

UTILIZAÇÃO DE RECURSOS AUDIOVISUAIS EM UMA ESTRATÉGIA *FLEXQUEST* SOBRE RADIOATIVIDADE (Use of audiovisual resources in a *FlexQuest* strategy on Radioactivity)

Flávia Cristina Gomes Catunda de Vasconcelos [flaviacrisgomes@hotmail.com]

Marcelo Brito Carneiro Leão [mbcleao@pq.cnpq.br]

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Rua D. Manoel de Medeiros, s/n - Dois Irmãos 52171-900 - Recife/PE.

Resumo

Este estudo apresenta uma pesquisa realizada em uma escola da rede privada da cidade do Recife – PE, Brasil, com 25 alunos, do 1º Ano do Ensino Médio. Um dos focos é avaliar a aplicação da estratégia *FlexQuest* sobre o ensino de radioatividade. A *FlexQuest* incorpora, dentro da *WebQuest*, a Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC), que é uma teoria de ensino, aprendizagem e representação do conhecimento, objetivando a proposição de estratégias para aquisição de níveis avançados do conhecimento. Com uma abordagem qualitativa, foram realizadas intervenções de aplicação, tendo como eixo norteador, a análise das travessias de paisagem que os alunos conseguiram realizar no decorrer da realização das tarefas solicitadas. Os resultados obtidos revelaram que esta estratégia comporta recursos audiovisuais; e estes, possibilitam aprendizagem desde que incorporados em estratégias com uma proposta construtivista de ensino e aprendizagem. Neste sentido, percebeu-se a eficácia da *FlexQuest* na construção de conceitos introdutórios de radioatividade, bem como na motivação para o estudo do tema. Mostrando uma ferramenta baseada em situações reais, que possibilita os alunos desenvolverem o olhar crítico diante daquilo que se é transmitido pela televisão, compreendendo também o estudo da radioatividade.

Palavras –chave: Teoria da Flexibilidade Cognitiva; Radioatividade; *FlexQuest*.

Abstract

This paper presents a study conducted in a private school in Recife - PE, Brazil, with 25 students from 1st year of high school. One of the focuses was to evaluate the implementation of the strategy *FlexQuest* on the teaching of radioactivity. The *FlexQuest* incorporates, within the *WebQuest*, the Cognitive Flexibility Theory (TFC), which is a theory of teaching, learning and knowledge representation, aiming to propose strategies for the acquisition of advanced levels of knowledge. With a qualitative approach, there were interventions of application having, as axle, an analysis of landscape crossings that the students have accomplished during the execution of required tasks. The results revealed that this strategy involves audiovisual resources, and these make learning possible, provided that strategies are embedded in a constructivist approach to teaching and learning. In this sense, it was perceived to be effective, the introductory level/stimulator, for the understanding of the applications of radioactivity. Showing a tool based on real situations, enabling students to develop the critical eye on what it is televised, including also the study of radioactivity.

Keywords: Cognitive Flexibility Theory; Radioactivity; *FlexQuest*.

Introdução

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de 1998, e a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) de 1996, a reformulação do ensino médio brasileiro, procura atender a necessidade de se impulsionar a democratização social e cultural de uma forma mais efetiva para se responder a desafios impostos pelos processos globais existentes na sociedade contemporânea. Neste contexto, a química pode ser um instrumento para o exercício da cidadania,

caso o conhecimento químico venha a ser promovido como um dos meios de interpretar o mundo e intervir na realidade (BRASIL, 2002). Deste modo, os PCN (BRASIL, 2002) se contrapõem a velha ênfase de memorização de informações, apresentando competências que se inter-relacionam e se combinam podendo ser desenvolvidas em todas as áreas das ciências.

Entretanto, o ensino escolar atual está muito distante daquilo que o cidadão necessita conhecer, e para exercer seu papel crítico diante das informações que muitas vezes são transmitidas pela televisão. Neste sentido, emerge também a questão de como os educadores poderão utilizar as Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC) em sala de aula, em especial a *televisão, o vídeo, os computadores, a internet, os softwares, os hipertextos/hipermídia*, etc. É importante ressaltar, que as aulas com uso de recursos audiovisuais¹ possibilitam uma forma diferenciada de aprendizagem estimulando a quem assiste, por meio do dinamismo, da integração da imagem e do som, possibilitando a recriação de formas inusitadas, de vivências dentro ou fora da escola.

Nesse contexto, a escola precisa estar preparada para interligar as transmissões da televisão, e tentar “encantar” os alunos, como os meios de comunicação o fazem em nosso cotidiano. O discurso presente na televisão, desperta o lúdico, o prazer, o inimaginável, os sonhos e anseios de quem a assiste, contudo, também poderá alienar, e reproduzir situações de dominação. Sendo assim, quando aplicado ao meio escolar “*é necessário haver a mediação do professor, que estará sempre entre o aluno e o meio de comunicação, promovendo e incentivando leituras críticas do próprio meio, das suas práticas de linguagem e dos conteúdos por ele veiculados*” (Guimarães, 2001, p.108).

É importante lembrar que um canal de televisão apresenta vídeos que mesmo não inseridos numa proposta formal de ensino, podem ser aproveitados em uma situação educativa. Contudo, a organização metodológica por parte do professor deve ser feita seguindo alguns critérios de categorização. A literatura nos apresenta diversas categorizações da natureza e do uso de vídeos em sala de aula, como exemplo, a categorização de Serrano e Paiva (2008), a de Bartolomé (1999), a de Ferrés (1996) e a de Moran (1995).

Sendo assim, este trabalho apresenta uma pesquisa sobre a elaboração e investigação de uma estratégia didática com a incorporação do uso de vídeos e outros recursos audiovisuais em sala de aula. As estratégias propostas foram elaboradas com a implementação da Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC) de Rand Spiro e colaboradores (Spiro; Jehng 1990), que visa à aquisição de conhecimentos de nível avançado em domínios do conhecimento complexos e pouco-estruturados (Carvalho, 1999).

Os recursos audiovisuais e sua utilização no ensino

A utilização de recursos audiovisuais em sala de aula permite a síntese entre imagem e som, gerando com isso as mais diversas sensações, o que possibilita uma interessante forma de expressão (Lima, 2001).

A linguagem utilizada nesses meios prende a atenção devido à atração que o vídeo exerce sobre o espectador, que ocorre pelo sensorial, depois pelo emocional e pelo intuitivo, só depois é que o racional é atingido (Horst, 2004 in Coelho; Alves, 2005, p. 117). Sendo assim, para que o recurso possa contribuir no processo educativo, é preciso compreender e incorporar-las pedagogicamente o seu uso. Ou seja,

¹ Neste trabalho, o termo *recursos audiovisuais, vídeo e programas televisivos* são apresentados constantemente. Mesmo não sendo sinônimos, os mesmos são referenciados ao termo *vídeo*, como recurso importante na aprendizagem em sala de aula, devido o termo *recursos audiovisuais e programas televisivos* apresentarem vídeos em sua transmissão.

é preciso respeitar as especificidades do ensino e da própria tecnologia para poder garantir que o seu uso, realmente, faça diferença. Não basta usar a televisão [...], é preciso saber usar de forma pedagogicamente correta à tecnologia escolhida (Kenski, 2007, p. 27).

Cabe salientar, que a utilização do vídeo gera uma forma diferenciada de aprendizagem devido à: veiculação de informações interpretadas por quem às assistem, apresentação de modelos de comportamento, ensinando linguagens coloquiais e multimídia (Machado, 1988 in Arroio; Giordan, 2006), possibilitando a recriação de formas inusitadas, de vivências dentro ou fora do local de ensino.

Entretanto, é importante estar atento ao fato de que o discurso presente na televisão, apesar de poder despertar o lúdico, o prazer, o inimaginável, os sonhos e anseios de quem a assiste, pode também contribuir para alienar, e reproduzir situações de dominação. Sendo assim, quando aplicado ao meio escolar

é necessário haver a mediação do professor, que estará sempre entre o aluno e o meio de comunicação, promovendo e incentivando leituras críticas do próprio meio, das suas práticas de linguagem e dos conteúdos por ele veiculados (Guimarães, 2001, p.108).

Alguns investigadores, como Carvalho (1993) e Leão *et al* (2006), acreditam que a escola precisaria incorporar na sua prática pedagógica, transmissões de televisão para tentar “encantar” os alunos, como os meios de comunicação o fazem no nosso cotidiano. Essas transmissões em vídeo podem ser utilizadas nos chamados multiambientes de aprendizagem, que utilizam as TICs como ferramentas importantes no processo de ensino e aprendizagem.

Dentro deste contexto a utilização dos recursos audiovisuais pode ajudar a incorporar ao processo educativo, contextos que permitem elaborar estratégias de ensino que contribuem para uma aprendizagem significativa, bem como para a construção de um conhecimento flexível por parte do aprendiz. Neste sentido a utilização da Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC) em estratégias com uso de recursos audiovisuais pode contribuir neste processo.

Nesta pesquisa, a escolha de vídeos transmitidos pela televisão para serem incorporados na *FlexQuest* (estratégia que incorpora a TFC ao modelo *WebQuest* (Dodge, 1997), foi devido a que este meio de comunicação ter uma participação decisiva na formação das pessoas – mais enfaticamente, na própria constituição do sujeito contemporâneo. Neste sentido, a estratégia *FlexQuest* pode contribuir não somente para a aprendizagem dos conceitos de química, mas também para o desenvolvimento do senso crítico por parte dos alunos. Isto ocorre devido a *FlexQuest* ter, como um dos pressupostos, desenvolver no aluno a habilidade para entender algo em várias situações, e poder com isto construir uma aprendizagem significativa e flexível (Spiro; Jehng, 1990).

Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC)

A Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC) foi proposta por Spiro e colaboradores no final da década de 80 (Wcer, 2004). É uma teoria que contempla a construção de conhecimento em níveis complexos e avançados de aprendizagem, evitando os problemas que resultam da utilização de abordagens de ensino simplificadoras (Moreira; Pedro, 2006). Baseados na obra de Wittgenstein, *Investigações Filosóficas*, Spiro et al (1991) usaram a analogia da paisagem como representação do conhecimento e da metáfora da "travessia da paisagem em várias direções" que Wittgenstein utiliza em sua obra, para propor uma teoria de ensino, aprendizagem e representação do conhecimento.

Os domínios de conhecimento complexo e pouco estruturado propostos pela TFC apresentam algumas características citadas por Leão et al (2006) in Aleixo (2008), onde elas não

apresentam um “núcleo de significados” simples, são compostos por conhecimentos/informações que serão usados de acordo com o contexto ou caso em discussão e cada caso é resultado de uma variedade de padrões cuja estrutura conceitual não pode ser aplicada em outros casos.

Na TFC, vários casos são selecionados (chamados de casos primários, que podem, por exemplo, serem notícias retiradas da internet, parte de textos de livros ou artigos, bem como, no caso desta investigação, vídeos extraídos de programas televisivos). Estes casos são divididos em mini-casos, que são partes dos casos, que refletem olhares parciais destes. A leitura interligada, sob várias perspectivas dos diferentes mini-casos, possibilita a compreensão de um mesmo assunto sendo discutido em várias vertentes. É nesse sentido que são construídos os conhecimentos flexíveis que a teoria aborda, atendendo assim o preceito da flexibilidade cognitiva na aquisição de conhecimentos em domínios complexos e pouco-estruturados (Carvalho, 1999).

Para a implementação desta teoria, Spiro et al.(1991), sugere a utilização de hipermídia, que permite que a informação possa ser interligada através do uso de ligações associativas entre os nós de informação (aspectos particulares desta). No qual, os fatos não são apresentados de forma isolada, e sim, estabelecendo-se conexões entre os vários aspectos da informação. Além disso, a hipermídia “pode proporcionar múltiplas travessias na paisagem do conhecimento e sua integração em múltiplos casos e mini-casos” (Leão et al, 2006; Carvalho,1999). Os sistemas baseados nos pressupostos da TFC foram designados como *Hipertextos de Flexibilidade Cognitiva* (Spiro et al, 1991).

A TFC apresenta as seguintes características: i.*Cruzamento de paisagens conceituais*; ii.*Domínios de conhecimento de estruturação holístico-integrativa (pouco estruturados)*; iii.*Aprendizagem avançada e complexidade conceitual*; iv.*Estruturação em casos e em mini-casos*; v.*Flexibilidade em oposição à rigidez cognitiva*; vi.*Enviezamentos redutores ou concepções alternativas*; vii.*Metáforas e analogias*; viii.*Repetição não replicada do conhecimento*; ix.*Hipertextos/Hipermedia de Flexibilidade Cognitiva*; x.*Ensino e aprendizagem de acesso aleatório*.

Estas características foram tomadas como base para a construção das tarefas da *FlexQuest* Radioatividade utilizadas nesta investigação, estando presentes nos resultados apresentados pelos alunos durante a sua realização.

FlexQuest: a incorporação da TFC na WebQuest

A *WebQuest* é uma ferramenta integrada à Web 2.0 que constitui uma metodologia de pesquisa orientada, voltada à utilização de recursos que podem estar totalmente ou parcialmente disponíveis na internet. Vários autores (Adell, 2004; Rhynard, 2002 in Leão *et al*, 2006) vêem a *WebQuest* como uma estratégia de ensino e aprendizagem baseada no pressuposto das Teorias Construtivistas, ou seja, centrada no aluno, no trabalho colaborativo/cooperativo, e na resolução de problemas. A utilização da internet na *WebQuest* vai além da mera pesquisa para se achar determinada resposta. Geralmente os alunos quando utilizam a internet em uma situação de ensino, deparam-se com os conhecidos problemas de navegarem como se estivessem à caça de algo inesperado (LEÃO e SOUZA, 2008), e tem a tendência de não alcançarem o objetivo da pesquisa, podendo não conseguir distinguir as fontes disponíveis na internet como verdadeiras e confiáveis. Neste sentido, a *WebQuest* procura interligar a pesquisa nas fontes da internet com recursos multimídias, atividades manuais e tarefas experimentais diversas, que encorajem a capacidade do pensamento em níveis elevados do conhecimento.

A estrutura de uma *WebQuest* apresenta: 1. *Introdução* – fornece algumas informações que instiga a aprendizagem dos conceitos a serem abordados; 2. *Tarefa* – apresenta o problema da *WebQuest* e indica a tarefa a ser realizada pelo aprendiz; 3. *Recursos* – fonte de recursos escolhidas

pelo professor como base em informações confiáveis e relevantes; 4. *Processos* – descreve o processo que o aluno deve seguir para realizar a tarefa; 5. *Avaliação* – critérios de avaliação das atividades realizadas pelos alunos e 6. *Conclusão* – indica o que o elaborador espera que o aprendiz, ao final da utilização da *WebQuest*, possa ter se apropriado.

No entanto, a utilização da *WebQuest* quando se está trabalhando com conteúdos complexos em nível avançado do conhecimento, pode acarretar simplificações indesejáveis. Na tentativa de ampliar a utilização deste modelo para situações de ensino, e visando a construção de um conhecimento de nível avançado, Leão & Veras (2006) apresentaram uma proposta intitulada “*WebQuest Modificada*” (*WQM*), onde implementaram e analisaram o caráter multimídia da *WebQuest* através da incorporação da linguagem audiovisual, e da proposição de uma situação-problema, para que o aluno, ao resolvê-las, construa efetivamente o conhecimento desejado.

Posteriormente, Leão et al. (2006) propuseram uma alternativa ao modelo *WebQuest* com a incorporação da TFC, denominando-a de estratégia *FlexQuest*. A *FlexQuest* parte de casos existentes na Internet e não de explicações e interpretações sobre os conteúdos como ocorrem nas *WebQuest*. Estes casos são desconstruídos pelos professores em mini-casos e posteriormente, são indicadas algumas travessias temáticas com links aos mini-casos anteriores (Leão; Souza, 2008).

A estrutura da *FlexQuest* assemelha-se com às etapas da *WebQuest*, tendo a incorporação dos mini-casos nos “Recursos” e os links nos “Processos”, os principais componentes são: *Introdução* – apresenta uma pergunta central que guia o aplicativo e está ligada a tarefa; *Orientações* – tem a necessidade de explorar os casos e mini-casos, e depois as travessias conceituais; *Recursos* – apresentação dos casos e mini-casos obtidos na internet e desconstruídos pelo professor; *Processos* – sequências com hiperlinks para os diversos casos e mini-casos desconstruídos nos “Recursos” que podem ser modificados de acordo com os objetivos do professor; *Tarefa* – esta relacionada principalmente na desconstrução de um novo caso sugerido pelo professor e/ou a criação de uma nova sequência especial tendo por base os conceitos já desconstruídos; *Avaliação* – pode ser através de apresentação dos grupos para discussão em sala de aula, avaliação da pertinência de novos casos ou de novas sequência criadas pelos alunos e *Conclusões* – que procuram incentivar os alunos a continuarem analisando novos casos sobre a temática explorada (Leão; Souza, 2008).

O modelo da TFC com os casos e mini-casos foi utilizado nesta pesquisa, juntamente à incorporação do vídeo como recurso midiático no processo de ensino e aprendizagem. Esta ocorre com a criação de uma *FlexQuest* sobre radioatividade, que incorpora situações reais e fictícias, na qual parte delas são transmitidos pela televisão, com notícias extraídas da internet.²

Estrutura da *FlexQuest* Radioatividade

A *FlexQuest* Radioatividade (<http://semente.pro.br/portal/quests/radioatividade/>) foi construída com o objetivo de promover, através dos recursos da internet e da literatura, uma estratégia para o ensino de radioatividade em química, que permitisse uma interação entre os alunos, durante a realização das tarefas presentes na mesma. Esta temática foi escolhida devido à constante presença de notícias na televisão sobre o assunto; alguns desenhos animados e filmes que apresentam aspectos animados relacionados à temática, muitas vezes distorcem as reais consequências de uma exposição à radiação.

² O artigo “FlexQuest: literacia da informação e flexibilidade cognitiva” apresenta mais informações sobre a estratégia *FlexQuest*, apresentando estratégias construídas no Brasil e em Portugal. Disponível em: < <http://revistas.ua.pt/index.php/ID/article/viewArticle/1243> > Acesso em: 13. Fev. 2012.

A *FlexQuest* “Radioatividade” apresenta três casos, cada um com quatro mini-casos (imagem 1).

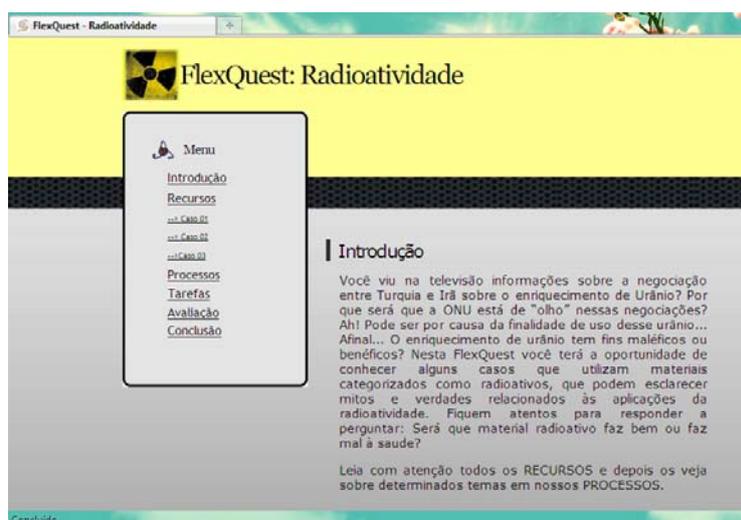


Imagem 1. *FlexQuest* “Radioatividade”

O caso 1 fala sobre o tráfico da Torianita no estado do Amapá (Brasil), um minério radioativo que contém tório e traços de urânio em sua composição, sendo retirado de uma site de notícias.³

O segundo caso foi retirado do site de uma revista eletrônica sobre nutrição, destinada ao público em geral e profissionais de saúde. Apresentando diversos artigos relacionados à alimentação, bem-estar e saúde, dentre eles sobre irradiação de alimentos, com suas aplicações e técnicas⁴.

O último caso apresenta-se como vídeo de um programa da TV Globo (Brasil), intitulado “Césio-137”, dentro do Programa Linha Direta Justiça. Este programa simulava o acidente ocorrido em setembro de 1987, na cidade de Goiânia-GO. Neste incidente quatro pessoas morreram e vários ficaram contaminados devido à exposição ao césio-137. O programa foi encontrado no site de vídeos, vídeos, *Youtube*[®], dividido em quatro partes, sendo estes editados em apenas um vídeo (CASO), e depois desconstruídos em 4 vídeos temáticos (MINI-CASOS).

Cada caso foram separados em 4 mini-casos, os quais abordavam assuntos relacionados a: Detecção da radioatividade em materiais; resíduos radioativos e seu descarte; utilização e manuseio de material radioativo; doenças oriundas da exposição a radiação; Aplicações benéficas e maléficas de elementos radioativos; elementos químicos radioativos.

Esta estratégia permitiu analisar o mesmo tópico inserido em diversos contextos, possibilitando uma melhor compreensão do assunto, conseguindo aplicá-lo a diferentes situações na qual se possa deparar no dia-a-dia (características *i.*, *ii.* e *v.* da TFC). Após a desconstrução dos casos, foram construídos os processos e as três tarefas a serem realizadas pelos alunos. As atividades foram elaboradas a partir de um conjunto de observações levantadas pela pesquisadora no decorrer do processo de leitura de livros e artigos.

Os PROCESSOS foram separados em quatro assuntos que permitiu uma relação entre os diferentes mini-casos. Esta relação propicia aos alunos uma correlação entre diferentes assuntos

³ Disponível em: <http://www.globoamazonia.com/Amazonia/0,,MUL1329170-16052,00-TRAFICANTES+DO+AMAPA+VENDEM+MATERIAL+RADIOATIVO+OBTIDO+ILEGALMENTE.html> Acesso em 12 fev. 2012

⁴ Disponível em: <<http://www.nutriweb.org.br/n0202/irradiados.htm>> acesso em 5 fev. 2010.

dentro da temática de radioatividade, funcionando com suporte para a construção das discussões iniciais sobre o assunto.

Nas TAREFAS, a primeira (TAREFA 1) se refere a todos os casos, e compreende um conjunto de perguntas que relacionam os mini-casos presentes nos PROCESSOS. Em cada tarefa, há sites complementares, pré-definidos, permitindo aos alunos terem acesso aleatório a documentos de hipertexto o que proporciona a estes fazerem seu próprio caminho em busca da informação o que favorece a liberdade de escolha do aprendiz e de sua própria aprendizagem (característica *x*. da TFC).

A Tarefa 1, contém 9 perguntas presentes em quatro partes que abrangem temáticas diferentes de exploração do conteúdo de radioatividade. Nesta, busca-se analisar o nível de aprofundamento que os alunos apresentam a respeito de determinado assunto, a partir do nível de informações presentes em suas respostas. Verificando também se os mesmos utilizam os sites disponíveis na *FlexQuest*, para melhor embasar as suas respostas, bem como se as concepções exploradas em uma sondagem inicial são modificadas ou não, após a aplicação da estratégia *FlexQuest*.

Baseado no livro ‘Os Simpsons e a ciência’ de Paul Herman, publicada pela editora Novo Conceito, foi possível utilizar um vídeo dos Simpsons⁵ em uma das Tarefas (TAREFA 2), como uma das avaliações. O episódio retrata a utilização de polônio em uma plantação de tomate que é germinada junto a sementes de tabaco. A história distorce a utilização de materiais radioativos nos alimentos, mas permite que os alunos relacionem os mini-casos presentes na ferramenta para analisar, de forma crítica, as verdades e mentiras do episódio (características *vi*. e *vii* da TFC). O vídeo dos Simpsons, nesta estratégia, pode ser classificado segundo Moran (1995), como um *Vídeo como conteúdo de ensino*, quando na Tarefa 2, os alunos tiveram que realizar uma análise do mesmo, relacionando com os casos e mini-casos presentes na *FlexQuest*, devido a existência, no episódio, da aplicação de elementos radioativos em cultivo de alimentos.

A última tarefa (TAREFA 3) apresenta uma dinâmica em grupo, onde cada grupo de alunos (4 grupos) apresentam um tópico da temática de radioatividade, precisa elaborar um projeto para receber investimentos relacionados ao desenvolvimento de uma cidade fictícia. Na ferramenta, está descrita uma situação na qual um governador (professora) tem um investimento financeiro para projetos que envolvam a radioatividade. As áreas dos projetos são: 1) Irradiação em alimentos; 2) Radioterapia, radiofármacos; 3) Energia nuclear; 4) Desarmamento nuclear;

Em cada área há links que dão suporte para a construção do projeto que foi entregue num período de um mês, contando com a data do primeiro dia de aplicação da *FlexQuest*. Para o dia da ‘defesa’ do projeto, os alunos foram instruídos de terem liberdade para a construção de peça teatral, jornal, vídeo, fórum dentro do próprio grupo, etc. como forma diferenciada para a avaliação da professora diante dos argumentos que foram apresentados à mesma.

A AVALIAÇÃO nesta *FlexQuest* é abrangente e apresenta várias possibilidades para quem o for aplicar. Deste modo, no decorrer da utilização da estratégia, foi esclarecido para os alunos que a avaliação seria contínua, ou seja, em todas as tarefas, e na Tarefa 3, eles seriam avaliados na construção do projeto e na defesa deles. A proposta de ‘defesa do projeto’ como um dos critérios de avaliação, deu liberdade para se avaliar os argumentos que os alunos apresentaram e assim verificar o quão aprofundado foi eficaz o estudo referente ao tema.

⁵ Episódio: “Homer, o Fazendeiro”, 11ª temporada, escrito por Ian Maxtone-Graham, dirigido por Bob Anderson

Análise dos dados obtidos na aplicação da Estratégia *FlexQuest* Radioatividade

O universo da pesquisa foi composto por 25 alunos com idade entre 13 e 17 anos, inseridos no 1º ano do ensino médio. Esta série foi escolhida em virtude dos alunos estudarem o assunto de radioatividade dentro do conteúdo de Modelos Atômicos, de maneira superficial. Estes trabalharam em situações diversas para a coleta de dados na realização das tarefas propostas na *FlexQuest*, trabalhando em duplas (Tarefa 1), de forma individual (Tarefa 2) e em 4 grupos (2 com seis participantes; 2 com sete participantes) na Tarefa 3.

No primeiro dia de aplicação, foi apresentada a estrutura da estratégia, que continha além do acesso às informações presentes na página em que a *FlexQuest* estava hospedada, através de seu *menu*, também continham links informativos que eram complementares as informações apresentadas e poderiam ser utilizados como suporte na realização das tarefas. No decorrer das explicações, a pesquisadora realizou algumas indagações para os alunos referentes à utilização da radiatividade; onde ela poderia ser “encontrada”; e exemplificou que na produção de alguns produtos do tipo batatas chips e biscoitos salgados, de sabor “cebola e sala” se encontravam hortaliças irradiadas, devido à germinação acelerada que as mesmas apresentavam. Uma das alunas chegou a retirar uma dessas embalagens da bolsa o que possibilitou a comprovação da informação passada no momento da aula.

Muitos alunos ficaram espantados e se questionaram se iriam passar mal, ou adquirir câncer devido o consumo deste tipo de alimento, a pergunta não foi respondida e se orientou (a fim de estimular) os alunos a explorarem a *FlexQuest* “Radioatividade” para esclarecer as suas dúvidas.

Todos os casos presentes nos recursos juntamente com os mini-casos, precisavam ser lidos de acordo com as propostas apresentadas nos Processos, para em seguida responder as perguntas da Tarefa 1. Após a exposição geral realizada pela pesquisadora, foi solicitado para os alunos realizarem suas próprias manipulações na ferramenta, um meio de se “familiarizar” com a mesma. A imagem 2, mostra quatro momentos diferentes do primeiro dia de aplicação da estratégia *FlexQuest* ‘Radioatividade’.



Imagem 2. A) Explicações da pesquisadora sobre a estratégia *FlexQuest*; B) alunos realizando a leitura dos casos e mini-casos, com acesso aos links complementares aos mesmos; C) Alunos assistindo o caso 3, concernente ao acidente do césio-137; D) Início das respostas da tarefa 1.

No decorrer da leitura dos casos, alguns alunos começaram a realizar indagações, a maioria relacionada ao caso do césio-137 (Caso 3). A presença de vídeo como caso, em vez de texto, permitiu que os alunos prestassem mais atenção ao mesmo, exemplificando a característica *ix.* da TFC, que apresenta diversas representações da informação que possibilitem um maior flexibilidade do conhecimento, que é um dos pressupostos da TFC.

Até certo ponto, a estratégia atingiu um dos objetivos presentes no PCN (Brasil, 2002), quando o mesmo diz que o ensino de química deve ser voltado a cidadania, possibilitando a compreensão das diversas aplicações tecnológicas da química na sociedade, neste caso, as aplicações benéficas da radioatividade.

De forma voluntária, uma aluna iniciou uma breve pesquisa sobre produtos alimentícios em um supermercado que passaram por irradiação. Deste modo, a aluna tem na prática a experiência de que consome alimentos que passam pela técnica e, nem por isso, desenvolveu algum tipo de doença ou algo que pudesse lhes fazer mal. A ação realizada pela aluna, pois em prova um conhecimento novo, adquirido em sala de aula, transpondo para uma situação real, passando a ser algo vivido e assimilado pela mesma, características da Teoria da Flexibilidade Cognitiva (característica *vi.* e *x.*).

Respostas obtidas a partir da aplicação da Tarefa 1

Após as explicações da pesquisadora sobre a Tarefa 1, que consistia na leitura dos casos e mini-casos, e na resolução por parte dos alunos, de 09 (nove) perguntas, divididas em 4 tópicos (*detecção da radioatividade; riscos de doenças devido a exposição à radiação; aplicações benéficas e maléficas; e, elementos químicos radioativos*), os alunos foram então divididos em duplas e começaram as leituras, e a observação dos vídeos presentes na estratégia *FlexQuest* 'Radioatividade'. Como cada parte da Tarefa 1 está relacionada a uma exploração diferente do assunto de radioatividade, as respostas serão apresentadas em tópicos para melhor compreensão e verificação se os objetivos da atividade foram alcançados.

- *Parte 01 – relacionada ao processo de detecção da radioatividade.*

Pergunta: “*O processo de detecção da radioatividade é o mesmo nos três casos?*”.

A interpretação dos alunos referentes à detecção foi em relação ao material analisado para a detecção, ou seja, em cada caso, o material utilizado era diferente. Oito duplas informaram que no caso 1 (Traficantes do Amapá vendem material radioativo obtido ilegalmente), a detecção foi feita no minério que continha urânio - a Torianita; no caso 2 (Alimentos irradiados), através dos alimentos e no caso 3 (LINHA DIRETA JUSTIÇA: Césio-137) a detecção foi realizado nas pessoas. As respostas não deixam de estarem certas, mas não tinha sido cogitada pela pesquisadora durante a elaboração da *FlexQuest*. Isto demonstra outra abordagem que a pergunta pode representar, pois esperava-se que os alunos falassem sobre o contador Geiger, e não do material que estava irradiado.

- *Parte 2 – Riscos de exposição e doenças desenvolvidas devido à exposição radioativa*

Este ponto foi dividido em duas perguntas: I) *Quais as possíveis doenças que podem ser geradas no organismo quando há uma exposição radioativa?* II) *Como as pessoas podem se proteger em uma situação de risco?*

Todas as respostas dos alunos apresentavam o câncer como principal doença a ser gerada devido a uma exposição radioativa, que a doença se desenvolvia no decorrer dos anos. De uma forma mais detalhada, três alunos informaram que

“Alguns átomos estão associados à acumulação de energia que tende a ser liberada sob forma de radiações, ao liberar e ao ser tocado pelo ser humano pode ocorrer algumas intoxicações no organismo (câncer)”.

A resposta apresentada não é coerente ao que realmente acontece quando uma pessoa se expõe a radiação ionizante (a que provoca as mutações genéticas no DNA humano, originando células cancerígenas); o segundo equívoco da resposta é quando se fala em “tocar” algo. Ao se expor, a pessoa corre o risco de ter complicações provenientes à exposição, e a *contaminação* como também foi apresentada. Okuno (2007) diz que a contaminação radioativa é quando uma pessoa está com átomos radioativos dentro ou fora do corpo; esta pessoa passa também a ser uma fonte radioativa. Vale ressaltar, que mesmo não utilizando uma linguagem científica correta, os alunos tinham acesso a informações corretas através dos links disponíveis no site da atividade, ainda assim conseguiu-se perceber o que estes alunos queriam informar nas respostas apresentadas.

Complementando a análise desta pergunta, quatro duplas informaram sobre as mutações genéticas oriundas da exposição às radiações ionizantes, e que as mães estão grávidas durante a exposição, poderiam desenvolver anomalias nos filhos.

Verifica-se, deste modo, a aplicação da característica *x*. da TFC, que descreve a possibilidade do ensino e aprendizagem ocorrer de forma aleatória quando se busca informações de modo não-linear, desenvolvendo a autonomia do aprendiz na construção da sua própria aprendizagem.

Analisando a segunda pergunta da parte 2, (*Como as pessoas podem se proteger em uma situação de risco?*), todos os alunos falaram que era para se manter distante da fonte radioativa e evitar o contato. Metade deles (5 duplas) informou também, que um outro meio de se proteger é utilizando paredes de chumbo que é o único material que consegue deter qualquer tipo de radiação.

Para as pessoas que trabalham com equipamentos radioativos, existem medidas de proteção a saúde, a fim de se evitar maiores contaminações devido à exposição prolongada às radiações que estas pessoas têm em seu ambiente de trabalho⁶. Quatro alunos citam estes argumentos em suas respostas, falando ainda dos exames que devem ser realizados para controle a exposição radioativa.

- *Parte 3 – Aplicações malélicas e benéficas da radioatividade / Risco ao ambiente*

A primeira pergunta solicita que os alunos *“Discuta em seu grupo quais aplicações são mais aparentes dos processos radioativos: os processos benéficos ou malélicos?”*. A segunda pergunta é complementar a primeira e questiona: *“Ambos apresentam riscos à população e ao meio ambiente?”*. A última pergunta da parte 3 está relacionada ao crime ambiental, onde se questiona:

⁶ As atuais medidas de segurança foram determinadas pelo Regimento Interno da CNEN. O Regimento contém 86 artigos, e foi publicado no dia 21 de abril de 2010. A CNEN, hoje tem como uma das funções, Art. 42. III - fiscalizar as atividades de produção nas instalações minero-industriais de beneficiamento de minérios com urânio e tório associados e de minas subterrâneas, quanto à segurança radiológica da instalação, dos trabalhadores e do meio ambiente; Art. 58 – VI - VI - executar atividades de controle dos trabalhadores, das áreas, do meio ambiente e da população, e o controle das fontes de radiação, dos rejeitos radioativos e dos equipamentos de radioproteção; O artigo 82 é todo destinado ao IPEN planejar e realizar atividades voltadas aos seus trabalhadores, colaboradores e alunos, com fins de proteção a exposição a radiações. Disponível em: < <http://www.observatorioeco.com.br/index.php/comissao-nacional-de-energia-nuclear-tem-novo-regimento-interno/> > acesso: 22 nov. 2010 (Este link está disponível na estratégia *FlexQuest* ‘Radioatividade’).

“O tráfico de Torianita (ThO_2) apresentado no caso 1, pode ser considerado crime ambiental, como ocorre na Região da Amazônia com a extração ilegal de madeira?”. Neste sentido, cabe destacar que esta pergunta fez parte da estratégia *FlexQuest* ‘Radioatividade’ também aplicada em outra intervenção distinta deste trabalho. Sendo assim, como não era de interesse desta pesquisa explorar o contexto ambiental, a pergunta foi desconsiderada na aplicação realizada nesta turma.

Mesmo tendo o conhecimento de mais aplicações benéficas da radioatividade, 11 alunos disseram que as aplicações mais aparentes são as maléficas. Em contra partida, eles apresentavam, em sua maioria, as aplicações benéficas com diferentes argumentos, exemplificado pela resposta abaixo:

“...uma utilização benéfica da radioatividade é a irradiação de alimentos. É possível a utilização da radiação de alguns elementos para a preservação de certos alimentos, técnica bastante utilizada no transporte de alimentos frescos importados. Mesmo com efeitos negativos da radioatividade nos acidentes nucleares como o da bomba atômica em Hiroshima e Nagasaki e o acidente em Goiânia com o céσιο-137, atualmente é possível utilizar a radioatividade de forma benéfica acarretando na diminuição de incidência de intoxicações alimentares bem como na inibição de brotamento de raízes e tubérculos desinfetando frutos, vegetais e grãos, atrasa a decomposição, elimina organismos patogênicos e aumentando o tempo de prateleira de carnes, frutos do mar, frutas, sucos de frutas que podem ser conservados durante muito tempo (anos) sem refrigeração. Conclui-se que atualmente a aplicação benéfica pela radioatividade supera os processos maléficos.” C.N, 14 anos e J.L., 14 anos

Mesmo apresentando apenas a aplicação nos alimentos, os alunos trazem argumentações relacionadas à utilização mais marcante da radioatividade na história mundial, que foi a bomba atômica, mostrando de forma enfática todas as vantagens presentes na utilização da técnica de irradiação dos alimentos atrelada à diminuição de riscos à saúde, decorrentes de contaminações e proliferações patogênicas oriundas dos alimentos.

Para complementar a terceira parte desta tarefa, foi questionada se “*Ambas (aplicações maléficas e benéficas) apresentam risco a população e ao meio ambiente?*”. Observou-se que não houve uma hegemonia na resposta a esta questão, possibilitando que os alunos melhor apresentassem suas opiniões referentes aos riscos a saúde e meio ambiente.

Uma dupla informou que “*o material radioativo é muito prejudicial à saúde humana*”. F.J, 13 anos e T.X, 15 anos. Trata-se de um equívoco, diante das aplicações da radioatividade voltadas a tratamentos radioterápicos, por exemplo, mesmo levando em consideração os efeitos colaterais, são aplicações benéficas de materiais radioativos.

Três duplas informaram, de forma objetiva, que tais aplicações não trariam riscos à sociedade desde que bem usada e dentro das normas de segurança, pois “*se não for armazenado e manipulado de forma correta e segura, pode fazer mal à população e ao meio ambiente*” E.M, 15 anos e C.M, 16 anos.

Os demais alunos apresentaram argumentos semelhantes, tendo como principal exemplo os benefícios, sem riscos aparentes, da utilização da técnica de irradiação de alimentos, por não deixarem resíduos tóxicos no meio ambiente.

Nesta etapa, pode-se concluir que mesmo tendo o conhecimento de aplicações benéficas, muitos alunos ainda mantêm certo preconceito referente a esta área da química. Pode-se perceber que muitos utilizaram as informações presentes nos mini-casos para responder aos questionamentos, acessando também os links, que foram importantes no processo da construção dos argumentos apresentados nas respostas.

- *Parte 4 – Elementos químicos radioativos*

Na última parte da tarefa 1, foi questionado sobre os elementos químicos radioativos e suas aplicações na sociedade. Analisando a Tabela periódica atual, tem-se 31 elementos químicos radioativos, sem considerar os isótopos radioativos existentes na natureza que se encontram nos alimentos, água e matéria orgânica viva, de modo geral. Na tabela 1, apresenta-se o nome e os símbolos dos elementos radioativos, classificados como artificiais ou naturais, em um total de 31 elementos radioativos existentes atualmente.

Tabela 1. Lista dos elementos químicos classificados como naturais ou artificiais. Fonte: <http://periodictable.com/Elements/Radioactive/> acesso em 04 jan. 2011.

Classificação	Elementos químicos radioativos
Naturais	Polônio (Po); Rádío (Ra); Actínio (Ac); Tório (Th); Protactínio (Pa); Urânio (U)
Artificiais	Tecnécio (Tc); Promécio (Pm); Astató (At), Radônio (Rn); Frâncio (Fr); Neptúnio (Np); Plutônio (Pu); Amerício (Am); Cúrio (Cm); Berquélio (Bk); Califórnio (Cf); Einstêinio (Es); Férmio (Fm); Mendelévio (Md); Nobélio (No); Lawrêncio (Lr); Ruthefórdio (Rf); Dúbnio (Db); Seabórguio (Sb); Bóhrio (Bh); Hássio (Hs); Meitnério (Mt); Darmstádio (Ds); Roentgênio (Rg); Copernício (Cn)

Como nas aplicações benéficas da radioatividade se utilizam elementos químicos radioativos, buscou-se nesta parte, permitir aos alunos a pesquisa com fins de conhecimentos dos elementos existentes - bem como dos que podem ser utilizados nos exemplos dados por eles nas questões anteriores - até como conhecerem onde esses elementos podem ser encontrados de forma natural ou não. A primeira pergunta presente nesta parte solicita que os alunos informem “*Quais e quantos elementos radioativos existem atualmente? Todos são naturais? Exemplifique.*”

A maioria dos alunos apresentaram os elementos químicos radioativos mais conhecidos, como Rádío; Tório; Urânio e Polônio, Actínio.

Em seguida, foi questionado “*Quais os elementos são mais utilizados? Descriça os que apresentam aplicações malélicas e benéficas, exemplificando-os.*”

As mais variadas respostas foram apresentadas, devido, conseqüentemente a grande quantidade de aplicações dos elementos radioativos sejam eles naturais ou não, em diferentes áreas. Apresenta-se a seguir, uma das respostas apresentadas, que contempla as principais aplicações:

“*O urânio-235 é radioativo e é usado para construir reatores nucleares e as bombas atômicas; O cobalto com número de massa 59 é o isótopo natural, já o cobalto 60 é fabricado de modo artificial pelo bombardeamento do isótopo 59 com nêutrons, é aplicado no tratamento de tumores; O carbono 12 é o mais comum, o carbono 14 é um radioisótopo artificial embora também exista na atmosfera. É denominado de contador radioativo do tempo, através da contagem da meia vida do carbono (5.600 anos). Esse processo é útil para revelar a idade de plantas, múmias e fósseis; O hidrogênio com massa 1 é o mais abundante na natureza, este não é radioativo. O hidrogênio com número de massa 2 [Deutério], é radioativo e da origem as bombas de hidrogênio, já o hidrogênio de massa 3 [Trítio], ocorre em quantidades menores e é também radioativo.*” C.N., 14 anos e J.L., 14 anos.

Por fim, foi questionado “*Quais alimentos podem ser irradiados? Alguns alimentos podem apresentar isótopos radioativos, exemplifique-os.*”. Esta pergunta foi feita, devido ao caso 2 (Irradiação de alimentos) apresentar informações sobre a técnica de irradiação de alimentos, citando alguns exemplos de elementos utilizados neste procedimento e, naturalmente alguns alimentos apresentam isótopos naturais que são radioativos, mas devido sua baixa concentração, eles não fazem mal à saúde humana.

Todos os alunos apresentaram como respostas: os grãos, cereais, frutas, verduras (cebola, batata, etc.), temperos. Três duplas descreveram de forma mais completa os alimentos que podem ser irradiados, exemplificando porque outros, não podem passar pelo mesmo procedimento de conservação ou retardo no amadurecimento, como se vê nas respostas abaixo:

“Alimentos que são facilmente deterioráveis, como vegetais, frutas, aves e peixes, podem ser irradiados para prolongar sua durabilidade. Há alimentos que não podem ser irradiados por adquirirem um sabor impaladável, como o leite. Quando se irradia o leite puro, ocorre uma quebra dos compostos, formando ácido butílico que altera o sabor. Os alimentos geralmente são irradiados com cobalto-60 e césio -137 (isótopos radioativos). Bons exemplos desses alimentos são: alho, arroz, batata, cebola, legumes, morango e farinha.” C.D., 15 anos e H.C., 16 anos.

“Nem todos os alimentos podem ser irradiados como é o caso do leite, que fica com um sabor muito ruim. Os vegetais, frutas, aves e peixes podem ser irradiados para prolongar sua durabilidade. Em temperos e especiarias reduz o número de microorganismos e insetos. Na irradiação de alimentos utilizam-se como fontes de radiação os isótopos radioativos, mais frequentemente o cobalto-60 obtido pelos bombardeamentos com neutros do metal cobalto-59, em um reator nuclear.” T.L., 14 anos e J.C., 15 anos.

Com isso pode se concluir que os objetivos destinados a esta etapa da pesquisa foram concluídos; de acordo com as respostas apresentadas, os alunos conseguiram realizar a pesquisa e apresentar argumentos embasados no material disponível da *FlexQuest*. Bem como, executaram o processo de pesquisa, como prática inicial para a execução da tarefa 3, que requer uma leitura mais completa, e de modo aprofundado.

Respostas obtidas a partir da aplicação da Tarefa 2

Esta tarefa teve como objetivo, permitir que os alunos desenvolvessem a habilidade do olhar crítico diante de informações transmitidas pela televisão. Nesta atividade, os mesmo assistiram ao episódio “Homer, o fazendeiro” (11ª temporada, escrito por Ian Maxtone-Graham), que exhibe situações de aplicação, contágio e transporte de material radioativo⁷. O vídeo pode ser categorizado segundo Bartolomé (1999) como *Videoimpacto*, por ter sido utilizado como um programa provocador, pois ele não fornece uma informação completa. As perguntas presentes nesta parte das tarefas foram elaboradas fazendo relações com os três casos presentes na estratégia, um meio de verificar se a TFC foi aplicada no processo de desenvolvimento cognitivo dos alunos.

⁷ O Episódio “*Homer, o fazendeiro*” da 11ª temporada, mostra a experiência de Homer Simpson na agricultura. Ao herdar uma fazenda, se engaja na lavoura e planta uma mistura formada por sementes de tomate e tabaco. Ao adicionar plutônio a planta cresce e gera um fruto “*tomaco*”, que tem aspecto de tomate, com gosto de nicotina, fazendo com que todos que a ingerirem fiquem viciados, inclusive animais, inclusive pragas, que acaba com toda a lavoura, devido o vício que o fruto proporciona. O transporte, contato e utilização do plutônio mostrado no episódio, possibilitam a utilização do mesmo no estudo da radioatividade, e outros assuntos, como por exemplo, mutações genéticas.

Nesta parte da atividade, após assistirem o episódio, os alunos expressaram suas opiniões sobre os fatos ocorridos no episódio. A seguir apresentam-se as respostas da primeira pergunta, a qual questionava:

- Baseado no caso de irradiação de alimentos é possível a mutação do DNA das sementes de tomate e tabaco, mostrado no episódio? O elemento utilizado na radiação de alimentos pode ser o polônio? Qual melhor material a ser utilizado nas técnicas de irradiação de alimentos?

Nesta pergunta os alunos informaram que era possível ocorrer mutações no DNA, devido às radiações conseguirem gerar células cancerígenas, o que não deixa de ser verdade. Mas, como a pergunta estava relacionada com o episódio, não seria possível ocorrer em uma mesma planta, o crescimento de um fruto com aspecto de tomate, porém com gosto de tabaco, como foi apresentado do episódio, e nos links disponibilizados na estratégia *FlexQuest* 'Radioatividade'.

Embora o cientista Rob Baur, do estado do Oregon, Estados Unidos, tenha chegado a utilizar a técnica de *enxertia* - que é uma maneira de produzir híbridos com características de duas plantas - no tomateiro e nas raízes da planta de fumo, o processo gerou um fruto que não continha nenhuma nicotina, mas esta estava presente apenas nas folhas da planta híbrida (características do fumo), ou seja, foi possível a criação de uma planta com características de duas outras, mas sem a utilização de processos radioativos (HALPERN, 2008).

Ressalta-se que o plutônio (apresentado neste episódio) é um elemento químico radioativo, muito tóxico, utilizado como matéria-prima para construção de material bélico, não existindo de forma natural, sendo produzido e armazenado em condições extremamente rigorosas.

Complementando a análise da primeira questão, foi perguntado qual seria o melhor material a ser utilizado na técnica de irradiação de alimentos. Neste contexto, todos os alunos citaram o cobalto-60. Destes, quatro alunos também citaram o cézio-137, que também pode ser utilizado no mesmo procedimento técnico. Cabe salientar, que o cobalto-60 é produzido a partir do bombardeamento de nêutrons no cobalto- 59, em um reator nuclear.

A segunda pergunta relacionava o desenho com o caso 3 (LINHA DIRETA JUSTIÇA: Césio – 137), como se vê abaixo:

Baseado no caso do Césio-137, a família Simpson ficaria saudável após a exposição à radiação? Quais doenças eles poderiam ter?

Todos os alunos responderam que não, citando várias doenças, como o câncer (23 alunos), o envelhecimento precoce (8 alunos) e as mutações genéticas (5 alunos). Algumas doenças encontradas nas respostas dos alunos estão presentes no mini-caso 3.2 (Contaminação), como perda dos sentidos, intoxicação e doenças de pele, devido às pessoas do caso cézio-137 ter esses sintomas no decorrer da contaminação radioativa. Consegue-se perceber, neste caso, a aplicação da TFC, com predominância da característica *vi*, que os alunos aplicaram no contexto do desenho, as doenças desenvolvidas no acidente do cézio-137 (caso real).

No processo de busca das respostas para a terceira pergunta, houve certa inquietação dos alunos, quanto ao caso 1 e o fato presente no episódio, quando Homer pede ao amigo uma mostra de plutônio para ser colocado em sua lavoura. Muitos alunos informaram que era impossível isso acontecer, inclusive, o fato de Homer experimentar o plutônio como ocorre no episódio.

O primeiro item da pergunta foi desconsiderado por não ser do interesse desta pesquisa a investigação sobre crimes ambientais e radioatividade. Logo, foi considerada a segunda e terceira indagação, em destaque abaixo:

- Baseado no caso sobre o tráfico de Urânio, o que Homer Simpson pede para o amigo da Usina Nuclear que ele trabalha, poderia ser classificado com tráfico? O material radioativo pode ser transportado via correios? Qual melhor forma de se isolar material radioativo para transporte?

Todos os alunos informaram que não era possível o transporte via correios e que o melhor material a ser utilizado deveria ter revestimento de chumbo, sendo que cinco citaram que é preciso utilizar concreto também. Como o chumbo apresenta estabilidade nuclear, ele consegue reter as radiações oriundas de decaimentos radioativos impedindo o vazamento da radiação, oito alunos apresentaram esta justificativa em suas respostas.

Por fim, na análise da Tarefa 2, foi solicitado que os alunos verificassem o quanto de mito e verdade estava presente no episódio dos Simpsons, expondo suas idéias baseados em todos os casos presentes na estratégia, como vê-se a seguir

- Você acha que o episódio “Homer, o fazendeiro” pode ilustrar situações reais do uso da radioatividade? Quanto é exagero e quanto é real? Justifique baseado em outros casos que foi visto nesta FlexQuest.

Realizando análise do que se é transmitido no desenho, dos fatos incoerentes com a realidade, listam-se as principais: I- Transporte de plutônio via postal; II - Contato direto do plutônio, e ingestão do mesmo; III- Ausência de complicações (doenças) no organismo oriundas da exposição radioativa; IV - Aplicação de plutônio em plantações; V - Mutação de duas espécies de plantas, originando um único fruto com características das sementes originárias;

As respostas apresentadas não contemplavam todos os equívocos presentes no episódio, mas relacionavam-se com o caso 2 (Irradiação de alimentos), no qual 14 alunos disseram que o maior equívoco foi Homer colocar o material radioativo na boca e não acontecer nada com ele, e nem com as pessoas que ingeriram o “*tomaco*”, uma vez que a quantidade colocada transmitida no episódio, permite interpretar que foi uma quantidade alta, e que os alimentos seriam também uma fonte radioativa, causando contaminações a todos que o consumissem. Neste contexto e diante das informações apresentadas no caso 1, ressaltamos a impossibilidade de Homer e sua família não apresentarem nenhuma debilitação, devido à exposição à radiação com plutônio.

Outro ponto levantado por sete alunos, quando informavam que um dos exageros foi o transporte do material radioativo, mostrado no caso 1, quando traficantes conseguem transportar grandes quantidade do minério Torianita, de forma ilegal e “fácil”, os alunos enfatizam que não é possível este tipo de ocorrência, devido ao controle de transporte e manuseio desses materiais, que existe atualmente, a fim de se evitar contaminações e outras tragédias. Ainda relacionando com o caso 1, uma aluna apresentou a seguinte resposta:

“No transporte do plutônio pelo correio, na praticidade do manuseio do mesmo e com todo o contato, nada ter acontecido com a família (Exagero). Em Macapá, o manuseamento do urânio (Minério Torianita) é igual pela praticidade de chegar e contrabandear o mesmo.” A.M., 14 anos.

Na TFC, esta resposta representa a transposição, que é chamada de travessia de paisagens onde os alunos conseguem flexibilizar o conhecimento (características *i.* e *vii.*), aplicando determinada situação a outras. Neste caso, os alunos relacionam a idéia de tráfico do caso 1, com o do desenho, onde neste último, o transporte do material radioativo em condições inadequadas e sem o controle da instituição que o produz, que também é considerado ilegal.

Ressalta-se que o episódio não tem a função de transmitir os conceitos científicos e as técnicas corretas de manuseio do material radioativo, pois se entende que “*os desenhos animados*

podem ajudar a entender e a apreciar a ciência, mas eles, muitas vezes exageram ou distorcem as propriedades da natureza...” (Halpern, 2008, p. 173).

Diante dos dados apresentados, conclui-se que a atividade permitiu que os alunos compreendessem de uma forma diferenciada as técnicas de irradiação de alimentos, bem como os procedimentos de segurança que devem ser tomadas quando se trabalha com material radioativo. Conseguindo também, demonstrar de forma prática que é possível a integração de um programa de televisão que não tem fins educacionais, mas pode ser utilizado dentro da sala de aula, como objeto de estudo, possibilitando aos alunos a visualização de conceitos implícitos no que se é transmitido, e estimulando o senso crítico que favorece o exercício da cidadania.

Análise das respostas obtidas a partir da aplicação da Tarefa 3

Na última tarefa aplicada aos alunos, foi solicitado que eles elaborassem um projeto a fim de receber investimento financeiro para o seu desenvolvimento, baseada em uma situação fictícia criada na *FlexQuest*⁸.

A apresentação dos alunos ocorreu um mês após a entrega do projeto⁹, no período de duas aulas (110 minutos). Os projetos e apresentações foram analisados seguindo uma ficha que continham as características de Bloom, que sugere uma classificação por tipos de aprendizagem (ALEIXO, 2008), ou seja, cada categoria representa os resultados de aprendizagem do aluno. As análises e observações realizadas e as propostas e concepções construídas pelos alunos, no decorrer da execução da atividade, estão apresentadas por tópicos, com os nomes de cada assunto explorado. Todas as apresentações foram filmadas com a autorização dos alunos, apenas com finalidade de análise desta pesquisa.

- Grupo 1 – Irradiação de alimentos

O grupo era formado por seis alunas, e o projeto continha: uma pequena introdução; a descrição da técnica de irradiação; regulamento técnico para irradiação de alimentos; seus benefícios, e ilustrações; breve conclusão e referências. Na apresentação, as alunas descreveram a técnica de irradiação, demonstrando o equipamento utilizado, explicando a radiação ionizante e o comportamento da mesma nos alimentos. Informando também que a irradiação não é suficiente para deixar o alimento radioativo. Mostram o símbolo e algumas fotos de alguns alimentos que não passaram pelo procedimento e outros que sim, relatando as vantagens de se utilizar a técnica. Finalizando a apresentação citando os alguns alimentos que podem ser irradiados (Imagem 4).

⁸ **Situação** Um governo está com um valor a ser investido em material radioativo e a melhor proposta apresentada (escrita e falada) terá o investimento garantido. Seu projeto deve ter argumentos baseados na utilidade de seu projeto tendo como foco: 1. O crescimento da população; 2. O crescimento da cidade; 3. Demanda de trabalho; 4. Riscos; 5. Contenção de riscos; 6. Segurança; 7. O que é melhor para todos. **DICA:** Pesquise informações obre aplicações reais de alguns países (Irã, Ucrânia, Turquia, Brasil, EUA, Canadá, etc.) sobre sua temática, isto ajudará na criação de argumentos consistentes dando uma maior chance para receber o investimento. Disponível em: <http://semente.pro.br/portal/quests/radioatividade/situacao.html> acesso em: 23 nov. 2010.

⁹ A entrega do projeto aconteceu após um mês depois da aplicação inicial da estratégia *FlexQuest*, devido a existir outras atividades a serem cumpridas pelos alunos, que estavam presentes no calendário escolar. Ressaltamos que todas as Tarefas apresentam links com informações complementares ao assunto explorado, com fins de auxiliar os alunos na realização das atividades.

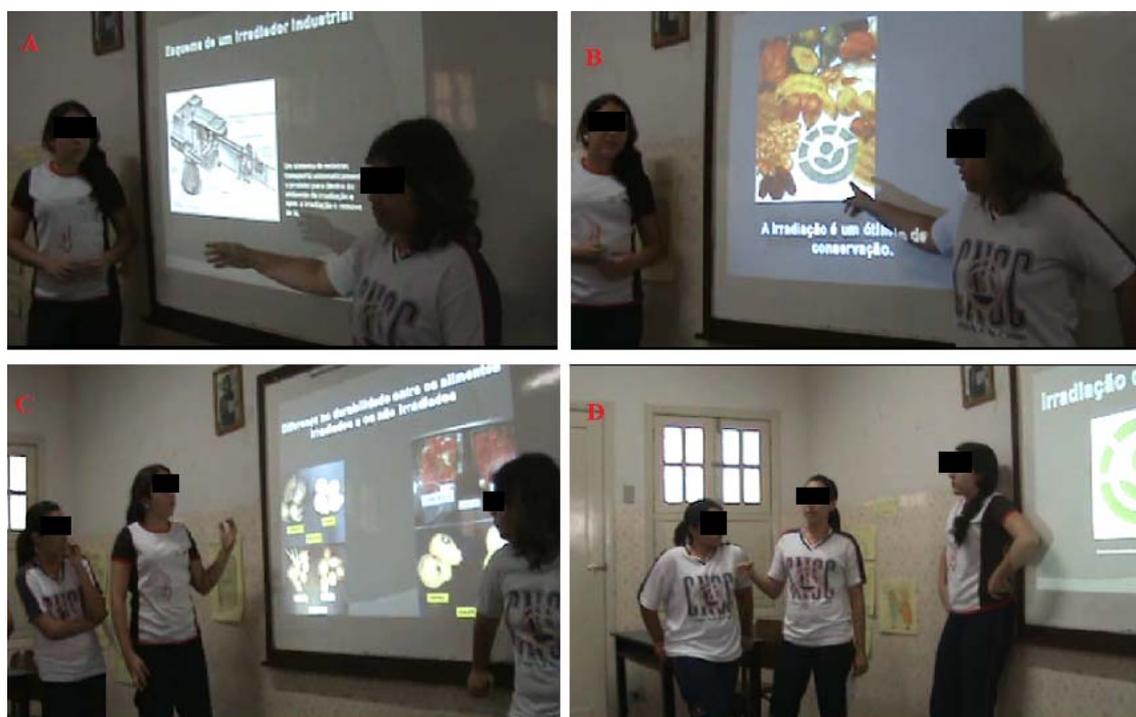


Imagem 4. Apresentação do grupo sobre Irradiação de alimentos. A) Demonstração do equipamento utilizado na técnica de irradiação de alimentos; B) Apresentação do símbolo que representa alimentos irradiados; C) comparação de alimentos que passaram pela irradiação; D) conclusão da apresentação. (As imagens das alunas foram preservadas)

Na apresentação teve a exibição de um vídeo, intitulado “*Jornal Químico*” com duração de 1 minuto e meio, elaborado pelas próprias alunas. Neste, uma “jornalista” entrevista uma pessoa na rua para saber sua opinião sobre a irradiação dos alimentos; ela estava comendo batata frita do tipo chips, que tem em sua composição salsa irradiada. No final da entrevista, o jornal mostra uma pessoa, que seria um “profissional da química” que explica os benefícios, da técnica de irradiação.

O vídeo apresentado pelas alunas pode ser categorizado, segundo Ferrés (1996) como *vídeo processo*, no qual os alunos são responsáveis pela produção do vídeo, e foi utilizado em sala para mostrar uma simulação de entrevista na rua, para explicar o que seria a irradiação de alimentos e onde ela pode ser encontrada no dia-a-dia. A simulação das alunas se assemelha as atuais abordagens transmitidas nos programas locais de reportagem, transmitidas atualmente pela televisão, ou seja, a televisão também pode ter influenciado as alunas no momento de elaboração do vídeo.

As alunas conhecem e compreendem o assunto, aplicado ao dia-a-dia, como foi mostrado no vídeo, desenvolvendo habilidades de ilustrar o assunto de forma real e próxima do cotidiano de todos os outros alunos. Porém, não apresentam os dois últimos níveis cognitivos classificados por Bloom (ALEIXO, 2008), onde os alunos podem sintetizar e avaliar o que se aprendeu a partir de uma auto-análise baseadas nos argumentos construídos no decorrer da execução do projeto, mesmo este não sendo elaborado como solicitado na tarefa. Porém pode-se dizer que as alunas apresentaram bons rendimentos, explicações claras e com domínio do que se foi aprendido sobre irradiação de alimentos.

- *Grupo 2 – Desarmamento Nuclear*

O grupo era formado por sete alunos, e o projeto entregue continha uma discussão sobre o Tratado de Não-Proliferação Nuclear, com a presença do mesmo no texto. Este tratado foi assinado em 1968, com fins de limitação de uso e compartilhamento de informações sobre técnicas de produção de armamento bélico do tipo nuclear. Na apresentação utilizado um vídeo “jornalístico” elaborado pelos próprios alunos, com duração de três minutos e vinte segundos. Este vídeo pode ser categorizado como *Programa motivador*, uma categorização de Ferrés (1996), devido os alunos não utilizarem outros recurso e iniciar as discussões partindo do vídeo construído por eles, semelhante a um telejornal.

Quando finalizado o vídeo, a aluna T.L, 14 anos, concluiu que no Brasil, a energia nuclear é utilizada para geração de energia elétrica em Angra I e II, com futuras instalações de Angra III. Tendo o Greenpeace como principal órgão contra estas instalações argumentando que o país ainda não é seguro o suficiente para conter o vazamento de radiações, caso elas aconteçam.

Seguindo as orientações de Bloom (Aleixo, 2008), ao analisar as filmagens realizadas durante a apresentação, percebeu-se que apenas dois alunos expressaram informações mais concretas sobre o assunto, mas não conseguiram transpor para outras situações que demonstrassem aplicações atuais, citando apenas a II Guerra Mundial, como exemplo relacionado com o tema trabalhado pelo grupo. Porém não se pode concluir se os demais alunos conseguiram compreender algo devido a estes não se dispuserem a expressar alguma outra opinião, restringindo-se assim, ao segundo nível cognitivo de Bloom (Aleixo, 2008), tendo apenas o conhecimento e a compreensão sobre desarmamento nuclear, não conseguindo aplicar, sintetizar e avaliar o tema trabalhado.

- *Grupo 3 – Energia Nuclear*

Os componentes do grupo (3 alunos) apresentaram coerentemente as informações sobre a temática, com o funcionamento de uma usina nuclear; mostrando os benefícios e malefícios do processo de geração de energia elétrica; argumentando, também, sobre o processo do combustível utilizado (urânio), e as medidas de segurança atual, decorrentes dos desastres ocorridos em Chernobyl, na Ucrânia.

Um vídeo com informações sobre o funcionamento de uma usina nuclear foi utilizado na metade da apresentação, como um *Vídeo como ilustração* (Moran 1995), por apresentar situações que não podem ser realizadas em sala de aula, como a ilustração de uma fissão nuclear; como também pode ser chamado de *Vídeo como conteúdo de ensino*, no qual o mesmo mostra o assunto de forma direta, permitindo uma orientação mais específica sobre energia nuclear.

A apresentação foi encerrada quando foram concluídas as idéias de que a sociedade apresenta certo preconceito da energia nuclear, devido ao acidente ocorrido em Chernobyl, mas que é possível mudar este quadro, principalmente devido à energia nuclear ser uma das mais utilizadas em países da Europa, como na França por exemplo. Isto pode ser agravado com o último acidente nuclear, na Usina de Fukushima, no Japão. Na imagem 5, verifica-se registros da apresentação e exibição do vídeo por parte do grupo.



Imagem 5. Apresentação do grupo de energia nuclear, com partes do vídeo apresentado.

Os alunos conseguiram demonstrar que conhecem as idéias principais da temática, apresentando as vantagens e as normas de segurança, presentes nas usinas nucleares. De forma explicativa, desenvolveram argumentos diante das indagações realizadas pela pesquisadora e de outros alunos. Podemos concluir que os mesmos conseguiram atingir a todos os eixos cognitivos propostos por Bloom (Aleixo, 2008).

- *Grupo 4 – Radiosótopos/Radiofármacos*

O último trabalho apresentado foi sobre umas das aplicações da radioatividade na medicina, a produção de radiofármacos. O grupo continha sete alunos, dos quais todos estavam caracterizados com ‘cientistas’, de bata e com crachás, com titulações específicas. Os alunos apresentaram o trabalho iniciando com um breve histórico sobre a radiação na medicina; os conceitos e as características dos radiofármacos; normas de segurança para as instalações de equipamentos para a produção dos radiofármacos e relações com o meio ambiente. A apresentação utilizou um vídeo produzido pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) que fala sobre radiofármacos, e diferente dos demais, todos os alunos apresentaram-se como se fossem representantes de uma empresa, a “*Farmanúcleo BJCHP*” criada por eles para a execução desta tarefa.

O vídeo foi utilizado como *ilustração* (Moran, 1995), devido ao fato dele trazer para a sala de aula realidades distantes e interessantes, permitindo a aproximação da vida com a escola, demonstrando a produção do FDG (Flúor-desoxi-glicose - molécula de glicose que contém um de seus hidrogênios substituídos por um átomo de flúor radioativo), explicando os procedimentos da técnica *Positron Emission Topography* (PET), em português, Topografia por Emissão de Positron, e da descentralização deste tipo de tomografia na região sudeste, sendo instalados novos equipamentos na região nordeste, o que permite uma maior realização de quantidades maiores de produção do FDG e dos exames de tomografia PET.

O grupo apresentou domínio quando explicaram sobre tempo de meia-vida, as séries radioativas naturais, e sobre o processo de obtenção de elementos radioativos artificiais. Apresentaram um esquema que ilustra a instabilidade dos átomos radioativos, e estes emitem radiações particuladas (α ou β) e/ou ondas eletromagnéticas (radiação γ), explicando a diferença entre radiofármaco e radioisótopos.

Todos os itens solicitados na Tarefa 3 foram apresentados pelo grupo 4, e de forma consistente apresentou e relacionou as “propostas” da empresa com situações reais de produção de radiofármacos e radioisótopos. O grupo conseguiu identificar, explicar, desenvolver e argumentar os aspectos cabíveis a ser apresentado na temática, ou seja, todos os eixos cognitivos proposto por Bloom (Aleixo, 2008).

Mesmo com alguns alunos não conseguindo compreender e cumprir a atividade da tarefa 3, que pode ser explicado devido a série analisada (1º ano), identifica-se o empenho e esforço de todos para a execução da tarefa, bem como de conseguir, de algum modo, expressar as idéias que surgiram no decorrer da construção dos trabalhos (projetos) entregues a pesquisadora.

Percebeu-se que, em todos os grupos, o vídeo foi utilizado, sem interferência da pesquisadora/professora. Isto possibilita a confirmação de que o recurso é um bom aliado em sala de aula, e que deve estar presente, sempre que oportuno, por possibilitar a integração e dinamização daquilo que se quer transmitir.

Considerações Finais

A realização desta pesquisa proporcionou uma série de conclusões, algumas referentes às leituras realizadas, outras foram conseqüências diretas da experiência vivida durante a obtenção dos resultados obtidos na aplicação da *FlexQuest* 'Radioatividade'. Sua aplicação satisfaz o estudo sobre Radioatividade, no âmbito das suas aplicações, e como um recurso estimulador para a um aprofundamento da temática. A estratégia pode ser aplicada em diferentes níveis de ensino, devido às diferentes tarefas presentes na mesma, o que gera diferentes modos de aplicação.

Sabendo-se que a televisão sempre foi formadora de opiniões, considerada por alguns como alienadora, e que muitas vezes ela 'mascara' a realidade, percebeu-se, nesta pesquisa, que suas transmissões podem apresentar programas com informações científicas. Estas podem ser distorcidas ou não, mas, ainda assim, podem ser utilizadas em sala de aula desde que esteja inserida em uma proposta bem definida pelo professor com o objetivo de se conseguir identificar essas informações científicas. Belloni (2005) afirma que a televisão é um meio de informação e aprendizagem vista por muitos jovens e com isso a assiduidade de quem a assiste é um forte indicador da importância que a televisão possui no processo de socialização das novas gerações e opiniões.

Ainda no âmbito da televisão, o desenho animado dos "Simpsons" pode ser utilizado em sala de aula, como recurso integrador a outras atividades, devido à quantidade de episódios que apresentam informações científicas, muitas vezes distorcidas, nas diferentes áreas da ciência, como astronomia, física e biologia. Nesta pesquisa, percebeu-se que dentro da estratégia, os alunos conseguiram distinguir o que era verdade e mentira no episódio, relacionando com os reais casos apresentados na mesma atividade – um dos pressupostos da TFC. Com isso, diante dos aspectos que a mídia apresenta, a escola deve se adaptar, se reciclar e abrir espaço para a integração do recurso de modo que tanto professores quanto alunos compreendam a necessidade de integração da mesma no cotidiano escolar.

Deste modo, ressalta-se a necessidade dos professores de se capacitarem em relação ao uso de tecnologias em sala de aula, bem como compreender algumas teorias que, com o passar do tempo, se integraram aos recursos, para que eles possam melhor estruturar suas aulas e conseguir obter resultados significativos, possibilitando aos alunos se tornarem mais atuantes no processo de construção de seus conhecimentos.

Com o relato dos alunos após a aplicação da estratégia, foram realizadas outras pesquisas sobre o assunto, sendo assim, pode-se concluir que a aplicação da estratégia *FlexQuest* 'Radioatividade' estimulou os alunos a buscarem mais informações, o que é um fator positivo, pois a busca por fatos possibilitou uma maior integração do aluno ao mundo científico, tornando-o um cidadão crítico capaz de compreender o que acontece ao seu redor.

Por fim, destacamos que o material disponibilizado na estratégia *FlexQuest* ‘Radiatividade’, propiciou uma boa motivação por parte dos alunos no estudo da temática, bem como uma compreensão inicial dos conceitos envolvidos nos benefícios e malefícios da radioatividade. Além disto, percebemos nas respostas apresentadas pelos alunos, que os links disponibilizados na estratégia foram efetivamente acessados, bem como contribuíram na realização das tarefas propostas.

Referências

- Adell, J.. (2004) Internet en el aula: las *WebQuest*. *EduTec: Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, v. 17.
- Aleixo, A. A. (2008) *FlexQuest* no Ensino das Ciências: incorporando a Teoria da Flexibilidade Cognitiva na estratégia *WebQuest*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências. UFRPE. Recife.
- Arroio, A.; Giordan, M. (2006) O Vídeo Educativo: Aspectos da Organização do Ensino. *Química Nova na Escola*. n. 24, p. 8-11, nov.
- Bartolomé, A. R.(1999) *Nuevas tecnolgías en el aula*. Barcelona: Gaò.
- Brasil. (2002) Ministério da Educação. *Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino médio*. Brasília: Secretaria da Educação Básica.
- Belloni, M. L. *O que é mídia-educação*. 2. Ed. Campinas: Autores Associados, 2005. 100 p. (Coleção polêmicas do nosso tempo; 78).
- Carvalho, A.A.A. (1999) *Os Hipermedia em Contexto Educativo*. Braga: Ed. Universidade do Minho, p.139-204.
- Carvalho, A.A.A. (1993) Utilização e exploração de documentos audiovisuais (Documentos audiovisuais) *Revista Portuguesa de Educação*, Portugal, v. 6, n. 3, p. 113-121.
- Coelho, P. J. P.; Alves, J. F. (2005) Visões Camaleônicas: vantagens e limites do uso do vídeo no processo de ensino-aprendizagem. *Revista Linguagens, Educação e Sociedade*. Teresina, n. 13, jul/dez.
- Dodge, B. Some thoughts about *WebQuests*. San Diego (EUA): The *WebQuest* Page, 1997. Acesso em: 12 abr. 2011. http://WebQuest.sdsu.edu/about_WebQuests.html
- Ferrés, J.(1996) *Vídeo e Educação*. 2. Ed. Ed. Porto Alegre: Artes médicas.
- Guimarães, G. (2001) *TV e escola: discursos em confronto*. 3. Ed. São Paulo: Cortez.
- Halpern, P. *Os Simpsons e a ciência: o que eles podem nos ensinar sobre física, robótica, a vida e o universo*. São Paulo: Novo Conceito Editora, 2008
- Kenski, V. M. (2007) *Educação e Tecnologias: O novo ritmo da informação*. Campinas, SP: Papirus.
- Leão, M. B. C; Souza, F. N.; Moreira, A.; Bartolomé, A. (2006) *FlexQuest: Una WebQuest con Aportes de La Teoria de La Flexibilidad Cognitiva (TFC)*. Universidad Nacional de Salta: Argentina.

Leão, M. B. C.; Souza, F. N. (2008) *FlexQuest*: incorporando a Teoria da Flexibilidade Cognitiva no modelo *WebQuest* para o ensino de química. Anais do XIV Encontro Nacional de Ensino de Química. UFPR: Curitiba.

Leão, M. B. C.; Veras, U. M. C. M. O modelo *WebQuest* modificação. *Revista Iberoamericana de Educación*. n. 43/3 – 25, ISSN: 1681-5653, jun. 2007.

Lima, A.A. (2001) O uso do vídeo como instrumento didático e educativo em sala de aula. Um estudo de caso do CEFET-RN. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. UFSC, Florianópolis.

Machado, A.(1988) *A arte do vídeo*. São Paulo: Brasiliense.

Moran, J. M. (1995) O vídeo na Sala de Aula. *Revista Comunicação e Educação*, São Paulo, (2): p. 27-35, jan/abr.

Moreira, A.; Pedro, L. F. M. G. (2006) *DidaktosOnLine: Teoria da Flexibilidade Cognitiva e Ensino Baseado em Casos*. Aveiro: Universidade de Aveiro.

Okuno, E. (2007) *Radiações: Efeitos, riscos e benefícios*. São Paulo: Ed. Harbra,

Serrano, P. H. S. M.; Paiva, C. C. (2008) Critérios de Categorização para os vídeos do Youtube. *Revista Eletrônica Temática Insite*, dez. – Ano IV, n. 12. Disponível em Acesso em 8 ago., 2011 <http://www.insite.pro.br>

Spiro, R.; Jehng, J. (1990) Cognitive Flexibility, random Access instruction and hipertext; Theory and technology for the nonlinear and multi-dimensional traversal of complex subject matter. In D. Nix & R. Spiro (Eds.) *The “Handy Project”*. *New Directions n Multimedia Instruction* (pp. 163-205) Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Spiro, R.; Feltovitch P.; Coulson, R.; Jacobson, M. (1991) Cognitive Flexibility, Constructivism and Hypertext: random access instruction for advanced knowledge acquisition in ill-structured domains. USA, *Educational Technology*, May.

Wcer. Cognitive flexibility. University of Wisconsin's eSTEP. Wisconsin: 2004. Disponível em: Acesso em 8 abr., 2011. <<http://www.wcer.wisc.edu/step/edpsych301/document/CognitiveFlexibility.htm>>

Recebido em: 21/06/11

Aceito em: 06/03/12