para a sociedade. Tais pontos serão abordados a seguir.

2.3.2 Marcos negativos da Radioatividade

A Radioatividade, desde a sua descoberta, causa curiosidade por possuir uma emissão invisível, originada de alguns materiais, podendo ionizar o ar, provocar queimaduras e penetrar completamente diversos objetos (ARAÚJO *et al.*, 2018).

Inicialmente, a falta de conhecimento sobre o que é e quais as consequências de estar exposto a radiação ocasionou alguns acidentes, como por exemplo, o de Goiânia - GO, provocado pelo descarte inadequado de equipamentos hospitalares contendo Césio-137, o episódio tomou grandes proporções, provocou a morte de algumas pessoas e efeitos colaterais que perduram até os dias atuais (Fotografia 4), com centenas de pessoas contaminadas pela radiação emitida por uma única cápsula que continha o isótopo Césio-137 (SILVA, 2009). Sendo considerado o maior acidente radioativo ocorrido aqui no Brasil.

Fotografia 4 - Imagens de queimaduras provocadas pela exposição à radiação gama.



Fonte: NÍCOLE, I. G. O acidente de Goiânia: <<https://docplayer.com.br/1634060-O-acidente-de-goiania-ieda-gomes-nicoli.html>>.

Acesso em 12 de Abril de 2022.

Outro acidente amplamente divulgado foi o que aconteceu na usina nuclear de Chernobyl (1986) na Ucrânia. O acidente ocorreu durante um teste do sistema de segurança da usina, provocando um superaquecimento do reator 4, que sofreu uma explosão e lançou na atmosfera nuvens de vapor e gases com materiais radioativos. Devido às condições climáticas, a nuvem atingiu mais de 5 km de altitude e se expandiu por diversos países da Europa, sendo detectada a quilômetros de distância, atingindo também a Bielorrússia e outras regiões da Rússia. Logo após o acidente, 31 pessoas morreram em consequência da exposição direta com a radiação, 203 sofreram lesões graves e a estimativa é que mais de 4 milhões de pessoas foram expostas ao material radioativo, além da contaminação dos alimentos (COLASSO, 2011).

Além desses acidentes envolvendo a radiação, o lançamento das bombas atômicas sobre o Japão durante a Segunda Guerra Mundial foi um dos mais graves e impactantes acontecimentos da história da humanidade. Em 1945, a cidade de Hiroshima foi atingida por uma bomba que marcou a era atômica no mundo, a arma

possuía um formato cilíndrico e foi apelidada de “Little Boy”. Três dias depois, a cidade de Nagasaki foi atingida outra bomba atômica, de potencialidade ainda maior e apelidada de “Fat Man” (RIBEIRO, 2009).

De acordo com os estudos feitos pelo governo japonês no ano de 1977, cerca de 140 mil pessoas morreram em Hiroshima e 70 mil em Nagasaki. Dentre as causas das mortes até o final de 1945, tem-se que 60% foram em consequência de queimaduras provocadas pela temperatura termal do fogo, 20% de ferimentos causados pela força de explosão e 20% pela radiação (REIGOTA, 2015).

Acidentes como o de Goiânia, o de Chernobyl e o uso da radiação para a construção de material bélico acabam fazendo com que a radioatividade seja vista de maneira preconceituosa por uma parte da população, cabendo aos professores, pesquisadores e também aos meios de comunicação explorar os benefícios dessa área que se encontra cada vez mais vasta (VASCONCELOS, 2016b).

2.3.3 Aplicações da Radioatividade no nosso cotidiano

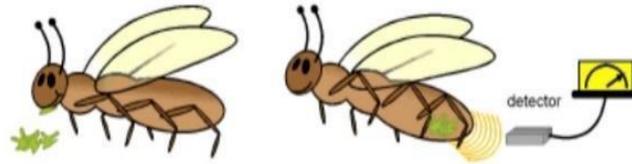
Inicialmente, as aplicações da radioatividade foram feitas de forma maléfica e devido à grande repercussão mundial, a visão negativa é a que permanece. Sendo assim, se faz necessário que haja a propagação das aplicações benéficas com intuito desmistificar essa visão. Dentre os benefícios, podemos citar o uso da radiação na:

- **Agricultura**

Em que é possível usar traçadores radioativos para acompanhar o metabolismo das plantas, e assim, verificar o que elas precisam para poder crescer, o que é absorvido pelas folhas e raízes, e saber também onde determinado elemento químico fica retido (CARDOSO, 2012). Outra técnica muito utilizada na agricultura consiste na marcação de insetos (Figura 2), como abelhas e formigas, com radioisótopos para eliminação de pragas, identificando qual é o predador que se alimenta do inseto indesejável.

Além disso, há a possibilidade de eliminar pragas tornando os machos estéreis através da radiação gama e depois soltando-os no ambiente para competir com os normais, reduzindo sua reprodução de forma sucessiva, até que a praga seja totalmente eliminada (CARDOSO, 2006).

Figura 2 - Ilustração de como funciona o detector do traçador radioativo.



Fonte: Cardoso, 2006.

- **Arqueologia**

O carbono-14 (C_{14}), ou radiocarbono, é um isótopo radioativo natural do elemento carbono (FARIAS, 2002) muito utilizado para realizar a datação⁶ de fósseis de madeiras, papiros e animais de valor histórico, ou seja, materiais com milhares de anos (Fotografia 5). O carbono-14 é resultado da absorção contínua de nêutrons dos raios cósmicos pelos átomos de nitrogênio, nas altas camadas da atmosfera. Esse isótopo se combina com o oxigênio formando o gás carbônico ($^{14}CO_2$) e este é absorvido pelas plantas durante o processo de fotossíntese. O ^{14}C tem meia-vida⁷ de 5.730 anos, isso significa que, a cada 5.730 anos sua atividade se reduz à metade, logo, basta medir a proporção de ^{14}C que ainda existe nos materiais analisados para descobrir a “idade” deles (XAVIER *et al.*, 2007; CARDOSO, 2012).

Fotografia 5 - Esqueleto encontrado nos sítios arqueológicos do Parque Nacional Serra da Capivara, no Estado do Piauí, datado em 11 mil anos pelo método do C_{14} .



Fonte: Francisco, Lima e Arçari (2011).

⁶ Técnica utilizada para estimar a idade de objetos (CARDOSO, 2012).

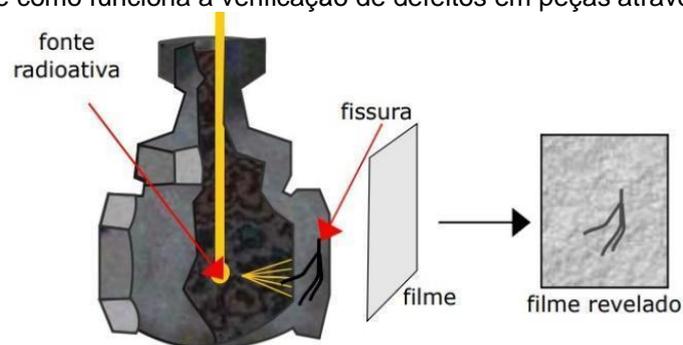
⁷ É o tempo necessário para que a atividade de uma substância seja reduzida à metade da atividade inicial (VASCONCELOS, 2016b).

- **Gamagrafia**

É uma das aplicações de radioisótopos mais conhecida na área industrial e é denominada radiografia das peças metálicas ou de gamagrafia industrial. A técnica consiste na impressão da radiação gama em filme fotográfico (CARDOSO, 2006). Após a revelação do filme, a imagem torna-se visível e as variações de espessura, mistura de metais ou impurezas apresentadas pelo objeto poderá ser analisado (SOUZA, 2015).

Sendo assim, as gamagrafias podem ser utilizadas para revelar se há, por exemplo, algum equipamento quebrado dentro de uma máquina (Figura 3) ou uma tubulação rompida de um oleoduto. Além disso, as empresas de avião realizam impressões constantes para verificar se há rachaduras nas partes metálicas e soldas das aeronaves (CARDOSO, 2012; VASCONCELOS, 2016b).

Figura 3 - Ilustração de como funciona a verificação de defeitos em peças através da gamagrafia.



Fonte: Cardoso, 2012.

- **Irradiação de alimentos**

A irradiação⁸ é uma técnica de preservação segura e eficaz que além de conservar, elimina insetos e reduz microrganismos prejudiciais à saúde humana. Esse processo contribui para inibir o brotamento e retardar o amadurecimento dos alimentos (Fotografia 6), prolongando, assim, a vida útil de frutas e legumes frescos (LEVY; SORDI; VILLAVICENCIO, 2018), sem que haja alteração no sabor, na aparência ou no aroma dos alimentos, não apresentando qualquer risco de

⁸ É a exposição de um objeto ou de um corpo à radiação, sem que haja contato direto com a fonte de radiação (CARDOSO, 2012).

contaminação⁹ por radiação, visto que, em nenhum momento os produtos entram em contato direto com a fonte de irradiação (LEONARDI; AZEVEDO, 2018).

Fotografia 6 - Imagens de bananas irradiadas e não irradiadas para controle da maturação.



Fonte: Rocha *et al.* (2021).

- **Medicina**

Essa é uma das áreas que possui um vasto leque de estudos e aplicabilidades, devido à absorção da energia das radiações (em forma de calor) por parte das células ou de pequenos organismos (CARDOSO, 2006). A exemplo, podemos destacar a radioterapia (Figura 4), que consiste num tratamento importante usando radiação para eliminar células tumorais. Nesse processo, utiliza-se radiação gama, raios -X ou feixes de elétrons para o tratamento de tumores (PINTO; MARQUES, 2010).

Entretanto, vale ressaltar que a radioterapia é um tratamento não-seletivo e pode afetar tanto as células neoplásicas (com alterações teciduais) como células saudáveis, o que a torna tóxica ao organismo (FERNANDES *et. al*, 2021).

Figura 4 - Ilustração de como acontece um tratamento por meio da radioterapia.



Fonte: INCA. Tratamento do câncer. Disponível em: <<https://www.inca.gov.br/tratamento/radioterapia>>. Acesso em 12 de Abril de 2022.

⁹ Se caracteriza pela presença de um material indesejável em determinado local (CARDOSO, 2006).

Em síntese, existem inúmeros benefícios em relação às técnicas que fazem uso de elementos radioativos, no entanto, devido a alguns marcos históricos negativos sobre a sua utilização, temos que a população ainda se mostra muito apreensiva em relação ao assunto. Sendo assim, é necessário que haja mais acesso às informações de modo que não haja rumores equivocados sobre o tema. Além disso, é importante também que exista uma compreensão acerca de como ocorreram os acidentes envolvendo a radioatividade (VASCONCELOS, 2016b).

Nesta perspectiva, espera-se que as análises a serem apresentadas nesta pesquisa, possam contribuir para um uso das informações sobre Radioatividade de forma mais coerente, e que estas sejam difundidas com o intuito de informar e não de causar temor a população de um modo geral.

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa possui uma abordagem qualitativa, do tipo descritiva, prezando pela descrição detalhada dos fenômenos e elementos analisados (MINAYO, 2009). Segundo Oliveira (2014), a pesquisa qualitativa pode ser definida como um processo reflexivo e de análise do contexto no qual estão inseridos os indivíduos, utilizando para isso, métodos e técnicas que possibilitem uma compreensão mais detalhada do objeto de estudo. Tal método tem como característica descrever, compreender e explicar determinado fenômeno (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Sendo assim, realizou-se uma análise sobre como a temática Radioatividade está sendo abordada nos vídeos presentes no YouTube. Embora existam outras plataformas, a escolha do YouTube ocorreu devido ao fato de ser gratuita, acessível e de fácil manuseio. Além disso, de acordo com a literatura temos que ela é a mais utilizada entre os usuários na busca por informações sobre temas diversos, estudos ou entretenimento (NAGUMO; TELES; SILVA, 2020), e para divulgação de conteúdo amador e profissional, para fins lucrativos por meio da monetização (BORGES; KAMIGOUCHI, 2020).

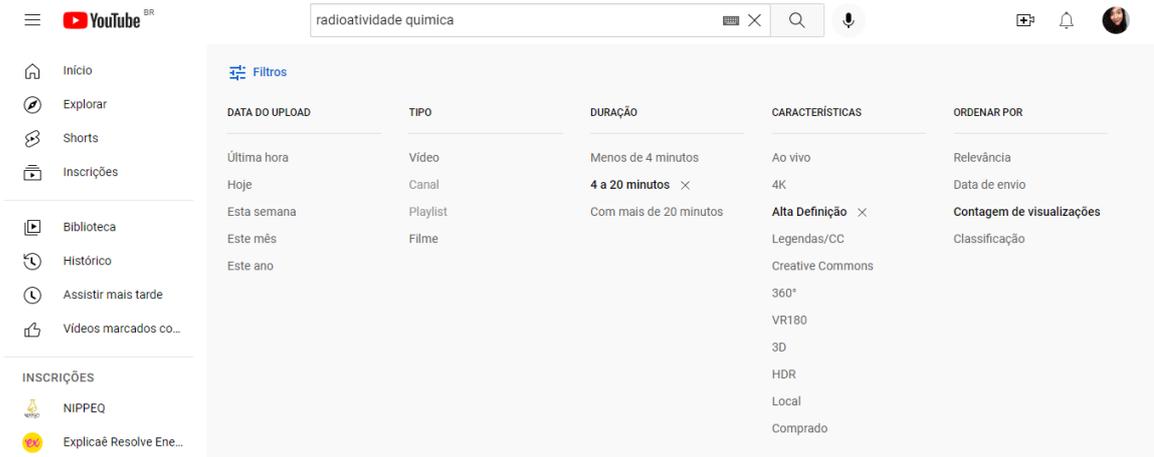
Para a coleta de dados, foi seguida a proposta feita por Silva (2015) como critérios para selecionar os vídeos, a saber:

- I. Abordar o conteúdo/tema do objeto de pesquisa;
- II. Estar em língua portuguesa;
- III. Maior número de acessos.

Outro critério usado foi o tempo de execução, o qual deveria ser de até 11 minutos, pois, seria suficiente para passar as informações necessárias sem que haja diminuição de atenção de quem está assistindo (RAZERA *et al.*, 2014; SOUTO; BORBA, 2016).

Posto isso, para a seleção dos vídeos realizou-se uma busca no YouTube utilizando a palavra-chave “radioatividade química” e selecionou-se vídeos com duração entre 4-20 minutos, com alta definição e que fossem ordenados de acordo com o número de visualizações (Figura 5). Sendo encontrados mais de 100.000 resultados.

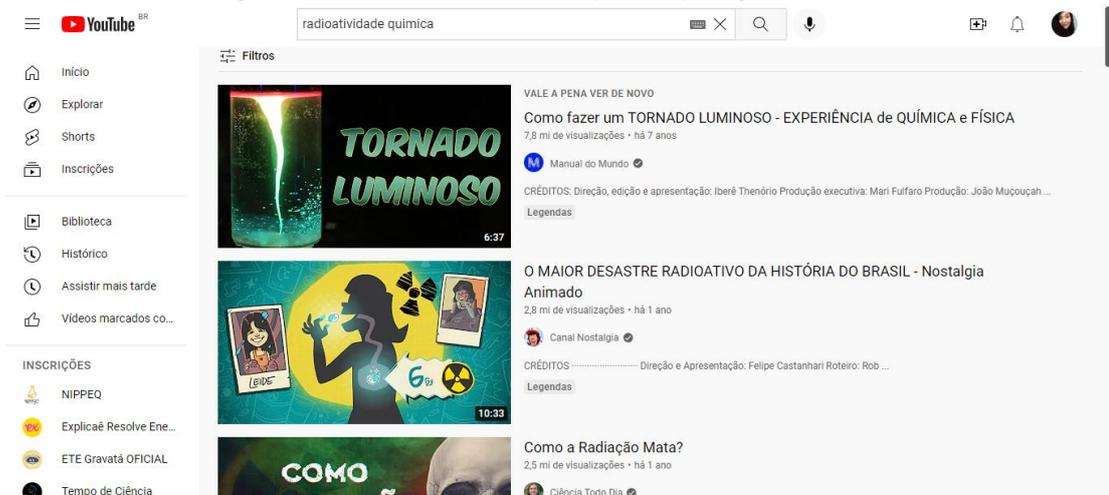
Figura 5 – Captura de tela da busca inicial avançada realizada para identificação dos vídeos a serem analisados.



Fonte: A Autora (2022).

Ao observar os quarenta primeiros vídeos, notou-se que apesar de tratar sobre Radioatividade, eles apresentavam aspectos diferentes do tema, o primeiro trazia um experimento de “Como fazer um tornado luminoso”, o segundo uma animação sobre o “Maior desastre radioativo da história do Brasil” e o terceiro tinha como título “Como a radiação mata?” (Figura 6). Além disso, há vídeos tratando sobre meia-vida, emissões radioativas, resolução de exercícios para o ENEM, dentre outros.

Figura 6 - Resultado da busca após a aplicação dos filtros.



Fonte: A Autora (2022).

Portanto, para que houvesse uma padronização foram selecionados vídeos de até 11 min que abordavam a temática radioatividade, incluindo os “tipos de partículas (alfa, beta e gama)”, “breve histórico” e/ou “aplicabilidade”. Assim, dos 40 vídeos pré-selecionados, apenas, seis foram escolhidos para a análise.

Após a seleção, os seis vídeos que foram analisados de acordo com oito princípios presentes na TCAM (MAYER, 2005) e que são frequentemente utilizados para analisar vídeos. Para cada princípio ocorreu a descrição de critérios disponíveis no Quadro 6, onde as mídias foram classificadas como satisfatórias, parcialmente satisfatórias ou insatisfatórias para o processo de ensino e aprendizagem (SILVA, 2015; MÜLLER, 2021).

Quadro 6 - Princípios utilizados para a análise dos vídeos encontrados na plataforma *Youtube*.

PRINCÍPIOS	CRITÉRIOS		
Multimídia	Satisfatório: Quando o vídeo apresenta imagens associadas aos textos.	Parcialmente Satisfatório: Quando a associação das imagens e os textos acontecem, apenas, em alguns momentos.	Insatisfatório: Quando possuir apenas textos.
Coerência	Satisfatório: Quando não apresenta materiais irrelevantes (palavras, imagens e/ou sons).	Parcialmente Satisfatório: Quando o vídeo apresenta fundos coloridos ou excesso de imagens não essenciais.	Insatisfatório: Quando apresenta animações e/ou imagens não essenciais e/ou música de fundo.
Sinalização	Satisfatório: Quando existe sinalização verbal ou pictórica na maior parte do vídeo.	Parcialmente Satisfatório: Quando há sinalização, mas de maneira insuficiente, sem destacar cor fantasia.	Insatisfatório: Quando for ausente sinais (setas, cores fantasias, dimensionalidade).
Redundância	Satisfatório: Quando há apenas narração e imagem.	Parcialmente Satisfatório: Quando apresenta texto redundante em alguns trechos.	Insatisfatório: Quando o vídeo possuir animação, narração e texto escrito juntos.
Contiguidade Temporal	Satisfatório: Quando a narração e a imagem/animação são apresentadas simultaneamente.	Parcialmente Satisfatório: Quando há sincronização da narração e da animação em apenas alguns trechos do vídeo.	Insatisfatório: Quando as palavras (narração) e as imagens/animações correspondentes não forem apresentadas simultaneamente.
Modalidade	Satisfatório: Quando há a associação de animação e narração.	Parcialmente Satisfatório: Quando há narração, mas não há animação/imagem.	Insatisfatório: Quando há animação e texto escrito.

Voz	Satisfatório: Quando possui voz humana com emoção positiva (felicidade ou contentamento).	Parcialmente Satisfatório: Quando possui voz humana sem clareza da qualidade da emoção.	Insatisfatório: Quando a narração for por voz computadorizada.
Imagem	Satisfatório: Quando apresenta a imagem do orador.	Parcialmente Satisfatório: Quando a imagem do orador aparece, apenas, em alguns trechos do vídeo.	Insatisfatório: Quando a imagem do orador não estiver presente na tela ao longo do vídeo.

Fonte: A Autora (2022).

Nota: Adaptado de Mayer (2005); Silva (2015), p. 26; Müller (2021), p. 26, 27 e 28.

Antes da realização da análise à luz dos princípios da TCAM, o tópico a seguir, “Resultados e Discussão”, apresenta uma breve descrição dos seis vídeos que foram incluídos na análise desta pesquisa, conforme vê-se a seguir.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Descrição dos vídeos analisados

Após a seleção usando critérios apontados anteriormente foi feita uma breve descrição, visando um panorama geral sobre o conteúdo abordado nestes materiais (Quadro 7).

Quadro 7 - Descrição dos vídeos analisados disponíveis no *YouTube*.

Nome	Duração	Autoria/ Nome do Canal	Data de envio	Visualizações	Resumo
Vídeo 1. O que é Radioatividade?	8'35"	Descomplica (Canal)	23/10/13	326.761	No vídeo, o professor faz uso do quadro negro para explicar o conteúdo. A princípio, ele faz um recorte do histórico sobre radioatividade, citando os estudos de Becquerel, Marie e Rutherford. Em seguida, usa o quadro negro e com auxílio de desenhos desenvolve o experimento realizado por Rutherford.
Vídeo 2. Introdução à Radioatividade (Energia Nuclear e Acidentes com Radioatividade)	10'02"	Curso Online Gratuito (Canal)	24/01/14	107.983	No vídeo, a professora inicia falando um pouco sobre o histórico da radioatividade, cita os estudos de Becquerel e do casal Curie. Em seguida, traz a definição de radioatividade, explica a diferença entre a radioatividade natural/artificial e como funciona uma usina nuclear. Comenta um pouco sobre as aplicabilidades da radiação em alguns

					setores. Para finalizar, explana sobre os acidentes ocorridos na Usina Nuclear de Chernobyl (1986) e do Césio-137, aqui no Brasil, em 1987.
Vídeo 3. O que é a Radioatividade? Como ela funciona?	7'13"	Mundo das curiosidades	04/06/19	106.687	No vídeo, o narrador comenta sobre o acidente de Chernobyl e as consequências causadas. Depois fala-se superficialmente sobre o descobrimento da Radioatividade por Becquerel e cita o casal Curie. Em seguida, é explicado os tipos de radiações (alfa, beta e gama), assim como alguns malefícios e benefícios da radiação. Por fim, apresenta o acidente nuclear em Goiânia.
Vídeo 4. Radioatividade	9'32"	Brasil Escola	06/11/19	50.552	No vídeo, o professor faz um panorama histórico usando o quadro negro. Ele inicia falando sobre o descobrimento do Raio-X por Röntgen, em seguida, cita os trabalhos realizados por Becquerel, explicando como funcionam as partículas alfa, beta e gama. Apresenta os trabalhos realizados pelo casal Curie e dos radioisótopos artificiais feitos por Irene Curie e por Frédéric Joliot. Feito isso, ele finaliza definindo o que é radioatividade.
Vídeo 5. Radioatividade - Conceitos básicos	10'45"	Portal Genius	06/09/16	19.311	No vídeo, são abordados alguns conceitos básicos da radioatividade, iniciando com algumas informações históricas sobre o conteúdo e explicando as radiações alfa, beta e gama. Além disso, também é explicado o processo de desintegração, o conceito de meia-vida e há a resolução de uma questão sobre a temática.

Vídeo 6. O que é radioatividade? (Marie Curie)	9'59"	Fala Cientista	23/06/21	10.983	No vídeo, são mostradas algumas aplicabilidades da radioatividade. Em seguida, temos a definição dos tipos de radiação (alfa, beta e gama). Após esse momento, o narrador faz um breve histórico sobre a Radioatividade, citando os trabalhos de Becquerel, Marie e Pierre Curie, mostrando alguns acidentes causados pela radiação e fazendo recomendações de filmes que podem servir para aprofundamentos posteriores.
---	-------	----------------	----------	--------	--

Fonte: A Autora (2023).

A partir desses dados, temos que os vídeos 1, 2, 4 e 5 foram elaborados por professores e postados em canais com fins educativos. Já os vídeos 3 e 6 foram elaborados com o intuito de compartilhar curiosidades/informações sobre temas diversos. O vídeo 1 é o vídeo mais antigo (2013), possui o maior número de visualizações (mais de 326 mil) e foi postado em um canal bastante conhecido, frequentemente utilizado por alunos do Ensino Médio para revisar conceitos pro ENEM/vestibulares e praticar a resolução de questões, enquanto o vídeo 6 é o mais recente (2021), possui um pouco mais de 10 mil visualizações e foi postado em um canal de pequena visibilidade.

Em relação a como o conteúdo estava sendo abordado, temos que nos vídeos 1 e 4 observou-se a presença de uma linguagem mais descontraída em alguns momentos da explicação do conteúdo. A exemplo, no vídeo 1 o professor usa gírias e inicia a aula falando que irá “bater um papo” com os alunos de como “chegar nessa ideia de radioatividade”. Refere-se a Becquerel, Pierre e demais cientistas (incluindo Marie) como “cara”. E usa termos como “fofinho” e “bonitinho” para se referir a algum acontecimento.

A literatura aponta que a fala do educador no vídeo deve se aproximar da maneira como as pessoas costumam se comunicar no cotidiano (SANTANA, 2022). Sendo assim, a linguagem coloquial (também chamada como informal), tornou-se uma característica presente em alguns vídeos postados no YouTube, pois, o uso de gírias e/ou expressões comumente utilizadas pelo público-alvo acaba possibilitando uma aproximação maior entre os interlocutores, tornando a aula mais dinâmica e atrativa para os estudantes (STADLER, 2019).

No entanto, o excesso de coloquialismo pode ser um problema, uma vez que o aluno precisa saber que alguns elementos emitem partículas (alfa, beta e gama) e não coisas, como aconteceu no vídeo 1, tempo 1’51”- 2’01”, em que o professor fala que: “Becquerel em 1896 surge com essa ideia de substâncias que *emitem coisas* que impressionam placas fotográficas”, no final a fala aparece reescrita na tela: “Becquerel começa o estudo de substâncias que *emitem partículas* que impressionam placas fotográficas” (2’01”- 2’11”).

Outro ponto a ser destacado foi a presença de perguntas feitas nos vídeos 2, 3, 5 e 6. No vídeo 5, por exemplo, o professor inicia sua fala questionando: “Como pode a radiatividade matar milhares de vidas como nas bombas de Hiroshima e Nagasaki e salvar ao mesmo tempo outras milhares de vidas no tratamento contra o

câncer?”. Tal questionamento vai sendo respondido ao longo da aula. Essa estratégia de usar perguntas orientadoras ao longo da aula, promove nos alunos uma aprendizagem mais reflexiva, despertando a curiosidade e permitindo a construção de significados. Além disso, esse tipo de questionamento auxilia no resgate dos conhecimentos prévios, podendo promover o pensamento e a autonomia do aluno (FARIA; PICELLI; LORENCINI JR, 2007; ARAÚJO *et al.*, 2017).

Após esse momento descritivo, os vídeos foram analisados com base em oito princípios presentes na TCAM: multimídia, coerência, sinalização, redundância, contiguidade temporal, modalidade, voz e imagem.

Os resultados obtidos estão descritos no próximo subtópico.

4.2 Análise dos vídeos de acordo com a TCAM

- **Princípio da Multimídia**

O princípio multimídia é centro da teoria de Mayer (2009) e sugere que as pessoas podem aprender melhor com palavras e imagens do que apenas com palavras. Ou seja, aprende-se quando há a associação de imagens e palavras, ao invés de palavras isoladas, especialmente, quando as imagens escolhidas são apropriadas para cada momento da narração (MAYER, 2005; SANTANA, 2022).

Mas, vale ressaltar que, quando o autor fala de “palavras e imagens” não está se referindo, apenas, a textos e ilustrações, uma vez que, “palavras” abrange toda mídia escrita ou falada, e “imagens” abrange toda mídia gráfica, como vídeos, animações, jogos e ilustrações (SILVA, 2013).

Em relação a esse princípio os vídeos 1 e 4 foram classificados como insatisfatórios, pois não havia a presença de imagens ou animações no decorrer das explicações. No vídeo 1, por exemplo, há um esquema desenhado no quadro para mostrar como funciona o experimento realizado por Rutherford, mas, esse só é explicado a partir 4’21” (Fotografia 7), sendo desnecessário para o entendimento dos outros conceitos que estavam sendo abordados no início.

Fotografia 7 - Captura de tela do vídeo: O que é radioatividade? (Momento 3'32'')



Fonte: Canal Descomplica, 2013.

Em relação ao vídeo 4, parte das informações que são explicadas se encontram anotadas no quadro, mas, durante a fala, não há nada para ilustrar o que está sendo narrado. Segundo Mayer (2009), estudantes que são expostos a um material que contenha apenas palavras possuem menores chances de construir um modelo mental visual rico em conexões com o modelo mental sonoro.

Os vídeos 2, 3 e 5 atenderam parcialmente esse princípio. Uma vez que, no vídeo 2, em alguns trechos a professora explicava algum conceito sem que houvesse a apresentação de uma imagem correspondente ao que estava sendo narrado. No vídeo 3, algumas imagens não estavam em consonância com o que estava sendo apresentado durante a narração e no vídeo 5, em alguns momentos o professor ficava na frente da imagem, o que prejudicava sua visualização (Fotografia 8).

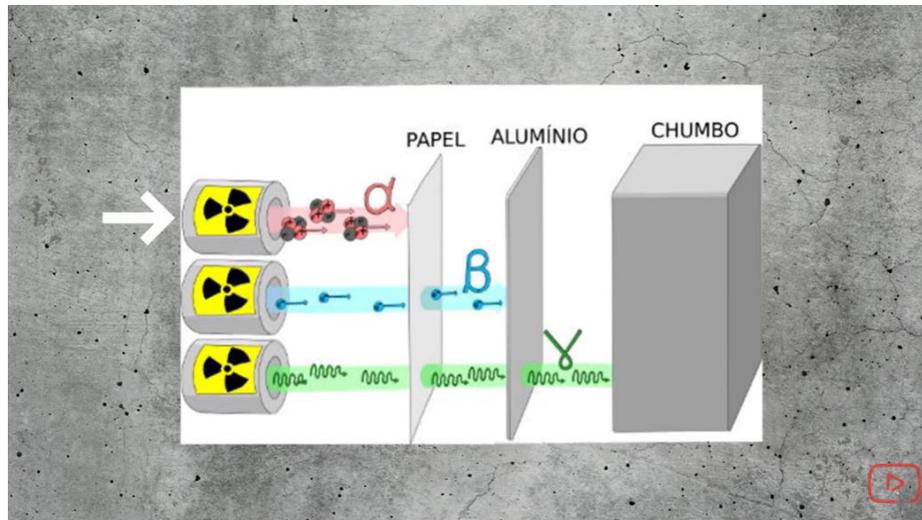
Fotografia 8 - Captura de tela do vídeo: Radioatividade – Conceitos básicos (Momento 0'33'')



Fonte: Canal Portal Genius, 2016.

Sendo assim, o vídeo 6 (Fotografia 9) foi o único classificado como satisfatório, uma vez que fazia uso imagens, figuras ou animações relacionados ao conteúdo que estava sendo narrado.

Fotografia 9 - Captura de tela do vídeo: O que é radioatividade? (Marie Curie) (Momento 1'20")



Fonte: Canal Fala Cientista, 2021.

A partir do instante 1'07" o narrador começou a explicar sobre os tipos de radiação. Ao comentar sobre a partícula alfa, ele cita que: "A partícula alfa que é pesada e lenta com baixíssimo poder de penetração, por exemplo, quando se emite uma partícula alfa ela não consegue ultrapassar uma folha de papel (Tempo 1'12" - 1'23"). Durante todo o momento da fala aparece uma imagem retratando como a emissão acontece, além disso, há uma seta para destacar o trecho da imagem para onde o aluno/espectador deve destinar sua atenção, percebendo um cuidado em acrescentar uma sinalização, que é um outro ponto bastante importante na TCAM.

- **Princípio de Coerência**

No princípio da coerência temos que as pessoas podem aprender melhor quando são excluídas as informações desnecessárias na forma de imagens, sons e/ou textos, deixando apenas o conteúdo relevante (MAYER, 2005).

Segundo o autor, pode-se aprender melhor quando não há necessidade de processar sons e textos irrelevantes na memória de trabalho verbal e/ou imagens irrelevantes na memória de trabalho visual. Uma vez que, ao adicionar sons não relevantes como, por exemplo, acrescentar uma música de fundo em uma animação que já possui uma narração, acarreta na sobrecarga da memória de trabalho auditiva,

podendo reduzir a quantidade de material narrado que o estudante conseguirá lembrar (MORENO; MAYER, 2000; SILVA, 2017).

Diante disso, constatou-se que a maioria das multimídias avaliadas possuíam informações irrelevantes que podem comprometer o processo de aprendizagem do aluno (Quadro 8).

Quadro 8 - Desvios de coerência encontrados nos vídeos analisados.

Vídeo	Descrição	Desvio multimídia de coerência
2. Introdução à Radioatividade.	Presença de fundo musical e efeitos sonoros em alguns momentos da aula (0'08"-0'25"; 6'21'-6'47"; 7'16 -7'49").	Material estranho.
3. O que é a Radioatividade? Como ela funciona?	Presença de fundo musical durante todo o vídeo. Entre 1'48" e 1'56"; 2'35" e 3'23" as estruturas apresentadas são sinalizadas com palavras em espanhol e não são explicadas . Entre 0'10" e 0'22"; 4'01" e 4'17"; 5'55" e 5'59" há imagens/animações que não estão de acordo com a narração.	Material estranho. Material supérfluo. Material supérfluo.
4. Radioatividade	Entre 1'06" e 1'11" o professor comete um erro na data, tanto na escrita no quadro, quanto na fala. "Em 1985 o físico alemão Röntgen descobriu o raio-x".	Material incoerente.
6. O que é radioatividade?	Presença de fundo musical e efeitos sonoros durante todo o vídeo.	Material estranho.

Fonte: A Autora (2023).

No vídeo 4, o professor inicia falando que irá fazer um panorama sobre a radioatividade, desde a sua descoberta até a sua definição. Para isso, foi elaborado no quadro uma linha histórica sobre a temática. Na tela, é possível observar que houve um erro na escrita da primeira data (Fotografia 10) e na narração, em que foi dito que: "Em **1985** o físico alemão Röntgen descobriu o raio-x", em seguida, ele explica o que seria o raio-x e ao final reafirma: "Então, **1985** raio-x, físico Röntgen" (1'37"-1'40") enquanto aponta para a data escrita errada no quadro.

Fotografia 10 - Captura de tela do vídeo: Radioatividade (Momento 1'05'')



Fonte: Canal Brasil Escola, 2019.

Nos comentários da aula foi possível encontrar algumas pessoas relatando o equívoco realizado pelo professor durante a explicação e na escrita no quadro (Fotografia 11):

Fotografia 11 - Captura de alguns comentários feitos no vídeo Radioatividade sobre a data escrita de maneira equivocada.

 **Meu mundo** há 3 anos (editado)
 Não seria em 8 de Novembro 1895 que o físico alemão Wilhelm Conrad Röntgen descobriu o Raio X...

 17  Responder

 2 respostas

 **Francisco Rech** há 2 anos
 Sim Vi. Acredito que ele se enganou na escrita e na fala, ou seja, em tudo (Nessa parte). Por que se começamos do começo não pode ser de 1985 para 1896.

 4  Responder

 **Celso Pereira de Matos** há 2 anos
 KKK. É sim. Eu já tirei raio-X antes de 1985.

 4  Responder

Fonte: Canal Brasil Escola, 2019.

Outro aspecto que deve ser levado em consideração, de acordo com as premissas desse princípio, é que, nos vídeos 2, 3 e 6 durante a narração houve a presença de fundo musical o que poderia atrapalhar o processo de aprendizagem do

aluno. Em relação ao vídeo 2, em alguns trechos, além de fundo musical também há efeitos sonoros quando algumas imagens/animações aparecem. A exemplo, no tempo 7'26"- 7'37" há um ruído muito alto, som de uma orquestra ao fundo e a narração dos acontecimentos que estão sendo mostrados na tela.

Além disso, durante esses momentos as animações são mostradas dentro de uma espécie de moldura (Fotografia 12). Causando uma sobrecarga em ambos os canais (visual e auditivo), visto que, há muitas informações para serem processadas ao mesmo tempo (narração, fundo musical, ruídos, imagem e animação).

Fotografia 12 - Captura de tela do vídeo: Introdução a radioatividade (Momento 7'26")

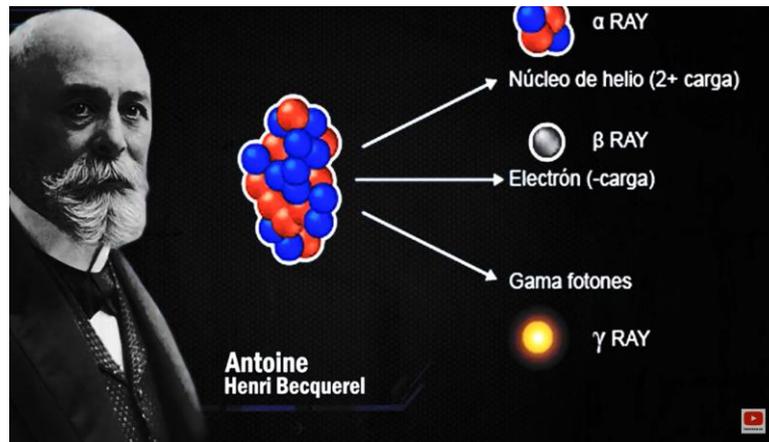


Fonte: Canal Curso Online Gratuito, 2014.

No vídeo 3, além do fundo musical que se faz presente durante toda a aula, outro desvio foi identificado, no tempo 1'47"- 1'46", por exemplo, temos a imagem de Antoine Becquerel (Fotografia 13) e ao seu lado um átomo, em que sai umas setas e aponta para termos em espanhol "α ray", "núcleo de hélio", "eléctron", "gama fotonos" e "γ ray". As informações apresentadas neste momento não foram explicadas, ficando como algo meramente ilustrativo.

Sobre isso, Messer (2019) diz que a adição de palavras em outro idioma e de materiais que não são essenciais para a compreensão do conteúdo tende a gerar um processamento supérfluo, o que prejudica a aprendizagem já que provoca uma sobrecarga cognitiva.

Fotografia 13 - Captura de tela do vídeo: O que é radioatividade? Como ela funciona?
(Momento 1'51")



Fonte: Canal Mundo das Curiosidades (2019)

Além disso, a partir de 3'33" o narrador começa a explicar que a radiação está presente no cotidiano devido a existência de elementos radioativos como o urânio, o céσιο, o iodo, o rádio e o plutônio, e que esses elementos são divididos em dois tipos de radioatividade, a natural e a artificial.

Dado essas informações, entre 4'01" e 4'17" o narrador cita que: "A radioatividade natural provém de elementos da natureza como urânio, tório e actínio, já a radioatividade artificial são elementos produzidos artificialmente como fósforo-30 e iodo-131".

Durante esse momento, aparecem imagens de uma cidade (Fotografia 14), aparentemente abandonada, mas não há informações sobre nome ou sua localidade. Trata-se da imagem aérea da cidade de Chernobyl, após o acidente em 1986, entretanto, o orador não apresenta nenhuma informação a respeito.

Fotografia 14 - Captura de tela do vídeo: Radioatividade (Momento 4'03")



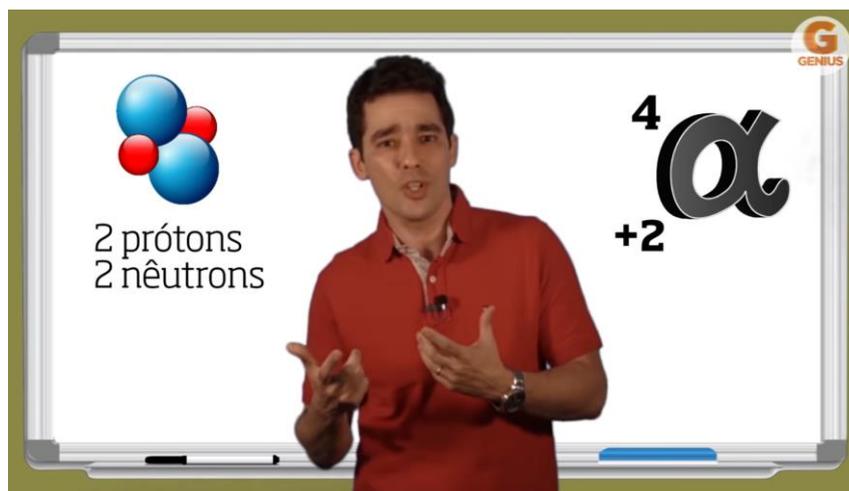
Fonte: Canal Mundo das Curiosidades, 2019.

No vídeo 6 temos a presença de um fundo musical durante toda a narração, em alguns instantes o som ficava numa altura muito semelhante ao do narrador, prejudicando o entendimento de algumas falas. No trabalho de Silva (2017), a autora relata que existe a ideia de que sons e músicas (efeitos especiais) podem ajudar a manter a atenção do aluno, pois os jovens estão acostumados com o YouTube e videogames. E isso acaba fazendo com que os cursos on-line busquem acrescentar sons e/ou músicas com o intuito de manter a atenção e o interesse do aluno pelo material.

No entanto, Clark e Mayer (2011), afirmam que adicionar sons e música não torna o conteúdo mais interessante e que é preciso levar em consideração que a capacidade da memória de trabalho é limitada. Sendo assim, quando há narrativa e som, ambos serão processados pelo canal auditivo, podendo sobrecarregar e perturbar o sistema cognitivo. Apesar disso, os autores ressaltam a necessidade de realizar mais pesquisas para determinar se sons podem contribuir de maneira positiva para a aprendizagem.

Posto isso, temos que apenas os vídeos 1 e 5 foram classificados como satisfatórios, pois estavam de acordo com as premissas do princípio de coerência, não apresentando imagens, sons/fundo musical e/ou textos desnecessários em relação às informações que estavam sendo abordadas. No vídeo 5, por exemplo, no tempo 3'00"- 3'13" o professor fala que: "Atualmente, sabemos que por possuírem massa as emissões alfa e beta são corpusculares, são matéria, na verdade, a partícula alfa é o núcleo do átomo de Hélio-4, dois prótons e dois nêutrons", e na tela aparece como a partícula alfa é representada (Fotografia 15).

Fotografia 15 - Captura de tela do vídeo: Radioatividade – Conceitos básicos (Momento 3'13")



Fonte: Canal Portal Genius, 2016.

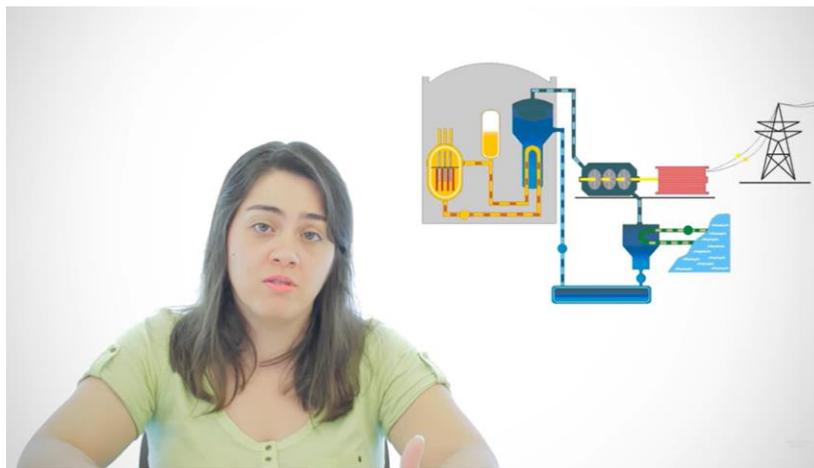
- **Princípio da Sinalização**

No princípio da sinalização, temos que “as pessoas podem aprender melhor quando são adicionadas pistas que destacam a organização do material essencial” (MAYER, 2009).

Ou seja, quando as informações importantes são destacadas em negrito, itálico ou sublinhado, quando há cores diferentes com destaque a fantasia, setas, números e outras técnicas para chamar a atenção do aluno para partes específicas da tela (SILVA, 2017). Visto que, a ausência de tais sinalizações pode tornar a busca pela informação mais demorada e cansativa (MAYER, 2005; SANTANA, 2022).

Durante a análise foi possível observar que, os vídeos 2, 3, 5 e 6 mostraram-se satisfatórios a esse princípio, uma vez que, havia o cuidado de se destacar a parte importante do material que estava sendo apresentado, seja através de setas, cores mais vibrantes ou sublinhado. No vídeo 2, por exemplo, a professora a partir de 2’55” começa a explicar o funcionamento de uma usina nuclear, aparecendo a ilustração de uma no canto superior direito (Fotografia 16).

Fotografia 16 - Captura de tela do vídeo: Introdução a radioatividade (Momento 3’00”)



Fonte: Canal Curso Online Gratuito, 2014.

“Uma usina nuclear ela é dividida em três circuitos, circuito primário que está destacado em amarelo, o circuito secundário que está destacado em azul e o circuito terciário que está destacado em verde. Esses circuitos são individuais, mas eles são ligados entre si. O que é que acontece? Dentro da usina a gente tem os reatores, dentro dos reatores gente vai ter o circuito primário, no circuito primário a gente tem uma fonte radioativa dentro de um vaso de pressão, esse vaso tem embaixo dele

uma bomba, essa bolinha que aparece na imagem (aponta para a tela), essa bomba faz com que o elemento radioativo passe por um pressurizador aumento assim a temperatura do sistema” (Tempo 2’55” - 3’34”).

A professora utiliza uma imagem para ilustrar uma usina nuclear, nela tem-se cores fantasia para destacar os trechos que compõem a usina, cada componente possui sua identificação escrita em caixa alta e em negrito, sendo explicadas no decorrer do vídeo. Além disso, faz-se uso de um zoom para melhorar a visualização de cada circuito durante a explicação e em alguns momentos a professora aponta para as partes importantes, na Fotografia 17.

Fotografia 17 - Captura de tela do vídeo: Introdução a radioatividade (Momento 3’25”)



Fonte: Canal Curso Online Gratuito, 2014.

Ao analisar o vídeo 1, conclui-se que ele atendeu parcialmente esse princípio, pois, apesar da ausência de imagens sobre os eventos que estavam sendo descritos sobre a Radioatividade. Na parte destinada a explicar o experimento de Rutherford (a partir de 4’21”) o professor faz uso do quadro negro para elaborar um desenho/esquema para ilustrar o que estava sendo explicado.

E apesar de não ter dito que as cores usadas seriam meramente ilustrativas (cor fantasia), ao representar a radiação emitida (5’14” - 5’20”) na Fotografia 18, ele faz o traço usando o giz verde e brinca, “Que bonitinho! Radiação de verde. Por quê? Porque sim ó” (5’16” - 5’18”).

Nos trabalhos de Silva (2022), Silva (2015) e Santana (2022) também foram evidenciados desvios relacionados a esse princípio, dado que, os autores constataram a ausência de sinalização durante a análise multimídia realizada, tornando o material insatisfatório para a aprendizagem do conteúdo que estava sendo abordado.

Por outro lado, na pesquisa feita por Alcântara (2018), destacou-se que todas as videoaulas analisadas atenderam as premissas do princípio de sinalização, uma vez que, sempre que surgiam imagens didáticas havia a presença de setas que sinalizavam as estruturas importantes nas figuras que estavam sendo apresentadas durante a explicação.

- **Princípio da Redundância**

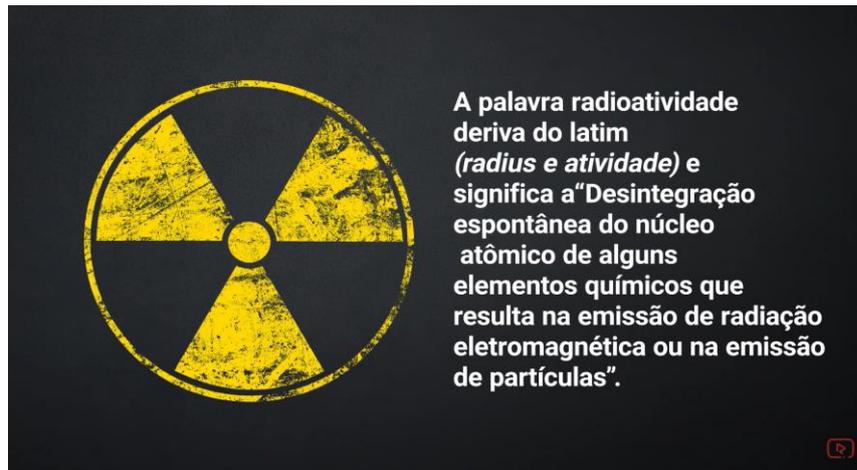
Neste princípio temos que a aprendizagem pode ocorrer melhor quando há apenas narração e imagem, do que quando há narração, imagem e texto em tela (MAYER, 2005). De acordo com o autor, a partir do momento em que se faz a adição do texto escrito contendo a transcrição do que está narrado, provoca-se um processamento supérfluo no aluno, estimulando-o a alternar sua atenção visual entre o texto escrito e a imagem (MAYER, 2009; MESSER, 2020).

Quanto a esse princípio, observou-se que nenhum dos vídeos atendeu esse quesito, sendo classificados como insatisfatórios. Nos vídeos 1, 2, 3, 5 e 6, em alguns momentos, as informações narradas apareciam transcritas na tela, o que pode fazer com que haja um esforço desnecessário para ligar o que está sendo narrado ao texto escrito, prejudicando a aprendizagem (MESSER, 2019; SILVA, 2022).

No vídeo 6, por exemplo, o narrador questiona: “Pesquisador, você já parou para se perguntar o que é radioatividade?”. Em seguida, ele diz: “A palavra Radioatividade deriva do latim (*radius* e atividade) que significa a desintegração espontânea do núcleo atômico de alguns elementos químicos que resulta na emissão de radiação eletromagnética ou na emissão de partículas” (0’49”-1’06”). Na tela aparece a mesma informação transcrita ao lado da imagem de um trifólio que estava com uma animação em forma de uma onda (Fotografia 20).

Tal prática provoca o efeito de redundância (*redundancy effect*), que seria referente ao efeito negativo do material repetido que pode causar prejuízos na aprendizagem. Essa redundância ocorre quando a informação é apresentada de duas (ou mais maneiras), mas, apenas uma seria necessária para seu entendimento completo (SWELLER, 2005; GREER; CRUTCHFIELD; WOODS, 2013).

Fotografia 20 - Captura de tela do vídeo: O que é radioatividade? (Marie Curie) (Momento 1'06")



Fonte: Canal Fala Cientista, 2021.

No vídeo 4, apesar de não ter imagens e/ou animações, havia algumas informações escritas em forma de linha do tempo no quadro negro que eram explicadas no decorrer da narração (Fotografia 19), ocorrendo o que Moreno e Mayer (2002) chamam de redundância verbal, que acontece quando há a apresentação de texto e narração com palavras idênticas.

Com relação a essa redundância os autores relatam que, em situações em que os segmentos verbais são curtos, ou seja, uma frase por vez, a redundância verbal pode resultar em um melhor desempenho de transferência em comparação com o recebimento de palavras escritas/impressas de maneira isolada (MORENO; MAYER, 2002; MAYER, 2009). Em contrapartida, quando o material verbal é longo, como, por exemplo, mais de uma frase por vez ou um texto, a redundância verbal tende a resultar em um pior desempenho de transferência em comparação com o recebimento de palavras apresentadas isoladamente (DIAO; SWELLER, 2007).

- **Princípio da Modalidade**

Neste princípio, Mayer (2005), sugere que a aprendizagem ocorre melhor a partir de animação e narração, ao invés de animação e texto escrito.

Isso acontece, pois, ao utilizar animação e narração juntos, o aluno irá utilizar dois canais diferentes, o visual e o auditivo, complementando a aprendizagem. Entretanto, ao fazer uso da animação e texto na tela, será usado, apenas, o canal visual, causando uma sobrecarga cognitiva (MAYER, 2009; SILVA, 2013; MESSER, 2019).

Quanto a esse princípio, temos que os vídeos 1 e 4 atenderam parcialmente, pois, apesar de não substituírem a narração por texto escrito, não possuíam animação ou imagem. Já os demais vídeos foram classificados como satisfatórios, pois não fizeram uso de textos escritos durante apresentação para substituir a narração, e sim, possuíam narração junto à animação/imagens para explicar o conteúdo.

- **Princípio da Voz**

De acordo com esse princípio, “as pessoas aprendem mais profundamente quando as palavras são narradas por uma voz humana amigável, ao invés de uma voz computadorizada” (MAYER, 2009, p. 255).

Uma justificativa para isso, é que a narração ao ser realizada por uma voz humana permite que haja uma impressão de presença social, ou seja, transmite a ideia de que alguém está falando diretamente com você. E, conseqüentemente, levando a estímulos no cérebro que impactam positivamente na qualidade da aprendizagem (NEVES, 2015; MESSER, 2019).

No que se refere a este princípio, temos que todos os vídeos analisados foram classificados como satisfatórios, visto que em todos havia a presença de voz humana narrando as explicações do início ao fim. O mesmo resultado foi encontrado nas análises realizadas por Silva (2015) e Santana (2022).

Outro ponto a ser destacado é que o princípio da voz pode ser aplicado a sotaques estrangeiros ou vozes com certos tons emocionais. No estudo feito por Mayer, Sobko e Mautone (2003), foi realizado um experimento com uma animação narrada durante 140 segundos sobre a formação do raio, um grupo de alunos ouviu a narração em que as palavras foram ditas com um sotaque russo (no qual o narrador também parecia estar entediado) e outro em que a narração era feita com um sotaque padrão (em inglês). Em seguida, foi realizado um teste de transferência e observou-se que, os alunos que tiveram contato com a mídia narrada com a voz padrão tiveram melhor desempenho do que os da voz com sotaque estrangeiro.

Além disso, temos que Clark e Mayer (2011) afirmam existir indícios de que a aprendizagem seja influenciada não só pelo que o narrador fala, como também pela forma de dizer. Assim, é interessante que haja a polidez no texto, seja ele narrado ou escrito (SILVA, 2017).

- **Princípio da Contiguidade Temporal**

Este princípio sugere que as pessoas podem aprender melhor quando as palavras (faladas ou escritas) e as imagens (animações) correspondentes são apresentadas de maneira simultânea, ao invés de sucessivamente (MAYER, 2005; MAYER, 2009).

De acordo com o autor, a apresentação simultânea da narrativa com a imagem causa menos sobrecarga cognitiva, uma vez que, utiliza os dois sentidos, audição e visão, facilitando a conexão mental entre o texto narrado e a imagem abordada (NEVES, 2015; SILVA, 2017).

Nesse caso, os vídeos 1, 2, 4 e 5 foram classificados como insatisfatórios. Nos vídeos 1 e 4 não havia imagens e/ou animações, apenas palavras (escritas e/ou narradas). Nos vídeos 2 e 5 em alguns instantes faltava sincronia entre o que estava sendo dito (narrado) e as imagens correspondentes, não atendendo as orientações da TCAM.

A exemplo, no vídeo 2, ao citar os benefícios da radioatividade, a professora diz que: “A radioatividade é muito importante em vários aspectos. Primeiro, na medicina, do mesmo jeito que ela faz mal, causa o câncer, ela também pode ser a cura para ele. Uma coisa muito utilizada no tratamento de câncer é a radioterapia” (2’18”- 2’29”). Durante esse momento, só há a presença da imagem da professora (Fotografia 21):

Fotografia 21 - Captura de tela do vídeo: Introdução a radioatividade (Momento 2’20”)

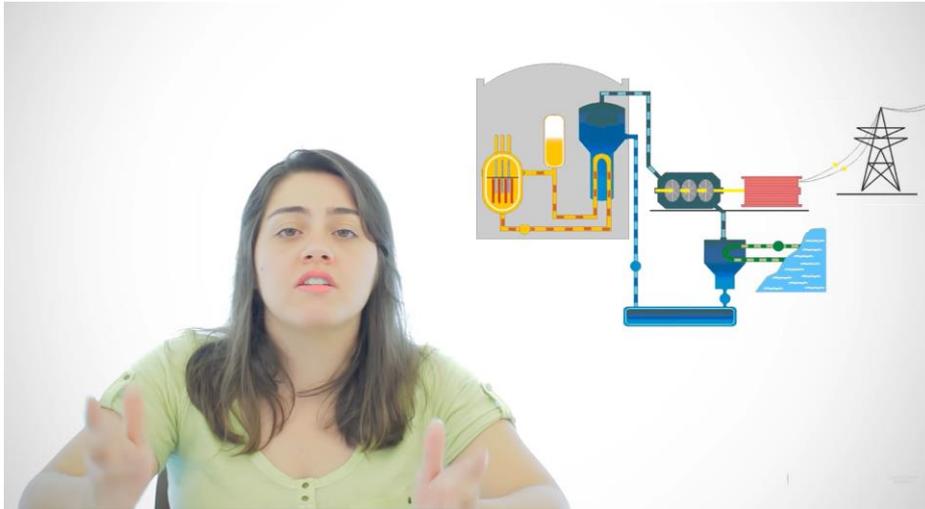


Fonte: Canal Curso Online Gratuito, 2014.

Em seguida, ela continua dizendo: “O segundo fator, ela (a radioatividade) é muito utilizada na esterilização, tanto de equipamentos médicos, como também de alimentos. E, principalmente na forma de energia. As usinas nucleares são muito

utilizadas” (2’30”- 2’44”). Mais uma vez, não havia nenhuma imagem para ilustrar o que estava sendo falado. Finalizando esse momento, a professora comenta que muita gente não sabe como funciona uma usina nuclear, por isso, iria tentar explicar um pouquinho e, só a partir do tempo 2’51”, mostra-se a ilustração de uma usina nuclear e é explicado o seu funcionamento (Fotografia 22).

Fotografia 22 - Captura de tela do vídeo: Introdução a radioatividade (Momento 2’51”)



Fonte: Canal Curso Online Gratuito, 2014.

De acordo com Mayer (2009) a contiguidade temporal está relacionada com o princípio da modalidade, visto que, quando há informação verbal e imagética, é melhor apresentar o texto em formato de narração para que não haja a sobrecarga do canal visual.

Ou seja, a união dos dois princípios preconiza que, ao apresentar um conteúdo multimídia (texto e imagem), deve-se apresentar o conteúdo textual em formato de narração de maneira simultânea com a imagem/animação (SILVA, 2017).

Sendo assim, apenas os vídeos 3 e 6 mostraram-se satisfatórios nesta premissa, dado que as imagens/animações e a narração estavam sendo apresentadas simultaneamente. Exemplificando, no vídeo 3, o narrador cita que: “No ano de 1896 o físico francês Antoine Henri Becquerel foi quem descobriu a radiação, após jogar sais de urânio sobre uma placa fotográfica, em um local escuro, ele percebeu que a placa enegrecia, o que levou o descobrimento de uma nova propriedade da matéria” (Tempo 1’13” - 1’33”), na medida em que a narração acontece é apresentado uma animação mostrando como o experimento foi realizado (Fotografia 23).

Fotografia 23 - Captura de tela do vídeo: O que é radioatividade? (Momento 1'32")



Fonte: Canal Mundo das Curiosidades (2019)

- **Princípio da Imagem**

Este princípio sugere que pode-se aprender melhor quando há a figura do orador aparecendo durante todo o vídeo (MAYER, 2005).

Isso acontece, pois há a sensação de interação e de presença social entre o orador e o aluno, o que pode contribuir de maneira positiva no processo de aprendizagem (MESSER, 2020). Além disso, a presença do orador na tela pode favorecer a sinalização de estruturas durante a explicação, auxiliando a guiar os alunos no momento de organização e estruturação do conhecimento (MAYER, 2009, SILVA, 2013).

Em relação a esse princípio, temos que os vídeos 3 e 6 foram classificados como insatisfatórios, pois a imagem do orador não aparece em nenhum momento. Sobre isso, Silva (2013) e Messer (2019), apontam que a figura do orador presente ao longo do vídeo não influencia diretamente na aprendizagem do aluno, uma vez que isso pode ocasionar um efeito ambíguo.

Em estudos recentes, Mayer (2021) diz que “As pessoas não aprendem necessariamente melhor com uma aula multimídia quando a imagem do locutor é adicionada à tela”. O que nos permite considerar que esse princípio ainda está em estágio de desenvolvimento, sendo necessário mais estudos para a sua consolidação.

4.2.1 Síntese dos resultados obtidos

No Quadro 9, tem-se a apresentação dos resultados obtidos durante a análise dos vídeos de acordo com a TCAM. Na primeira coluna à esquerda estão os oito princípios que foram analisados, na última coluna à direita, refere-se ao número de vezes em que foram encontrados desvios referentes a cada princípio da TCAM.

Quadro 9 - Síntese dos desvios encontrados nas análises dos vídeos sobre Radioatividade.

Princípios da TCAM	Vídeos analisados						
	Vídeo 1	Vídeo 2	Vídeo 3	Vídeo 4	Vídeo 5	Vídeo 6	Total
Multimídia	x			x			2
Coerência		X	x	x		x	4
Sinalização				x			1
Redundância	x	X	x	x	x	x	6
Contiguidade Temporal	x	X		x	x		4
Modalidade	x			x			2
Voz							0
Imagem			x			x	2
Total	4	3	3	6	2	3	21

Fonte: A Autora (2023)

Com base no quadro anterior podemos observar que o vídeo 4 obteve o maior número de desvios, sendo classificado como insatisfatório em relação a seis dos oito princípios da TCAM utilizados na análise. Outro ponto a ser destacado é que,

mesmo apresentando esse quantitativo de desvios multimídia, o vídeo 4 possui o quarto maior número de acessos (cerca de 50 mil visualizações).

Uma possível justificativa para isso se dá ao fato de o vídeo ter sido postado em um canal com mais de 1,8 milhões de inscritos, em que o material é preparado por professores e postado com fins educacionais. Entretanto, após a análise percebe-se que, provavelmente, não foi usado nenhum embasamento teórico relacionado a multimídia para a sua produção, o que permitiu que o mesmo possuísse alguns aspectos que podem causar obstáculos no processo de aprendizagem.

O vídeo 1 obteve o segundo maior número de desvios, mostrando-se insatisfatório em quatro dos oito princípios da TCAM, sendo o primeiro em número de visualizações (cerca de 320 mil). Assim como o vídeo 4, o vídeo 1 também foi postado em um canal educativo com grande quantitativo de inscritos (mais de 4,8 milhões) e foi produzido por um professor. Além disso, ele é o mais antigo, sendo postado em 2013.

Os vídeos 2, 3 e 6, foram insatisfatórios em três princípios. Sendo o vídeo 2, postado em um canal educativo com 1,08 milhões de inscritos e produzido por uma professora. Os vídeos 3 e 6, são postados em canais independentes, com 25 mil inscritos e 6 mil inscritos, respectivamente. Já o vídeo 5 apresentou dois desvios, sendo considerado o mais próximo do ideal para contribuir satisfatoriamente na aprendizagem da Radioatividade. O mesmo foi postado em um canal educativo com 2,8 milhões de inscritos e produzido por um professor.

Dentre os princípios analisados tivemos que o de coerência, de contiguidade temporal e o de redundância foram os mais recorrentes. Portanto, havia a presença de informações desnecessárias em forma de imagem, som e/ou texto durante o momento da explicação, em alguns momentos as imagens não apareciam de maneira simultânea com o que estava sendo falado e havia a transcrição de parte da narração na tela, causando uma sobrecarga no canal visual e/ou auditivo, visto que a atenção estaria dividida entre a fala do narrador/professor, fundo musical, ruído e imagens/animações que não explicadas ou não eram necessárias naquele instante.

Entre esses princípios, tivemos que o de redundância mostrou-se insatisfatório em todos os vídeos analisados. Já o princípio de voz foi o único que se mostrou satisfatório em todos os vídeos submetidos à análise, dado que, a narração foi realizada por uma voz humana.

Por fim, vale ressaltar que, apesar dos vídeos analisados apresentarem desvios em relação a TCAM, não anula o fato de que muitos alunos puderam revisar ou aprender um pouco mais sobre a Radioatividade com eles, e que, os dados aqui apresentados estão sendo compartilhados para que o professor possa fazer uso da teoria como critério para selecionar melhor as mídias antes de usá-las no ambiente escolar ou de indicá-las aos seus alunos, assim como, para servir de fundamento para a produção dos seus próprios materiais.

4.2.2 Síntese de como a Radioatividade foi abordada nos vídeos

Mesmo tendo como documento vigente, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018), nela é informado de modo superficial, a competência específica 1, na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, na qual consta que é possível “mobilizar estudos referentes a: estrutura da matéria; [...] fusão e fissão nucleares; espectro eletromagnético; efeitos biológicos das radiações ionizantes; mutação;” (p. 116).

Assim, considerando que esta é a que está em vigor, destaca-se que as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) (BRASIL, 2006, p. 78), apresenta outros parâmetros para se trabalhar o conteúdo Radioatividade em sala de aula, cabendo ao professor proporcionar meios para fazer com que o aluno “Compreenda as transformações nucleares que dão origem à radioatividade para reconhecer sua presença na natureza e em sistemas tecnológicos”, “Conheça a natureza das interações e a dimensão da energia envolvida nas transformações nucleares para explicar seu uso em, por exemplo, usinas nucleares, indústria, agricultura ou medicina”, e “Avalie os efeitos biológicos e ambientais, assim como medidas de proteção, da radioatividade e radiações ionizantes”.

Nesse contexto, observou-se que os vídeos analisados conseguiram contemplar ao menos um dos itens propostos em ambos os documentos. No vídeo 1, o professor falou brevemente sobre o histórico da radioatividade, citando os estudos e as descobertas realizadas por Becquerel, Marie e Rutherford. Ao falar da Marie, o professor fala que ela faleceu em decorrência de um câncer, devido ao seu contato com a Radioatividade, mas não fez nenhuma menção às aplicações benéficas da radiação, o que pode reforçar a ideia de que a Radioatividade é apenas maléfica.

Nos vídeos 4 e 5, focou-se em apresentar a história por trás das descobertas relacionadas à Radioatividade, abordando sobre os principais cientistas e os tipos de emissões (alfa, beta e gama). Entretanto, os vídeos deram uma maior ênfase à explicação de conceitos e não citaram nada sobre a aplicabilidade da radiação, que é algo tão presente no cotidiano do aluno (PINTO; MARQUES, 2010). Sendo assim, os vídeos 1, 4 e 5 não seriam indicados para promover a desmistificação de algumas percepções sobre a temática.

Por fim, os vídeos 2, 3 e 6, além dos aspectos históricos, são citados alguns benefícios da radioatividade, como por exemplo, suas aplicações na medicina, na agricultura e na produção de energia. Além disso, também são mostrados alguns malefícios e danos causados pela radiação, a nível mundial foi exibido informações sobre o acidente nuclear que ocorreu em Chernobyl, já em nível nacional, tem-se o acidente com o Césio-137, em Goiânia. Em ambos os momentos, foi explicado a gravidade dos acidentes e quais os cuidados que se deve ter ao entrar em contato com a radiação.

Analisando, apenas, o conteúdo que estava sendo abordado, tais vídeos poderiam sim ser utilizados com o intuito de desmistificar a Radioatividade durante as aulas de química e/ou física. Entretanto, como também foi realizada a análise de acordo com a TCAM, verificou-se que nenhum vídeo atendeu de maneira satisfatória a teoria, o que implica em dizer que todos possuíam algum desvio multimídia que poderia implicar negativamente no processo de aprendizagem.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre os conteúdos químicos a serem vistos na educação básica, temos que a Radioatividade, apesar de despertar interesse e curiosidade por parte dos alunos, ainda é frequentemente associada a episódios negativos como a bomba atômica (1945) em Hiroshima e Nagasaki e ao acidente nuclear em Chernobyl (1986) na Ucrânia.

Por esse motivo, cabe ao professor ampliar seu conhecimento sobre a temática, com o intuito de promover a desmistificação que ainda prevalece no senso comum das pessoas, explorando nas aulas tanto o contexto histórico da Radioatividade, quanto às aplicações benéficas para a sociedade. De modo que os alunos compreendam que a radiação possui aspectos positivos e negativos, a depender da maneira em que ela é utilizada na comunidade global.

Para auxiliar nesse processo, uma das alternativas é utilizar recursos que encontram-se disponíveis de maneira gratuita na internet, como por exemplo, os vídeos, uma vez que, essa ferramenta consegue integrar imagem, som e dinamização sobre o assunto que está sendo abordado. Entretanto, destaca-se que antes de fazer uso de qualquer material é necessário que haja uma análise em relação a todas as suas potencialidades, pois, alguns desses materiais podem apresentar desvios multimídias de acordo com a TCAM, fazendo com que haja informações que podem dificultar o aprendizado do aluno.

A seleção dos materiais foi realizada através de uma busca na plataforma YouTube usando a palavra-chave “radioatividade química”. Como critérios de inclusão, os vídeos deveriam abordar a temática radioatividade, incluindo os “tipos de partículas (alfa, beta e gama)”, “breve histórico” e/ou “aplicabilidade”, está em língua portuguesa, maior número de acesso e possuir até 11 minutos. Sendo selecionados seis vídeos.

Após esse momento, foi realizada uma breve descrição contendo informações sobre o canal, a data da postagem, o número de visualizações e um resumo do que estava sendo abordado. Feito isso, temos que os vídeos 1, 2, 4 e 5 foram elaborados por professores, postados em canais com fins educativos e com um grande quantitativo de inscritos. Já os vídeos 3 e 6 foram elaborados com o intuito de compartilhar curiosidades/informações sobre temas diversos e postados em canais

menores.

Ao analisar os conteúdos abordados nos vídeos, observou-se que todos conseguiram contemplar ao menos um dos itens propostos na BNCC e nos PCN+, independentemente de serem produzidos por um canal educativo ou independente. Mas, ao realizar a análise baseado de acordo com oito princípios presentes na TCAM: multimídia, coerência, sinalização, redundância, contiguidade temporal, modalidade, voz e imagem, constatou-se que haviam desvios multimídias em todos eles.

Os princípios de coerência, contiguidade temporal e redundância foram os mais recorrentes, o que significa dizer que os vídeos possuíam excesso de informações visuais e/ou auditivas em formato de som, animações e imagens, o que pode prejudicar no processo de assimilação das informações importantes, visto que, há um excesso de informações desnecessárias, não havia sincronia entre o que estava sendo narrado e a imagem/animação apresentada e, em alguns momentos, a informação falada escrita foi transcrita de maneira integral tela, causando uma sobrecarga visual. Destes, temos que o princípio de coerência e contiguidade temporal não foram satisfatórios em quatro dos seis vídeos analisados, enquanto o princípio de redundância mostrou-se insatisfatório em todas as mídias analisadas.

Já em relação aos demais princípios é importante ressaltar que o princípio de voz foi o único classificado de maneira satisfatória em todas as mídias analisadas, uma vez que, a narração foi realizada por uma voz humana, com boa entonação invés de uma voz computadorizada. Enquanto os princípios de imagem, multimídia e modalidade mostraram-se insatisfatórios em dois vídeos, pois não havia a imagem do narrador adicionado a tela, em alguns momentos não havia a associação narração e imagem, que é o princípio fundamental da TCAM. Por fim, temos que o princípio de sinalização não foi atendido em, apenas, um dos vídeos analisados.

Assim, diante dos resultados obtidos ficou claro a importância da utilização de algum aporte teórico que sirva de orientação para a produção dos vídeos antes de serem disponibilizados em sites e/ou plataformas. Visto que, esses materiais poderão ser usados como recurso facilitador para auxiliar na compreensão de novos conteúdos e, para que isso aconteça se faz necessário que eles sejam produzidos de uma forma que desburocratize o acesso aos conteúdos, ao invés de criar obstáculos no processo de aprendizagem.

Ademais, ainda informa-se que os dados apresentados nesta pesquisa possam servir como base para estruturação de novos vídeos sobre Radioatividade e que estes sejam disponibilizados para comunidade escolar e população em geral, para que se possa ter um melhor recurso informativo sobre a temática.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, L. F. M. **Análise de videoaulas de embriologia do “youtube” como recurso pedagógico**: uma avaliação baseada na teoria cognitiva da aprendizagem multimídia. 2018. 26 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas), Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória, Vitória de Santo Antão.

ALMEIDA, R. R.; CHAVES, A. C. L.; COUTINHO, F. A.; ARAÚJO JÚNIOR, C. F. Avaliação de objetos de aprendizagem sobre o sistema digestório com base nos princípios da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia. **Ciência & Educação**, v. 20, n. 4, p. 1003-1017, 2014.

ALVES, E. M.; MESSEDER, J. C. Elaboração de um vídeo com enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) como instrumento facilitador do ensino experimental de ciências. **In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)**, v. 7. Anais. 2009, p. 1-11, Florianópolis.

AMARAL, J. M. A. **Análise de aplicativos que abordam o conceito de célula a partir da teoria cognitiva da aprendizagem multimídia**. 2019. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas), Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória, Vitória de Santo Antão.

ARAÚJO, L. A.; GANIZEU, M. H. P.; LEITE, L. F. C. C.; AQUINO, K. A. S. A radioatividade no cotidiano: Atividade com educandos do ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 4, p. 160-169, 2018.

ARAÚJO, S. R. F.; RODRIGUES NETO, J. F.; MACIEL, M. V.; VELEDA, A. M. S.; ROCHA, L. V. M. Produção de vídeo educacional: modelo interativo usando o PBL. **Revista de Saúde Digital e Tecnologias Educacionais**. [online], volume 2, n. 1. Editor responsável: Luiz Roberto de Oliveira. Fortaleza, p. 01-11, 2017.

ARROIO, A.; GIORDAN, M. O vídeo educativo: aspectos da organização do ensino. **Química nova na escola**, v. 24, n. 1, p. 8-11, 2006.

AQUINO, K. A. S.; CHIARO, S. Uso de Mapas Conceituais: percepções sobre a construção de conhecimentos de estudantes do ensino médio a respeito do tema radioatividade. **Ciências & Cognição**, v. 18, n. 2, p. 158-171, 2013.

BARROS, A. P. R. **Contribuições de um micromundo composto por recursos do geogebra e da coleção M³ para a aprendizagem do conceito de volume de pirâmide**. 2013. 162 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática), Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Campinas.

BERNARDES, A. O.; OLIVEIRA, A. R. M. Elaboração de vídeos didáticos sobre radioatividade para o ensino de química no ensino médio. **In:** Congresso Nacional Universidade, EAD e Software Livre, 2020. Anais. UEADSL, 2020, p. 1-6.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular:** Educação é a Base. Brasília: Ministério da Educação, 2017.

BRASIL. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+):** Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: Ministério da Educação, 2006.

BRASIL ESCOLA. Radioatividade. YouTube, 06 de novembro de 2019. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Z3slgkjphVw>. Acesso em: 11 de janeiro de 2023.

BORGES, M. K.; KAMIGOUCHI, T. H. M. Do Youtube à escola: transformações nas práticas docentes dos professores de história provocadas pelo acesso de estudantes a conteúdos de história veiculados por youtubers. **Media Education**, v. 11, n. 1, p. 37-46, 2020.

BUONOCORE, T. C. C.; OLIVEIRA, A. I. B.; FARIAS, D. S.; MARTINEZ, F. A.; SILVA, G. E.; LEZO, T. C; ROCHA-LIMA, A. B. C. Energia das radiações: radioatividade natural e artificial, radiações ionizantes e excitantes. **Unisanta BioScience**, v. 8, n. 4, p. 447-457, 2019.

CABRAL, L.; LIMA, B.; MASSI, L. História da radioatividade em livros didáticos com complementações de aspectos sociais, políticos e de gênero da vida de Irène Joliot-Curie. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 19, n. 42, 2023.

CAMPOS, R. M.; TAMIASSO-MARTINHON, P.; SOUSA, C.; SOUZA, E. T.; ROCHA, A. S. Uso de filmes no ensino de radioatividade: uma estratégia motivadora para aulas do nível médio. **Scientia Naturalis**, v. 1, n. 3, p. 193-208, 2019.

CARDOSO, E. M. **Apostila Educativa:** Aplicações da Energia Nuclear. CNEN (Comissão Nacional de Energia Nuclear). Rio de Janeiro - RJ, 18 p. 2006. Disponível em:

<<https://bibliotecadigital.seplan.planejamento.gov.br/bitstream/handle/iditem/555/Aplicacao%20da%20Energia%20Nuclear.pdf>> Acesso em: 02 dez. 2021.

CARDOSO, E. M. **Apostila Educativa:** Energia Nuclear e suas aplicações. CNEN (Comissão Nacional de Energia Nuclear). 3ª edição, Rio de Janeiro - RJ, 54 p. 2012.

Disponível em:
<<http://antigo.cnen.gov.br/images/cnen/documentos/educativo/apostila-educativa-aplicacoes.pdf>> Acesso em: 13 dez. 2021.

CARVALHAL, F. C. A. Cultura áudio-imagética escolar: do INCE aos dias de hoje. **In: Encontro de educação e tecnologias de informação e comunicação**, 6, 2008a. Anais. 2008a, p. 1-17.

CARVALHAL, F. C. A. **Luz, câmera, educação!:** o Instituto Nacional de Cinema Educativo e a formação da cultura áudio-imagética escolar. 2008b. 314 f. Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade Estácio de Sá, Rio de Janeiro.

CARVALHO, A. C. S. **Importância da inserção de filmes e vídeos na prática docente no ensino fundamental I.** 2017. 26 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Pedagogia), Universidade Federal de Juiz de Fora.

CHASSOT, A. Raios X e Radioatividade. **Química Nova na Escola**, v. 2, n. 2, 19-22, 1995.

CLARK, R. C.; MAYER, R. E. e-learning and the Science of Instruction: proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning. Pfeiffer, San Francisco, 2011. Disponível em >[e-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers ... - Ruth C. Clark, Richard E. Mayer - Google Livros](#)< Acesso: 15 ago. 2023.

COLASSO, Camilla G. Acidentes químicos e nucleares e a percepção de risco. **RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 4, n. 2, p. 125-143, jun. 2011.

COSTA, F. J. **O uso de imagens e palavras com base na teoria da carga cognitiva: elaboração de material de apoio para o professor.** 2010. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática), Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte.

COUSSIRAT, R. S. S. Silva. **Rotação por estações como estratégia para o ensino de radiações e radioatividade para estudantes de ensino médio.** 2020. 123 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

CURSO ONLINE GRATUITO. Introdução à Radioatividade (Energia Nuclear e Acidentes com Radioatividade). YouTube, 24 de janeiro de 2014. Disponível em:<https://www.youtube.com/watch?v=EU6wUIMY1So&t=505s>. Acesso em: 11 de janeiro de 2023.

DIAO, Y.; SWELLER, J. **Redundancy in foreign language reading comprehension instruction: Concurrent written and spoken presentations.** Learning and Instruction, Volume 17, Issue 1, 2007, Pages 78-88, ISSN 0959-4752, <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.11.007>.

DESCOMPLICA. O que é radioatividade? YouTube, 23 de outubro de 2013. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=oD7Vk5E3wc4>. Acesso em: 11 janeiro de 2022.

DUARTE, R. **Ciência & educação.** 3.ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2009. 104 p.
FARIAS, R. F. A química do tempo: carbono 14. **Química Nova na Escola**, n. 16, p. 6-8, 2002.

EDITORS, C. R. **Marie Curie: The Life and Legacy of the Legendary Scientist Who Became the First Woman to Win a Nobel Prize.** Createspace Independent Publishing Platform. 2018. 96 p.

FALA CIENTISTA. O que é radioatividade? (Marie Curie) YouTube, 23 de junho de 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=rFe7SCs5ENE>. Acesso em: 11 de janeiro de 2023.

FARIA, A. S. Z.; PICELLI, Z. L. S.; LORENCINI JR, A. A funcionalidade das perguntas na elaboração do conhecimento nas aulas de ciências. In: PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Educação. O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense, 2007.

FERNANDES, L. dos S.; A. F. Análise das questões sobre radioatividade no Exame Nacional do Ensino Médio - ENEM. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática**, v. 13, p. 62-74, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.18542/amazreem.v13i25.3437>

FERREIRA, E. N. **Jogo Atomiquiztica:** Proposta de um recurso didático para o ensino de química. 2017. 48 f. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Química), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

FÉRRRES, J. **Vídeo e Educação.** 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

FERNANDES, A. S.; OLIVEIRA, B. C. L.; SILVA, L. M. C.; OHSE, D. H.; PIMENTA, Y. S. O O atendimento odontológico em pacientes submetidos a radioterapia de cabeça e pescoço: revisão de literatura. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 13, n. 1, p. 1-7, 2021.

FRIEDMAN, M.; FRIEDLAND, G. W. **As dez maiores descobertas da medicina.** São Paulo: Editora Companhia das Letras, 368 p, 2000.

FRANCISCO, J. A. S.; LIMA, A. A.; ARÇARI, D. P. **Datação por carbono –14**. The Carbon – 14, 2011. Disponível em: <https://portal.unisepe.com.br/unifia/wp-content/uploads/sites/10001/2018/06/1gestao_foco_Carbono14.pdf>. Acesso: 12 de abril de 2022.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa**. 1ª Ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GRASSI, G.; FERRARI, P. C.. A Linguagem dos quadrinhos no Estudo da Radioatividade no Ensino Médio: O Acidente com o Césio-137 em Goiânia, 20 anos depois. **In: Simpósio Nacional de Ensino de Física-SNEF**, 18, 2009, Vitória. Anais. 2009, p. 1-10.

GRUBER, L. D. A. **Mediação do professor no uso do software educativo cidade do átomo**: Abordagem dos temas energia nuclear e radioatividade no ensino médio. 2014. 135 f. Tese (Doutorado em Química), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

GOLDSCHMIDT, A. I.; MICHEL, D. C.; FONTANA, L. B.; RANGEL, C.; SILVA, W. B.; NOVAES, L. A.; TISSOTT, C. Bicho de sete cabeças: Uma proposta para o ensino da célula e da anatomia humana. **Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino**, v. 4, n. 2, p. 23-39, 2020.

GOMES, A. C. **Planejamento da prática pedagógica utilizando o vídeo como recurso didático no ensino de matemática**. 2019. 117 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática), Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora.

GREER, D. L.; CRUTCHFIELD, S. A.; WOODS, K. L. Cognitive theory of multimedia learning, instructional design principles, and students with learning disabilities in computer based and online learning environments. **Journal of Education**, v. 193, n. 2, p. 41-50, 2013.

LEONARDI, J. G.; AZEVEDO, B. M. Métodos de conservação de alimentos. **Revista Saúde em Foco**, v. 10, n. 1, p. 51-61, 2018.

LEVY, D. sociedadeS.; SORDI, G. M. A. A.; VILLAVICENCIO, A. L. C. H. Construindo pontes entre ciência e sociedade: divulgação científica sobre irradiação de alimentos. **Brazilian Journal of Radiation Sciences**, v. 6, n. 1, p. 1-13, 2018.

LIMA, A. A. **O uso do vídeo como instrumento didático e educativo em sala de aula**: Um estudo de caso do CEFET-RN. 2001. 126 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

LIMA, R. A. **Estratégias didáticas com a utilização de simulações PHET em conjunto com atividades experimentais para ensinar química na educação básica**. 2019. 90 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática), Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru.

LONGHI, M. L. G.; SCHIMIN, E. S. Modelagem: Estratégia facilitadora para a aquisição de conceitos em reprodução e desenvolvimento embrionário. **Guarapuava-Unicentro**. Recuperado de <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1081-4.pdf>, 2008.

NAGUMO, E.; TELES, L. F.; SILVA, L. A. A utilização de vídeos do Youtube como suporte ao processo de aprendizagem (Using Youtube vídeos to support the learning process). **Revista Eletrônica de Educação**, v. 14, p. 1-12, 2020.

MANDARINO, M. C. F. Organizando o trabalho com vídeo em sala de aula. **Revista Morpheus-Estudos Interdisciplinares em Memória Social**, v. 1, n. 1, p. 1-11, 2002.

MARTINELLI, L. A.; OMETTO, J. P. H. B.; FERRAZ, E. S.; VICTORIA, R. L.; CAMARGO, P. B.; MOREIRA, M. Z. **Desvendando questões ambientais com isótopos estáveis**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 144 p.

MAYER, R. E. **Multimedia learning**. 1. ed. New York: Cambridge University Press, 2005.

MAYER, R. E. **Multimedia learning**. 2.ed. New York: Cambridge University Press, 2009.

MAYER, R. E.; FENNELL, S.; FARMER, L.; CAMPBELL, J. A personalization effect in multimedia learning: Students learn better when words are in conversational style rather than formal style. **Journal of educational psychology**, v. 96, n. 2, p. 389, 2004.

MAYER, R. E.; MORENO, R. Aids to computer-based multimedia learning. **Learning and Instruction**, v. 12, p. 107-119, 2002.

MCGRAYNE, S. B. **Mulheres que ganharam o prêmio Nobel em Ciências: suas vidas, lutas e notáveis descobertas** São Paulo: Marco Zero, 1994. 410 p.

MENEZES, S. L. M.; LIMA, E. I. M.; SILVA, M. A. M.; OURIQUE, A. D. S. O jogo lúdico como ferramenta complementar no Ensino de Química. **In: Seminário Interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, 16, 2011, Cruz Alta. Anais. Cruz Alta/RS: Unicruz, 2011, p.1.

MESSER, A. T. **“Aprendi no YouTube”**: Investigação sobre estudar matemática

com videoaulas. 2019. 261f. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

MESSER, A. T. Uma Proposta de Método para Aplicação dos Princípios da TCAM em Videoaulas. **In:** IX Seminário de Pesquisa em Educação Matemática, Rio de Janeiro. ANAIS IX SPEM. Edição Virtual em 2020. Rio de Janeiro: SBEM-RJ, 2020. v. 1. p. 1-12.

MINAYO, M. C. S. **Pesquisa Social:** Teoria, método e criatividade. 28.ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2009.

MORAN, J. M. O vídeo na sala de aula. **Comunicação & Educação**, n. 2, p. 27-35, 1995.

MOREIRA, M. A. O que é afinal aprendizagem significativa?. **Qurrriculum**, La Laguna, n. 25, p. 29-56, 2012.

MÜLLER, R. M. Vídeos do youtube sobre as simulações interativas phet de química: uma análise segundo a teoria cognitiva de aprendizagem multimídia. 2021. 77 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.

MUNDO DAS CURIOSIDADES. O que é a radioatividade? Como ela funciona? YouTube, 04 de junho de 2019. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=CGar94Wmzh4>. Acesso em: 11 de janeiro de 2023.

NABIÇA, M. G.; SOUZA, J. R. T. Software Cidade do Átomo como instrumento didático no Ensino De Química. **Química nova na escola**, v. 43, n. 3, p. 270-277, 2021.

NEVES, R. F. **Abordagem do conceito de celular:** uma investigação a partir das contribuições do Modelo de Reconstrução Educacional (MRE). 2015. 264f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2015.

OLIVEIRA, J. E. S.; LEITE, B. S. Ensino híbrido gamificado na química: o modelo de rotação por estações no ensino de radioatividade. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 277-298, 2021.

OLIVEIRA, P. E. **A visão das pacientes e dos profissionais de saúde sobre o processo de adoecimento no tratamento do câncer de colo de útero.** 2012. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Saúde Coletiva), Universidade de Brasília, Brasília.

OLIVEIRA, M. M. **Como fazer pesquisa qualitativa**. 6ª ed. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2014.

OKUNO, E. **Radiação: Efeitos, riscos e benefícios**. São Paulo: Harbra, 2007. 69 p.

OKUNO, E. **Radiação: Efeitos, riscos e benefícios**. 1ª ed. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2018, v. 1, 141 p.

PINTO, G. T.; MARQUES, D. M. Uma proposta didática na utilização da história da ciência para a primeira série do Ensino Médio: A radioatividade e o cotidiano. **Revista História da Ciência e Ensino**, v. 1, p. 27-52, 2010.

PORTAL GENIUS. Radioatividade - Conceitos básicos. YouTube, 06 de setembro de 2016. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=Be1jVRy3_eA. Acesso em: 11 de janeiro de 2023.

RAZERA, A. P. R., BUETTO, L. S., LENZA, N. de F. B.; SONOBE, H. M. Vídeo educativo: estratégia de ensino-aprendizagem para pacientes em tratamento quimioterápico. **Ciência, Cuidado e Saúde**, v. 13, n. 1, p. 173-178, 2014.

REIGOTA, M. A. S. **Hiroshima e Nagasaki**. 1. ed. São Paulo: Do autor, 2015. v. 1. 132p .

RIBEIRO, J. OS “FILHOS DA BOMBA”: memória e história entre os relatos de sobreviventes de Hiroshima e Nagasaki e a “Campanha pela Proibição das Bombas Atômicas” no Brasil (1950). **Outros Tempos: Pesquisa em Foco-História**, v. 6, n. 7, 2009.

ROCHA, A. F.; FERREIRA, N. N.; SOUZA, A. R. M. . Aceitação e consumo de alimentos irradiados em Goiânia-GO. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 4, n. 2, p. 1618-1632, 2021.

ROJAS, C. F. U.; SPINILLO, C. G. Animações multimídia sobre alimentação e nutrição: Um estudo sobre a compreensão por agentes comunitários de Curitiba. **In: Congresso Internacional de Design da Informação**, 9, 2019, Belo Horizonte. Anais. 2019, p. 963-974.

SANTANA, J. I.; SOUZA, T. G. S.; NEVES, R. F. Análise de videoaulas sobre síntese proteica através da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM). **Research, Society and Development**, v. 11, n. 9, p. e34111931879-e34111931879, 2022.

SANTOS, M. P. Vídeo didático como tecnologia audiovisual: Antecedentes históricos e implicações pedagógico-metodológicas. **Revista Educação, Cultura e Sociedade**, v. 5, n. 1, p. 83-106, 2015.

SANTOS, P. N.; AQUINO, K. A. S. Utilização do cinema em sala de aula: Aplicação da Química dos perfumes no ensino de funções orgânicas oxigenadas e bioquímica. **Química Nova na Escola**, v. 33, p. 160-167, 2011.

SILVA, A. X. **Análise imagética do conceito de célula em vídeos do “YouTube” e suas implicações para aprendizagem**. 2015. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas), Universidade Federal de Pernambuco - Centro Acadêmico de Vitória, Vitória de Santo Antão, 2015.

SILVA, K. I. C. **Critérios informacionais para elaboração de conteúdo instrucional para a web com base nos princípios de aprendizagem multimídia**. 2017. 132 f. Dissertação (Mestrado Ciência da Informação.). Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ. <https://ridi.ibict.br/bitstream/123456789/938/1/Dissertacao-KarlaCorvino-2017.pdf>

SILVA, M. D.; SILVA, A. C.; BARBOSA, M. A.; SILVA, K. A.; SILVA, C. M.. Multimídia na educação: Análise de um vídeo sobre membrana celular a partir da teoria cognitivista da aprendizagem multimídia (TCAM). **In: VI Congresso Internacional das Licenciaturas (PDVL)**, 2019, Recife. Anais 2019.

SILVA, J. L.; SILVA, D. A.; MARTINI, C.; DOMINGOS, D. C. A.; LEAL, P. G.; BENEDETTI FILHO, E.; FIORUCCI, A. R. A utilização de vídeos didáticos nas aulas de química do ensino médio para abordagem histórica e contextualizada do tema vidros. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 4, p. 189-200, 2012.

SILVA, R. R. **A transposição com expansão do conteúdo do livro didático de matemática para o tablet na perspectiva da teoria cognitiva de aprendizagem multimídia**. 2013. 152f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Campinas.

SILVA, S. C. V.; CAMPOS, A. F.; ALMEIDA, M. A. V. Alguns aspectos do ensino e aprendizagem de radioatividade em periódicos nacionais e internacionais. **Revista de Educação em Ciências e Matemática**, v. 10, n. 9, p. 46-61, 2013.

SILVA, L. M. **Análise de vídeos educacionais de morfologia vegetal por meio da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM)**. 2022. 39 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas), Universidade Federal de Pernambuco - Centro Acadêmico de Vitória, Vitória de Santo Antão.

SISTI, M. R. K. **Significação de conceitos da física por estudantes do ensino médio sobre radioatividade e seus efeitos no corpo humano**. 2019. 96 f. Dissertação (Mestrado em Educação nas Ciências), Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí.

SOARES, M. H. F. B.; CRUZ, T. M. G. S. H'Química: O uso dos quadrinhos para o Ensino de Radioatividade, **Revista Temporis [ação]**, v. 16, n. 2, p. 289-307, 2016.

SOUTO, D. L. P.; BORBA, M. C. Aprendizagem de professores com a produção de vídeos para aulas de matemática. **Educação Matemática em Revista**, v. 52, p. 54-64, 2016.

SOUZA, E. F. **Estudo para rastreamento de irradiadores de gamagrafia industrial por meio do uso do sistema de posicionamento global (GPS)**. 2015. 42 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Nuclear), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SOUZA, M. S. M.; VILELA, G. Q. S. Videoaulas de ciências no *YouTube* como ferramenta educacional para o ensino fundamental na pandemia de COVID-19. **In: Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências**, 5, Anais. 2020, p. 1-17.

STADLER, P. C. **YouTube como ferramenta de educação não formal: Boas práticas para a produção de vídeos educativos com base nos aspectos da linguagem de youtubers**. 2019. 185f. Dissertação (Mestrado em Educação e Novas Tecnologias). Centro Universitário Internacional – Uninter, Curitiba.

SWELLER, J. The redundancy principle in multimedia learning. **In: R.E. Mayer (Ed.), The Cambridge handbook of multimedia learning**, Pages 159–167. New York, NY: Cambridge University Press, 2005.

TONON, A. P.; SILVA, P. S. T. Intervenções nutricionais na prevenção e tratamento de pacientes oncológicos em nível ambulatorial. **Associação Brasileira de Nutrologia (ABRAN)**. Catanduva, SP, Brazil Int J Nutrol 2020;13:81–88.

VASCONCELOS, F. C. G. C. Considerações de licenciandos em Química sobre o uso de simulações PhET em aulas simuladas. **Revista Tecnologia na Educação**, v. 8, n. 4, p. 1-12, 2016a.

VASCONCELOS, F. C. G. C. **Estratégia FlexQuest®: Possibilidades para a Flexibilização do Conhecimento**. 1. ed. Curitiba: Appris, 2016b. 209 p.

VASCONCELOS, F. C. G. C.; LEÃO, M. B. C. ; ARROIO, A. . A identificação de conteúdos de Química em filmes comerciais: percepções e propostas de uso desenvolvidas por licenciandos. **In: XVII Encontro Nacional de Ensino De Química**, 2014, Ouro Preto. Anais 2014a.

VASCONCELOS, F. C. G. C.; LEÃO, M. B. C. ; ARROIO, A.. Produção de vídeos sobre cientistas na área de Química: possibilidades de desenvolvimento da

alfabetização midiática. In: XVII Encontro Nacional de Ensino de Química, 2014, Ouro Preto. Anais. 2014b.

VIEIRA, K. C.; CIUDROWSKI, C. M.; LOPES, K. L.; TEICHMANN, R. R.; SILVA, S.; SCREMIN, O. B. Radioatividade: Heroína ou vilã? In: Mostra de Iniciação Científica Júnior, 6, 2016. Anais. 2016, p. 1-5.

WATANABE, A.; BALDORIA, T.; AMARAL, C. L. C. O vídeo como recurso didático no ensino de química. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 16, n. 1, p. 1-10, 2018.

XAVIER, A. M.; LIMA, A. G.; VIGNA, C. R. M.; VERBI, F. M.; BORTOLETO, G. G.; GORAIEB, K.; COLLINS, C. H.; BUENO, M. I. M. S. Marcos da história da radioatividade e tendências atuais. **Química Nova**, v. 30, n.1, p. 83-91, 2007.