

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
COORDENAÇÃO DOS CURSOS DE GRADUAÇÃO EM QUÍMICA

Sala de aula invertida no ensino de Química: planejamento, aplicação e avaliação no ensino médio

Amanda Meira de Araújo Cavalcante

Orientador: Prof. Dr. Claudio Gabriel Lima Junior

João Pessoa – 2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
COORDENAÇÃO DOS CURSOS DE GRADUAÇÃO EM QUÍMICA

Sala de aula invertida no ensino de Química: planejamento, aplicação e avaliação no ensino médio

Amanda Meira de Araújo Cavalcante

Orientador: Prof. Dr. Claudio Gabriel Lima Junior

Monografia apresentada a
COORDENAÇÃO DOS CURSOS DE
GRADUAÇÃO EM QUÍMICA, como
requisito parcial à obtenção do grau de
licenciado em Química.

João Pessoa – 2016

Catálogo na publicação
Universidade Federal da Paraíba
Biblioteca Setorial do CCEN
Maria Teresa Macau - CRB 15/176

C376s Cavalcante, Amanda Meira de Araújo.
Sala de aula invertida no ensino de Química : planejamento,
aplicação e avaliação no ensino médio / Amanda Meira de Araújo
Cavalcante. - João Pessoa, 2016.
58 p. : il. color.

Monografia (Licenciatura em Química) - Universidade Federal
da Paraíba.

Orientador: Prof^o Dr^o. Cláudio Gabriel L. Junior.

1. Química - Ensino. 2. Sala de aula invertida. 3. Ensino híbrido.
I. Título.

UFPB/BS-CCEN

CDU 54:37(043.2)

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
COORDENAÇÃO DOS CURSOS DE GRADUAÇÃO EM QUÍMICA

Amanda Meira de Araújo Cavalcante

Sala de aula invertida no ensino de Química: planejamento, aplicação e avaliação no ensino médio

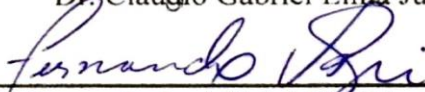
Monografia apresentada a COORDENAÇÃO OS CURSOS DE GRADUAÇÃO EM QUÍMICA, como requisito à obtenção do grau de licenciado em química.

Data da defesa: 28 / novembro / 2016

BANCA EXAMINADORA:



Dr. Claudio Gabriel Lima Junior



Dr. Fernando José Volpi Eusébio de Oliveira



Dra. Karen Cacilda Weber

Agradeço a Deus, pois sem Ele a conclusão dessa jornada jamais seria possível, agradeço aos meus professores e aos meus colegas que me ajudaram na execução deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, por se fazer presente todos os dias, iluminando minhas decisões e me dando forças para progredir nessa longa caminhada.

Aos meus familiares, em especial, aos meus avós Severina Lira Cavalcante e Manoel Cavalcanti Filho (*in memoriam*) e ao meu pai, Marconi Lira Cavalcante por todos os ensinamentos, pelo carinho e atenção dedicados a mim.

Agradeço aos meus tios, Sidneia Lira Cavalcante e André Luiz Almeida da Rocha e ao meu primo, Vitor Lira Rocha, por me acolherem de braços abertos em sua casa, pelo apoio, companheirismo, paciência e compreensão durante essa jornada.

Aos meus orientadores, Cláudio Gabriel Lima Júnior, Teresa Cristina Bezerra Saldanha, Karen Cacilda Weber, Ricardo Alexandre Cavalcanti de Lima e Cláudia de Figueiredo Braga, por todos os conselhos e pelo incentivo durante essa trajetória.

Aos meus queridos colegas do PIBID/QUÍMICA/UFPB e do PROMEB/QUÍMICA, por toda a ajuda e confiança durante todos os anos de trabalho juntos. Ao professor Gilmar Feliciano dos Santos, por ter possibilitado a realização desse trabalho em sua sala de aula. Aos funcionários e professores do Departamento de Química da UFPB, que direta ou indiretamente contribuíram para a minha formação profissional.

À CAPES e ao CNPq pelas bolsas concedidas durante a graduação.

RESUMO

Uma nova forma de ensino, o ensino híbrido, que mistura a instrução em sala de aula com a instrução *on-line*, vem se apresentando com um grande potencial de aplicabilidade no processo de ensino aprendizagem por possibilitar que o aluno aprenda em seu próprio ritmo e de forma personalizada. Na literatura, observa-se que grande parte dos trabalhos envolvem turmas de componentes curriculares de cursos de ensino superior, sendo escassas as aplicações relatadas no ensino médio. Neste trabalho apresentamos os resultados da aplicação do modelo de sala de aula invertida aplicada na disciplina de Química com alunos do 3º ano do ensino médio, utilizando a ferramenta *wiki Pworks* como ambiente virtual de aprendizagem. Durante a apresentação do conteúdo de Radioatividade, foram aplicados questionários e um quiz com objetivo de avaliar tanto o aprendizado quanto o grau de satisfação dos alunos em relação a metodologia aplicada. Foi observado que a maioria dos alunos aprovou o método de sala de aula invertida, assim como o ambiente virtual de aprendizagem utilizado. Quando comparados a um grupo controle, foi observado que os participantes da abordagem invertida alcançaram melhores resultados, demonstrando a potencialidade do método para o ensino de Química.

Palavras-chave: sala de aula invertida; ensino de química, ensino médio.

ABSTRACT

A new form of teaching, hybrid teaching, which mixes instruction in the classroom with online instruction, is presenting with great potential applicability in the process of teaching learning by enabling the student to learn at his own pace and in a personalized way. In the literature, it is observed that a great part of the works involve groups of curricular components of courses of higher education, being few the applications reported in high school. In this paper we present the results of the application of the Flipped classroom model applied in the discipline of Chemistry with students of the 3rd year of high school, using the *wiki* tool *Pbworks* as a virtual learning environment. During the presentation of the Radioactivity content, questionnaires and a quizz were applied with the objective of evaluating both the learning and the degree of satisfaction of the students in relation to the applied methodology. It was observed that most of the students approved the Flipped classroom method as well as the virtual learning environment used. When compared to a control group, it was observed that the participants of the inverted approach achieved better results, demonstrating the potential of the method for the teaching of Chemistry.

Keywords: Flipped classroom, chemistry teaching, high school.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVOS.....	10
2.1. Objetivo Geral	10
2.2. Objetivos Específicos	10
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
3.1. Ensino-Aprendizagem em Química e seus desafios.....	11
3.2. As TIC's no Ensino de Química	12
3.3. Ensino Híbrido: Conceito e Classificação	14
3.3.1. Sala de Aula Invertida e Ensino de Química	15
4. METODOLOGIA	18
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5.1. Caracterização dos participantes da Pesquisa.....	21
5.2. Desenvolvendo a metodologia invertida	23
5.3. Analisando o questionário final	25
5.4. Analisando o quizz avaliativo	29
6. CONCLUSÕES	30
REFERÊNCIAS	31
APÊNDICE A: Questionário Inicial	33
APÊNDICE B: Questionário Final.....	37
APÊNDICE C: Quizz Avaliativo Final	42
APÊNDICE D: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	51
APÊNDICE E: Plano de Aula	52
APÊNDICE F: Jogo	54
ANEXO A: A energia que vem do átomo	55

1. INTRODUÇÃO

Quando se trata de ensino de ciências, torna-se cada vez mais evidente a necessidade de novas alternativas que auxiliem o docente e o estudante no processo de ensino aprendizagem. O ensino tradicional, repleto de memorização e abstração vem se mostrando cada vez menos eficiente, uma vez que a cada dia, os professores têm buscado inserir em seus alunos uma visão de mundo mais ampla, que leve em consideração as implicações da Ciência em seu dia a dia e na sua comunidade, ao invés de se preocuparem apenas com a apreensão de conceitos desconectados, que não apresentem ligação com seu contexto social, favorecendo uma aprendizagem mecânica apenas para obter boas notas nas avaliações. Fica cada vez mais claro que

[...] para que a escola hoje recupere sua condição de ser um espaço social e cultural “legítimo” de apropriação do conhecimento é fundamental pensar na reorganização dos saberes, juntamente com a presença da mídia-educação na escola e na formação dos professores. (FANTIN; RIVOLTELLA, 2012, p.67)

Em um mundo em que a tecnologia se inova constantemente e mantêm uma relação direta com os estudantes, utilizar-se dessas tecnologias pode trazer ao professor infinitas possibilidades de espaços de aprendizagem. Através do uso de celulares e tablets, o aluno pode aprender em casa, na sala de aula ou na praça; isso aumenta a sua autonomia, tira do professor o papel de detentor do conhecimento e o transforma em mediador, onde ele aponta os caminhos para os alunos e estes podem fazer suas descobertas, fazendo do processo de ensino-aprendizagem algo mais dinâmico e participativo (BAHRENS, 2005).

Segundo Lévy, com a popularização da Internet se faz necessário reformas no sistema de ensino e aponta que nesse novo cenário

...o essencial se encontra em um novo estilo de pedagogia, que favorece ao mesmo tempo as aprendizagens personalizadas e a aprendizagem coletiva em rede. Nesse contexto, o professor é incentivado a tornar-se um animador da inteligência coletiva de seus grupos de alunos em vez de um fornecedor direto de conhecimento (LEVY, 1999,p. 158).

Inseridos neste contexto onde se deve buscar aprendizagens personalizadas e coletivas em rede, metodologias híbridas que misturam o ensino presencial e o ensino *online* pode ser uma boa saída na busca por um processo de ensino-aprendizagem mais ativo. A abordagem híbrida combina as melhores características do ensino presencial (encontro presencial) e *online*, tais como o planejamento de aulas e atividades que envolvem a utilização de

simulações, vídeo-aulas, discussões em grupo, quizzes, tutoriais, entre outros (RODRIGUEZ e ANICETE, 2010; HENSLEY, 2005).

Dentro das principais metodologias híbridas existentes, a sala de aula invertida vem ganhando destaque no cenário internacional por ser uma abordagem pedagógica ativa, onde o estudante tem contato com o conteúdo antes da aula presencial, utilizando para este fim, ambientes virtuais de aprendizagem (AVA). As aulas presenciais são destinadas a aplicações de atividades diversas, desde resolução de exercícios ou atividades em grupo (BERGMANN; SAMS, 2012).

Alguns estudos, especificamente relacionados a aplicações do modelo de sala de aula invertida em Química têm sido recentemente publicados. No entanto, a maioria destes relatos envolvem instituições norte-americanas com investigações realizadas no ensino superior. (EALY, 2013; MALIK et. al. 2014; REIN e BROOKES, 2015),

Com base no exposto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a aplicação do modelo de sala de aula invertida em Química no ensino médio de uma escola pública, localizada no município de Mari – PB e avaliar a o grau de satisfação dos estudantes em relação à abordagem pedagógica experienciada.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a aplicação do modelo de sala de aula invertida em Química para estudantes do ensino médio em escolas públicas e o grau de satisfação dos participantes com a inserção desta nova abordagem pedagógica ativa.

2.2 Objetivos específicos

Como objetivos deste projeto, temos:

- Identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema Radioatividade;
- Planejar e construir um Ambiente Virtual de Aprendizagem para implantar a metodologia híbrida;
- Utilizar o modelo de sala de aula invertida para abordar o conteúdo;
- Avaliar o grau de satisfação dos estudantes com a implementação do ensino híbrido.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Ensino-Aprendizagem em Química e seus desafios

O ensino de Química é visto pelos alunos como desnecessário, onde conceitos e contexto social não possuem ligação, tratando-se apenas de memorização de fórmulas e conceitos carregados de elementos abstratos. Como a Química possui ligação direta principalmente com a matemática e a física, e os alunos possuem grande dificuldade nessas disciplinas, o processo de ensino-aprendizagem de química torna-se ainda mais complexo, por possuir em si, conteúdos de disciplinas diferentes, que não são na maioria das vezes apresentados de forma interdisciplinar, fragmentando o processo de aprendizagem e deixando lacunas que poderiam ser facilmente preenchidas se o ensino fosse mais integralizado.

Uma das finalidades do ensino médio apontada no artigo 35 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (BRASIL,1996), é o *aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico*, mas o que vemos hoje em nossas salas de aula é exatamente o oposto, são professores preocupados em preparar os alunos para as provas de vestibular, sem dar a devida atenção às reais necessidades dos educandos quanto à sua formação como cidadão. Afinal de contas, o modelo conteudista com o qual estamos habituados tem por objetivo a apreensão de conceitos pelos alunos, uma forma linear que os auxilie a resolver os problemas a eles apresentados em provas e testes, sem trazer, por exemplo, a ligação entre aspectos químicos e a situação econômica de seu município, ou entre a Química e a saúde ou simplesmente entre a Química e as demais disciplinas presentes em seu currículo escolar.

É perceptível então que muitas escolas ainda não estão colocando em prática a definição de currículo escolar proposta nas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, que diz:

O currículo é conceituado como a proposta de ação educativa constituída pela seleção de conhecimentos construídos pela sociedade, expressando-se por práticas escolares que se desdobram em torno de conhecimentos relevantes e pertinentes, permeadas pelas relações sociais, articulando vivências e saberes dos estudantes e contribuindo para o desenvolvimento de suas identidades e condições cognitivas e sócio-afetivas. (BRASIL,2012, Capítulo 2, Art 6º, p. 2)

Segundo Silva, a escola é definida

...como um sistema de construção do saber, de enriquecimento moral e social, um espaço onde se considere cada aluno como um ser humano à procura de si próprio, em reflexão conjunta com os demais e com o mundo que o rodeia. (SILVA, 2008, p. 198-199)

Neste sentido, há uma necessidade urgente pela inserção de novas estratégias em sala de aula com o objetivo de promover ao estudante de Química uma formação que atenda as suas necessidades atuais, ou seja, uma formação química para cidadania, envolvendo ainda aspectos conceituais, procedimentais e atitudinais (POZO; CRESPO, 2009).

3.2 As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's) no Ensino de Química

Vivemos em uma “Era Digital” onde os computadores, tablets e smartphones fazem parte do nosso dia a dia nas atividades mais rotineiras como leitura de jornal ou agendamento de compromissos. Mais sofisticados a cada dia, esses equipamentos vêm se tornando os melhores amigos do homem. Utilizar-se dessas tecnologias para trabalho, amizades, relacionamentos, já se tornou comum, mas, e na educação, essas tecnologias possuem aplicabilidade? Seria possível obter resultados melhores de aprendizagem com a inserção dessas novas tecnologias?

Cada vez mais inseridas em nosso cotidiano, as tecnologias da comunicação e informação possuem grande potencial no que tange a sua utilização no processo de ensino-aprendizagem, favorecendo o compartilhamento de informações. Dessa forma percebe-se que

Entre todas as tecnologias criadas pelos seres humanos, aquelas relacionadas com a capacidade de representar e transmitir informação – ou seja, as tecnologias da informação e da comunicação – revestem-se de uma especial importância, porque afetam praticamente todos os âmbitos de atividades das pessoas, desde as formas e práticas de organização social até o modo de compreender o mundo, de organizar essa compreensão e de transmiti-la para outras pessoas. As TIC têm sido sempre, em suas diferentes fases de desenvolvimento, instrumentos para pensar, aprender, conhecer, representar e transmitir para outras pessoas e para outras gerações os conhecimentos adquiridos. (COLL e MONEREO, 2010, p. 17).

Neste sentido de aplicação de TIC's, os professores de Ciências vêm encontrando sucesso em algumas estratégias. Em trabalho recente, por exemplo, Martinho e Pombo (2009) obtiveram resultados positivos em trabalho aplicado com 22 alunos do 7º ano na disciplina de ciências naturais. Projeção de imagens em PowerPoint, pesquisa na internet e criação e dinamização do blog da disciplina foram algumas das atividades realizadas, nas quais os alunos se sentiram motivados, adquirindo competências não somente tecnológicas, mas

também do ponto de vista conceitual e atitudinal. Seguindo esta tendência, vários professores de ciências do ensino fundamental e médio (Química, Física, Matemática e Biologia) vêm utilizando com sucesso algumas ferramentas on-line em suas salas de aula, tais como blogs, wikis, e redes sociais (MORESCO e BEHAR, 2006; SAVISCKI, 2013; MINHOTO e MEIRINHOS, 2011; BARBOSA e OEIRAS, 2008).

Todos estes recursos pedagógicos vêm tentando romper com a “educação bancária” como caracteriza Freire (1987) e que ainda está muito presente em nossas salas de aula, onde o professor (proprietário do conhecimento) deposita sobre os alunos uma enorme gama de conteúdos, sem muitas vezes atribuir nenhum significado, contribuindo assim para uma formação deficiente, conduzindo o ensino de Química a uma aprendizagem puramente mecânica e pouco significativa (BRAATHEN, 2012).

Ao analisar publicações nos principais periódicos nacionais na área de ensino de Ciências, educação e tecnologias aplicadas a educação no período de 2003 a 2015, observa-se na tabela 1 que de 63 artigos publicados, somente 2 estão inseridos em aplicações no ensino de Química, demonstrando que ainda são poucas pequena as experiências relatadas em relação a aplicações de TIC's no ensino de Química.

As pesquisas foram realizadas no portal de periódicos da Capes (<http://www.periodicos.capes.gov.br/>), utilizando-se as palavras-chave TIC's e TIC's no ensino de Química.

Tabela 1. Publicações em periódicos nacionais na área de TIC's no período de 2003 a 2015.

<i>Revista</i>	<i>TICs</i>	<i>TICs no ensino de Química</i>
Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia	1	0
Ciência e Educação	1	0
Ciência e Ensino	0	0
Educação e Pesquisa	1	0
Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências	2	1
Investigações em Ensino de Ciências	1	1
Educação, Formação & Tecnologias	1	0
Revista Novas Tecnologias na Educação	47	0
Informática na Educação: Teoria e Prática	9	0

Neste cenário, observa-se que conhecer novas TIC's é importante para o professor de Química e saber utilizar estas de forma correta em sala de aula também é uma necessidade emergente, diante de uma sala de aula repleta de “nativos digitais” que buscam maior interatividade, aprendizagem e dinamismo. A aplicação de modelos híbridos de ensino

utilizando Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) surge como possibilidade de potencializar o processo de construção do conhecimento na área de Ciências.

3.3 Ensino Híbrido: Conceito e Classificação

O ensino híbrido consiste em uma organização das atividades dos alunos, onde partes dessas atividades são realizadas *online* e parte de forma presencial em sala de aula. As atividades *online* podem ser feitas em casa, na escola, na praça, ou seja, onde o aluno puder dispor de um aparelho eletrônico para a realização das atividades (CHRISTENSEN, STAKER e HORN, 2013).

A expressão ensino híbrido está enraizada na ideia de que não existe uma única forma de aprender e na qual a aprendizagem é um processo contínuo, ocorrendo em diferentes espaços e de diferentes formas (BACICH; TANZI; TREVISANI, 2015).

O ensino híbrido divide-se em dois modelos principais apresentados no quadro abaixo.

Quadro 1: Classificação do modelo híbrido de ensino

ENSINO HÍBRIDO	
MODELOS	DESCRIÇÃO
Rotação	Aquele no qual, dentro de um curso ou matéria, os alunos revezam entre modalidades de ensino, em um roteiro fixo ou a critério do professor, sendo que pelo menos uma modalidade é a do ensino <i>on-line</i> . Outras modalidades podem incluir atividades como as lições em grupos pequenos ou turmas completas, trabalhos em grupo, tutoria individual e trabalhos escritos.
Flex	Aquele no qual o ensino <i>online</i> é a espinha dorsal do aprendizado do aluno, mesmo que ele o direcione para atividades <i>offline</i> em alguns momentos. Os estudantes seguem um roteiro fluido e adaptado individualmente nas diferentes modalidades de ensino, e o professor responsável está na mesma localidade.

FONTE: Adaptado de CHRISTENSEN, STAKER e HORN (2013).

O modelo de Rotação possui quatro sub-modelos: Rotação por Estações, Laboratório Rotacional, Sala de Aula Invertida e Rotação Individual. Dentre eles, o mais fácil de implementação é o de sala de aula invertida (*Flipped Classroom*). Embora a proposta seja

atraente, existem poucos relatos de aplicação desta abordagem pedagógica no cenário educacional brasileiro, principalmente em disciplinas das ciências exatas.

3.3.1 Sala de Aula Invertida e Ensino de Química

A concepção de sala de aula invertida não é nova e foi proposta inicialmente na Universidade de Miami, concebida na época como “*inverted classroom*”. Os autores relatam em seu trabalho experiência com estudantes de microeconomia, onde leitura prévia de livros didáticos e acesso a vídeo-aulas eram realizadas antes das aulas, obtendo resultados satisfatórios quando comparados com estudantes que participaram da versão tradicional da disciplina (LAGE, PLATA e TREGLIA, 2000).

O modelo de sala de aula invertida mistura o ensino presencial e *online*, onde os estudantes utilizam o espaço virtual para aprender os conceitos e o espaço de sala de aula para aprimorar o que foi aprendido e até resolver certos equívocos. O tempo em sala de aula pode ser utilizado ainda para realização de atividades e experimentos, que funcionarão como ferramentas auxiliares para a construção de um conhecimento mais sólido, tornando o processo de ensino-aprendizagem mais eficaz. (SCHULTZ et. al., 2014).

Para a implantação da sala de aula invertida, dois fundamentais pontos devem ser cuidadosamente planejados: os materiais para o estudante trabalhar on-line e o planejamento das atividades a serem realizadas na sala de aula presencialmente (VALENTE, 2014).

Os materiais aplicados no ambiente virtual são geralmente vídeos gravados usando programas que capturam tela, voz e ação do docente, como por exemplo, o *Camtasia Studio*® ou *Movavi Studio Editor*®. Outras ferramentas auxiliares podem ser utilizadas, tais como simulações computacionais ou laboratórios virtuais.

Para avaliar a aprendizagem do estudante na modalidade *online*, quizzes são elaborados e aplicados no próprio ambiente virtual de aprendizagem. O acesso por parte do professor às respostas dos estudantes nos quizzes possibilitam o conhecimento de quais pontos do material estudado foram críticos e devem ser retomados em sala de aula (VALENTE, 2014).

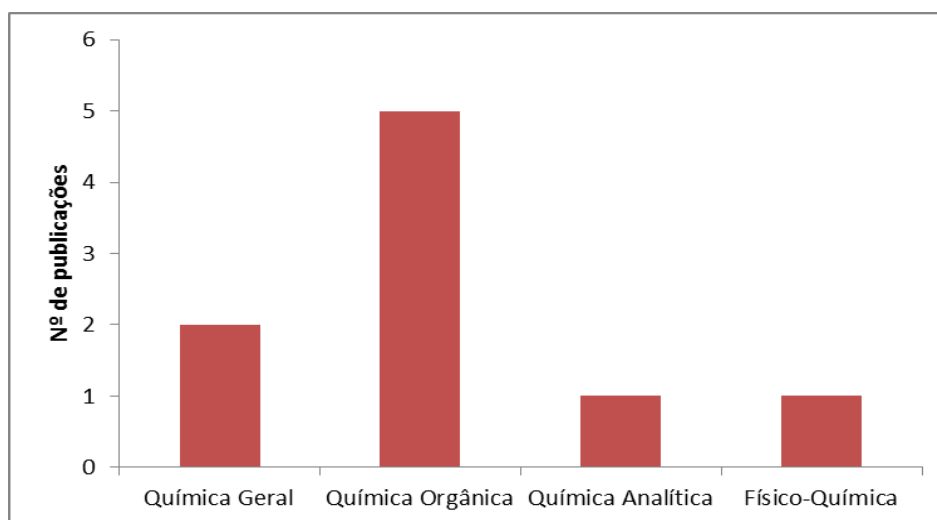
Em se tratando de ensino de Química, observa-se que as experiências são bem recentes. Em 2014, Schultz e colaboradores relataram uma aplicação do modelo de sala de aula invertida no ensino médio com um número de 61 participantes, sendo 32 estudantes pertencentes ao grupo controle e 29 os que experimentaram o modelo proposto. Os estudantes assistiam vídeos em suas residências e respondiam a questões referentes ao que foi

inicialmente estudado. Em sala de aula, foram propostas atividades de resoluções de questões de livros e outras atividades variadas. Pontos positivos foram destacados pelos participantes do modelo invertido, tais como a possibilidade de revisão do conteúdo, disponibilidade de aprender no seu próprio ritmo, tempo maior em sala de aula para trabalhar em grupo com colegas e múltiplas oportunidades de aprender fora da sala de aula.

Neste mesmo ano, Christiansen relatou sua experiência com a aplicação da sala de aula invertida em aulas de Química Orgânica na universidade de Utah (EUA), onde dois grupos de estudantes foram analisados: um primeiro grupo de 6 estudantes participaram do curso tradicional em um semestre e em semestre posterior, participaram do curso no formato invertido e um segundo grupo de 7 estudantes que experimentaram o curso somente na modalidade invertida. Ao final da investigação, foi observado que a maioria dos participantes preferiu o modelo invertido (86%). Uma limitação deste trabalho foi o número de estudantes envolvidos na investigação.

Um ano depois, nove artigos foram publicados em revistas internacionais na área de ensino de Química, relatando experiências acerca da aplicação do modelo de sala de aula invertida nas mais diversas componentes curriculares. O gráfico 1 abaixo apresenta o número de publicações em periódicos por área por componente no ano de 2015.

Gráfico 1. Número de publicações em periódicos sobre sala de aula invertida no ano de 2015.



FONTE: adaptado de Seery (2015).

Observa-se que a área de Química Orgânica é a que mais vem apresentando resultados em publicações acerca da aplicação do modelo de sala de aula invertida (5 publicações),

seguida pela componente curricular de Química Geral (2 publicações). Somente 1 publicação foi encontrada com aplicação em Química analítica e Físico-Química.

Um trabalho que merece destaque foi publicado por Flynn (2015), onde o autor relata aplicação do modelo de sala de aula invertida para as disciplinas de Química Orgânica I, Química Orgânica II e Aplicações da espectroscopia em Química. Cerca de 420 estudantes participaram da proposta durante os 3 primeiros períodos de curso (2013 – 2014). Os resultados demonstraram o sucesso da aplicação do modelo, onde foi observado diminuição das taxas de reprovação nas disciplinas e melhora nas notas dos estudantes nas avaliações.

Em revisão publicada por Seery (2015), observou-se que somente 12 artigos foram publicados sobre a temática de sala de aula invertida relacionada com ensino de Química no período de 2013 a 2015. Todas as experiências relatadas foram aplicadas no ensino superior em Universidades estrangeiras.

No Brasil, relatos de aplicações do modelo de sala de aula invertida em Química são inexistentes sendo relevante o planejamento, aplicação e avaliação em instituições nacionais, principalmente no ensino médio.

4. METODOLOGIA

Este trabalho foi aplicado em uma turma de 20 alunos do 3º ano do ensino médio (turno vespertino) da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio José Paulo de França, localizada no município de Mari-PB.

A execução deste trabalho possuiu como fase inicial a criação de um ambiente virtual de aprendizagem (AVA) usando a ferramenta wiki *Pbworks*¹, onde foram inseridas as atividades a serem realizadas durante esta pesquisa.

A segunda etapa consistiu na realização de uma aula de adaptação dos alunos com o ambiente virtual. Essa atividade foi realizada em sala de aula, sendo o primeiro contato presencial entre tutor e estudantes. Todos os alunos foram cadastrados (login e senha) e receberam todas as instruções de como seriam realizados os estudos usando o modelo de sala de aula invertida. Na Figura 1 apresenta-se a página inicial do ambiente virtual criado.

Figura 1. Página Inicial do AVA (www.quimicanuclearzepa.pbworks.com)

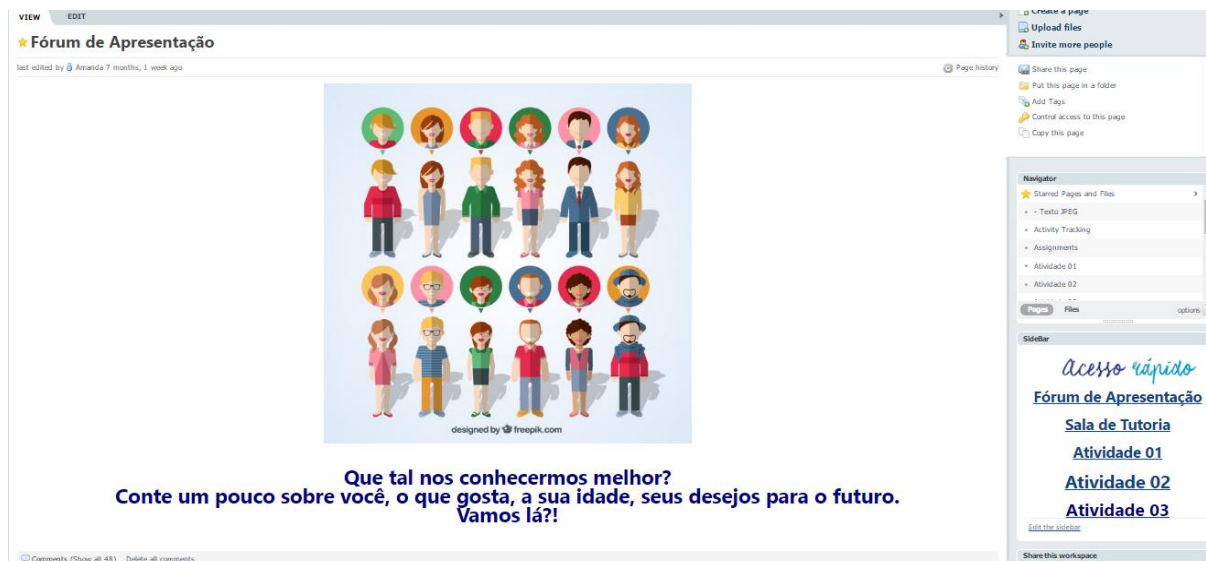


FONTE: acervo da pesquisa.

¹ Para conhecer melhor a ferramenta Wiki Pbworks basta acessar: www.pbworks.com

Em seguida, foi inserido no AVA um fórum de apresentação com objetivo de realizar um levantamento dos perfis dos alunos (Figura 2). Neste espaço virtual, os alunos e o tutor poderiam compartilhar de suas expectativas e posteriores experiências. Foi solicitado ainda, que os estudantes respondessem a um questionário *online* (APÊNDICE A) a fim de conhecer os alunos e saber quais as expectativas deles com relação à metodologia a ser aplicada.

Figura 2. Fórum de Apresentação.



FONTE: acervo da pesquisa.

Após se apresentarem no fórum e responderem ao questionário inicial, os alunos realizaram a primeira atividade, onde leram o texto A Energia que vem do Átomo (ANEXO 1) para a realização de um debate *online* em torno de questões como: em sua opinião, quais as possíveis vantagens e desvantagens do uso da energia nuclear? Você conhece alguma aplicação dos materiais radioativos?

A apresentação dos conceitos científicos foi realizada através de um conjunto de três vídeo-aulas disponíveis na plataforma. Estes vídeos contemplaram todo o conteúdo programático para a temática de radioatividade como, emissões radioativas, reações nucleares, decaimentos radioativos e leis da radioatividade, séries e famílias radioativas, transmutações nucleares e período de meia vida.

Para a construção das vídeo-aulas foi utilizado o software Camtasia Studio com versão livre para uso durante 30 dias. Este programa capta qualquer informação gravada na tela do computador, a voz do professor e qualquer anotação realizada com caneta digital. Em nosso caso, slides foram previamente preparados e posteriormente gravados, sendo hospedados no

YouTube. No quadro 2, apresenta-se o link para acesso das 3 vídeo-aulas preparadas para a aplicação do modelo invertido.

Quadro 2. Link de acesso as vídeo-aulas produzidas sobre “Radioatividade”

VÍDEO	LINK DE ACESSO
Aula 1	https://www.youtube.com/watch?v=QPAaBzeeEYs
Aula 2	https://www.youtube.com/watch?v=-ihjqrZBSWI
Aula 3	https://www.youtube.com/watch?v=Eo0eXXAwOtg

Além das aulas disponíveis no ambiente virtual, foi realizada uma aula presencial para a resolução de exercícios sobre o conteúdo.

A avaliação dos conhecimentos adquiridos pelos estudantes foi realizada através de um questionário *online* acerca do conteúdo de radioatividade (APÊNDICE C). Este questionário também foi aplicado ao grupo controle ($n = 16$) que só participou da aula em formato tradicional (expositiva), ministrada pelo professor da escola responsável pela disciplina.

Para a avaliação do grau de satisfação dos estudantes em relação à metodologia invertida, um questionário (APÊNDICE B) *online* foi aplicado. Este questionário foi adaptado de trabalho recente de Fautch (2015), que aplicou o modelo de sala de aula invertida em uma pequena turma matriculada na disciplina de Química Orgânica I na Faculdade da Pensilvânia.

Todos os participantes desta pesquisa assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice D).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização dos participantes da pesquisa

Antes de iniciarmos as atividades na escola, foi realizado pelo professor responsável pela disciplina um levantamento do número de estudantes que possuíam smartphones, tablets ou computadores, além de conexão com a internet. Dos vinte alunos participantes, 90% possuíam algum dos recursos tecnológicos para a realização das atividades *online*. Os demais realizavam as atividades em *lan-houses*, na casa dos colegas ou no laboratório de informática da escola.

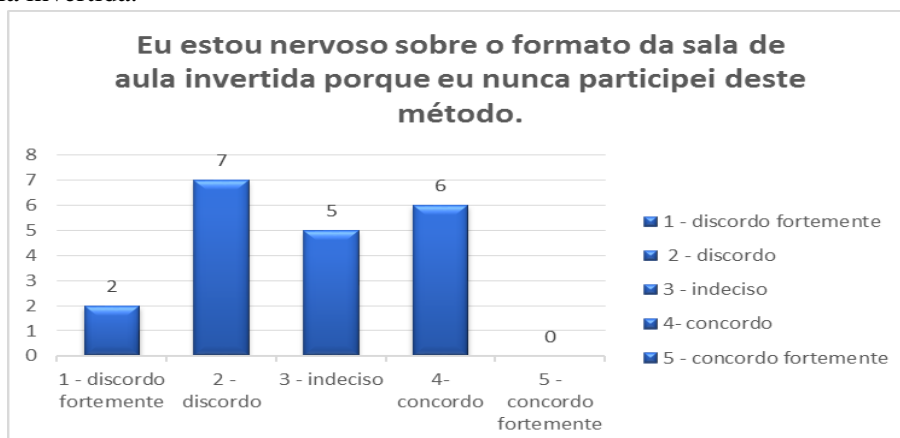
Ao iniciarmos as atividades na escola, foi solicitado aos alunos que respondessem a um questionário inicial de forma *on-line*, a fim de conhecer o perfil dos alunos e fazer o levantamento de suas expectativas com relação à metodologia a ser aplicada.

Os alunos participantes são, em sua maioria, naturais de cidades próximas ao município de Mari, com idades entre 13 e 18 anos, predominando os alunos que possuem entre 16 e 18 anos. A turma foi composta por quatorze meninas e seis meninos.

Todos os alunos da turma afirmaram gostar de estudar e a maioria dos alunos já havia experimentado da utilização de vídeo-aulas para a aprendizagem de conteúdos de Química (85%). Quando perguntados sobre os benefícios do uso de vídeo-aulas, 70% dos alunos disseram concordar que este método facilita a aprendizagem dos conteúdos.

Quando perguntados sobre como se sentiam com relação à metodologia a ser aplicada, as respostas foram bem divididas, mas a maioria disse não estar nervoso com a mudança de metodologia para as aulas de Química (Gráfico 2).

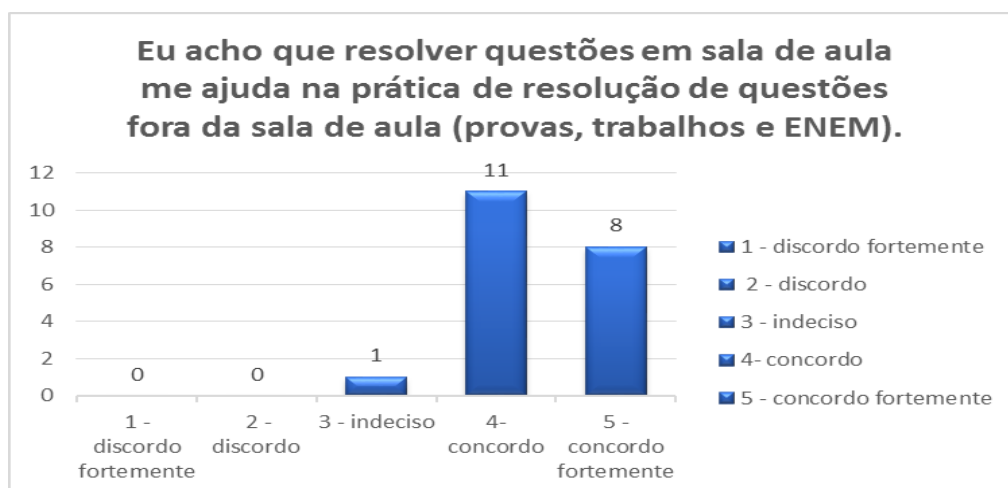
Gráfico 2. Respostas dos alunos em relação à expectativa da participação de aula seguindo modelo de sala de aula invertida.



FONTE: elaborado pelo autor.

Para 95% dos alunos, é importante a resolução de exercícios em sala de aula para uma melhor compreensão dos conteúdos abordados, facilitando assim seu desenvolvimento na resolução de questões fora de sala (gráfico 3).

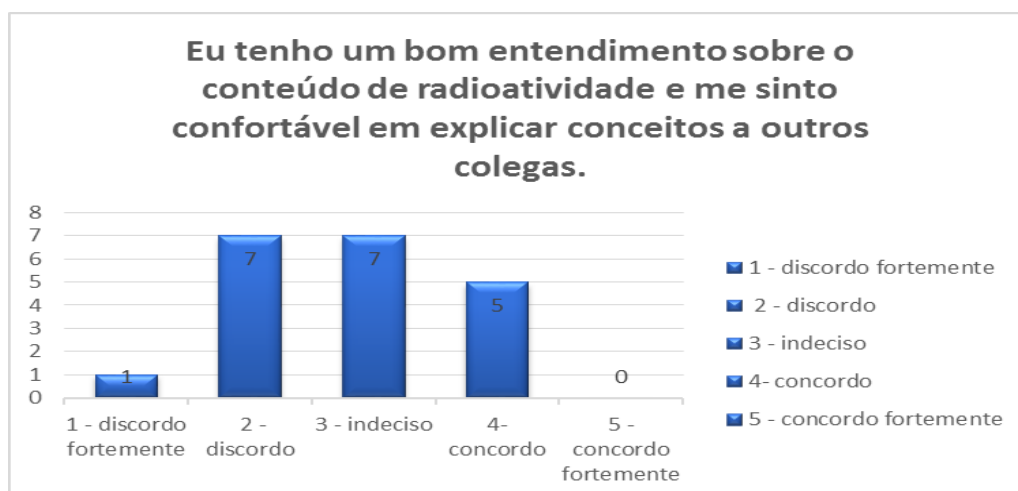
Gráfico 3. Respostas dos alunos em relação à prática de resolução de questões em sala de aula.



FONTE: elaborado pelo autor.

Quando perguntados sobre ter bom conhecimento sobre o conteúdo de radioatividade e sobre o ato confortável de explicar conceitos a outros colegas, a maior parte da turma afirmou não se sentir preparada para ensinar seus colegas, por não possuir grande entendimento sobre o conteúdo (Gráfico 4). Somente 5 estudantes concordaram e 7 se mantiveram indecisos diante da afirmação.

Gráfico 4. Respostas dos alunos em relação ao seu entendimento sobre o conteúdo



FONTE: elaborado pelo autor.

Quando perguntamos a opinião dos alunos a respeito de “inverter” o método de ensino na disciplina de Química, apenas um estudante apresentou receio quanto à metodologia, como podemos observar na fala do Aluno 05:

“Não gosto. Para mim na sala é melhor porque o professor está na hora para tirar dúvidas.” [sic]

Os demais estudantes mostraram-se animados, acreditando que a metodologia os auxiliaria na aprendizagem e no processo de autonomia de seu próprio conhecimento, como podemos observar nas falas dos Alunos 01 e 09:

“É um método bastante interessante, pois não vai ajudar só nas aulas de química, mas também em outras matérias. Pois vai aumentar nosso interesse aos estudos.”

“Acredito que seja uma ótima forma de adquirir conhecimentos na área de química, com o objetivo de aprendermos por conta própria determinado assunto o que trará inúmeros benefícios para nós estudantes.”

5.2. Desenvolvendo a metodologia invertida

Após o cadastro dos alunos e ambientação na sala de aula virtual, iniciou-se a aplicação do modelo de sala de aula invertida em Química no ensino médio. Para isso, foi elaborado um plano de aula para assim, nortear as ações a serem realizadas (Apêndice E).

Os alunos acessaram em suas residências ou *lan-houses*, a sala de aula virtual, onde foi disponibilizado um texto para leitura e um fórum para discussão inicial sobre vantagens e desvantagens do uso da energia nuclear e aplicação dos materiais radioativos. Posteriormente, foi solicitada uma pesquisa sobre acidentes nucleares e usinas nucleares (funcionamento e localização). Na figura 3 apresentamos algumas das contribuições dos alunos no fórum.

Figura 3. Algumas contribuições dos alunos no fórum inicial



█████████ said
at 6:16 pm on Apr 3, 2016
[Reply](#) [Delete](#)

Existem algumas vantagens de usar a energia nuclear como: o impacto ambiental no processo de construção e instalação da usina nuclear é bem menor do que ocorre no caso de uma usina hidrelétrica e existe grande disponibilidade de urânio na natureza. Sendo que o urânio é muito bem aproveitado no processo de geração de energia. E algumas desvantagens são: o custo de implantação de uma usina nuclear é muito elevado, pois a tecnologia empregada e a mão-de-obra especializada encarecem muito o processo e nas usinas próximas ao oceano, a água utilizada no resfriamento dos reatores é lançada no mar. Como estas águas são aquecidas, este fator pode gerar problemas nos ecossistemas litorâneos da região. Uma das aplicações de materiais radioativos é em alimentos com base em radiação, para destruir fungos e bactérias.



█████████ said
at 10:22 pm on Apr 3, 2016
[Reply](#) [Delete](#)

Algumas vantagens são : não contribui para o efeito estufa, além de não lançar enxofre e nitrogênio na atmosfera. Gera pouco ou quase nenhum impacto sobre a biosfera. Não depende do clima, ventos ou chuvas. As desvantagens são : dificuldade no armazenamento de resíduos. É a mais cara quando comparada às demais fontes de energia.

É aplicado em relação à Medicina: no tratamento do câncer através da radioterapia, na arqueologia e Geologia: detecção de rochas e fósseis.

Quando exposto a esse tipo de radiação, o corpo humano é afetado, sofrendo alterações até mesmo no DNA das células. "A radiação tem a capacidade de alterar a característica físico-química das células. As mais afetadas são as células com alta taxa de proliferação, como as reprodutivas e as da medula, que são mais radiosensíveis.

No Brasil pode ser encontrada Angra 1 e Angra 2, instaladas no município de Angra dos Reis, no estado do Rio de Janeiro.

foi um desastre nuclear ocorrido na Central Nuclear de Fukushima em 11 de março de 2011, causado pelo derretimento de três dos seis reatores nucleares da usina. A falha ocorreu quando a usina foi atingida por um tsunami provocado por um terremoto de magnitude 9,0.

tendo como principais efeitos a leucemia, tumores, queda de cabelo, diminuição da expectativa de vida, mutações genéticas, lesões a vários órgãos etc.O maior risco sofrido pelos japoneses após o acidente de Fukushima é o de contraírem câncer.



█████████ said
at 11:01 pm on Apr 3, 2016
[Reply](#) [Delete](#)

Vantagens: Não libera gases estufa;Exigência de pequena área para construção da usina;Grande disponibilidade do combustível;Pequeno risco no transporte do combustível;Pequena quantidade de resíduos;Independência de fatores climáticos (ventos; chuvas)

Desvantagens da energia nuclear:

O lixo nuclear radioativo deve ser armazenado em locais seguros e isolados;Mais cara, quando comparada a outras formas;Risco de acidentes nucleares;

Sim, na agricultura!

Alimentos como frutas, carnes, peixes, cereais e especiarias são submetidos a radiações para a eliminação de larvas, fungos e bactérias e para evitar que estraguem mais rápido quando transportados para lugares distantes, extermínio de insetos nocivos à agricultura, etc. E assim sem riscos para a nossa saúde!

FONTE: acervo da pesquisa.

Em aula posterior, os minutos iniciais foram dedicados ao esclarecimento de dúvidas. Após os devidos esclarecimentos, um jogo de perguntas e respostas (APÊNDICE F) sobre acidentes nucleares e usinas nucleares foi realizado. Neste ponto, deve-se ressaltar a importância de aplicações de atividades que envolvam aspectos lúdicos com objetivo de buscar melhor participação e aprendizado por parte dos alunos (SOARES, 2008).

Dando continuidade à aplicação do modelo invertido, foram disponibilizadas para aula posterior, 3 vídeo-aulas que deveriam ser assistidas previamente fora da escola e posteriormente resolução de algumas questões propostas que estavam inseridas no próprio vídeo. Cabe ressaltar que no próprio AVA foi criado um espaço chamado "Tutoria" na qual os alunos poderiam deixar suas dúvidas. Observou-se que este espaço foi pouco utilizado, sendo os maiores esclarecimentos abordados durante o momento presencial.

Em outro momento presencial, uma parte da aula foi reservada para esclarecimento de dúvidas e, depois, exercícios de fixação foram resolvidos pelos alunos com a mediação do professor.

Como última etapa da aplicação do modelo em investigação, foi disponibilizado no AVA, do jogo "A viagem de Kemi - Radiações:Riscos e benefícios - Super Kemi, desativar!" disponível na internet (<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/20850>) sobre

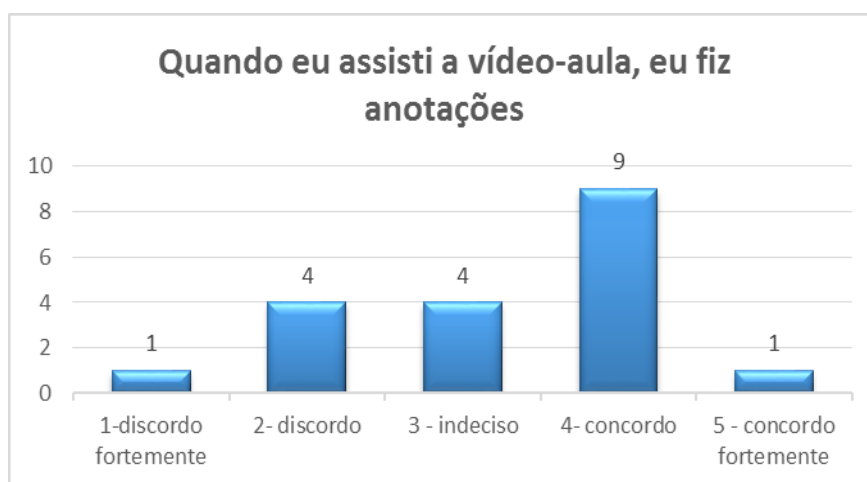
energia nuclear e um Quiz (APÊNDICE C) contendo 11 questões sobre o conteúdo abordado. Um questionário final (APÊNDICE B) também foi aplicado com objetivo de avaliar o grau de satisfação dos alunos com relação a metodologia ativa aplicada.

5.3. Analisando o questionário final

Dos 20 alunos matriculados, 19 responderam ao questionário final. Desses, 32% responderam já ter acesso a vídeo-aulas em outras disciplinas e 100% dos participantes disseram acreditar que a utilização deste tipo de material auxilia na sua aprendizagem.

Quando perguntados sobre as ações realizadas enquanto assistiam as vídeo-aulas, mais da metade dos alunos afirmaram ter feito anotações sobre o conteúdo abordado. Somente 5 alunos não realizaram anotações (Gráfico 5).

Gráfico 5. Respostas dos alunos em relação a realização de anotações durante as vídeo-aulas

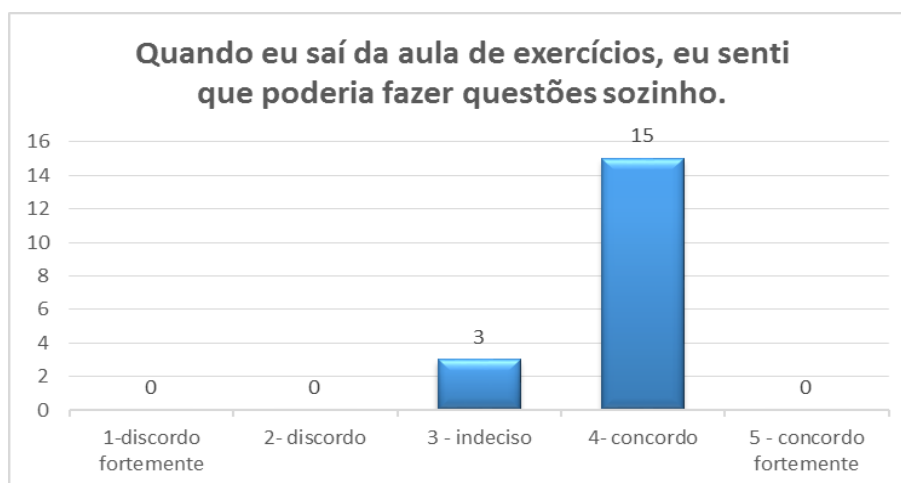


FONTE: elaborado pelo autor.

A maioria dos alunos afirmou que durante a execução dos vídeos, faziam anotações e perguntas para serem esclarecidas em sala de aula e que geralmente, pausavam e voltavam os vídeos em determinados momentos para um melhor entendimento.

Quando perguntados sobre a aula de exercícios, 16 dos 19 alunos disseram que suas habilidades na resolução de questões foram desenvolvidas. Além disso, 15 alunos afirmaram que se sentiam mais seguros para resolver questões sozinhos (Gráfico 6).

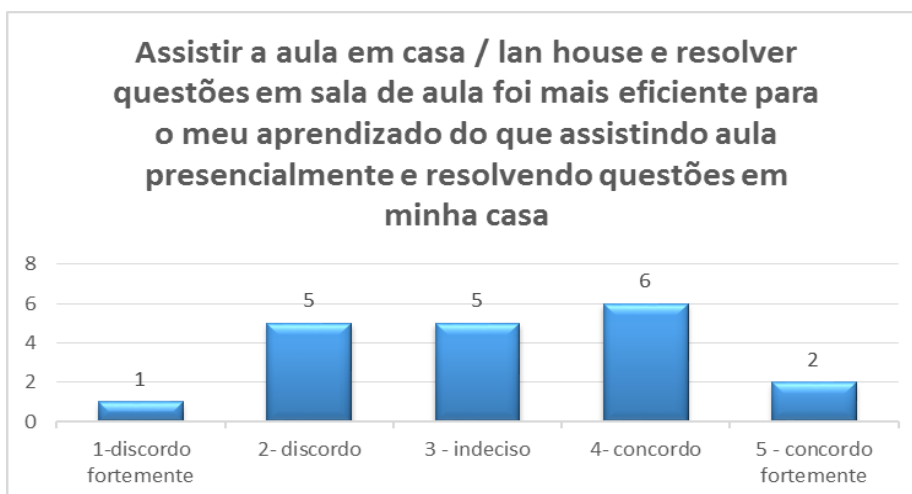
Gráfico 6. Respostas dos alunos em relação a resolução de exercícios numa aula presencial.



FONTE: elaborado pelo autor.

Aproximadamente 60% dos alunos afirmaram que a metodologia de ensino aplicada, com as aulas *online* e os exercícios em casa, é mais eficiente que a metodologia tradicional para a compreensão dos conteúdos. Cerca de 32% alunos discordaram da afirmação e 26% se mostraram indecisos diante da questão (Gráfico 7).

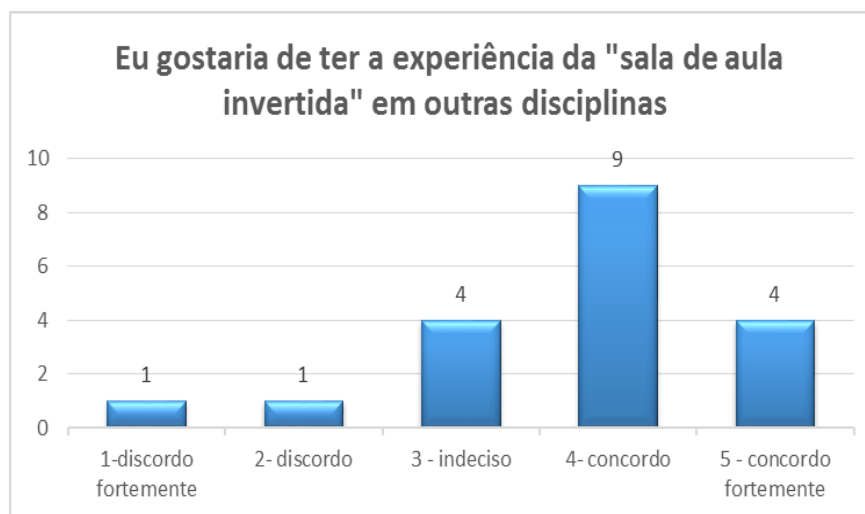
Gráfico 7. Respostas dos alunos em relação a eficiência do modelo de sala de aula invertida



FONTE: elaborado pelo autor.

A maior parte da turma (13 alunos) afirmou ter vontade de experimentar a “sala de aula invertida” em outras disciplinas escolares. Somente 2 alunos discordaram e 4 se apresentaram indecisos diante da questão (Gráfico 8).

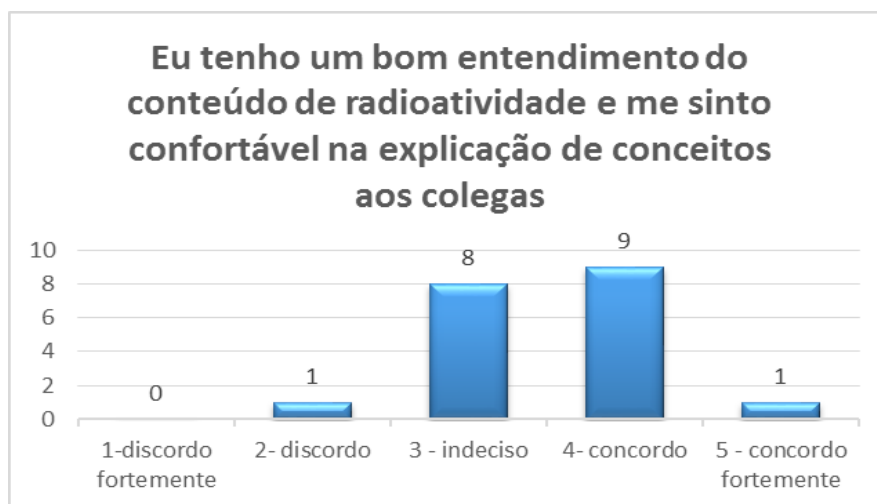
Gráfico 8. Respostas dos alunos em relação a possível aplicação do modelo de sala de aula invertida em outras disciplinas escolares



FONTE: elaborado pelo autor.

Quando perguntados sobre o seu entendimento do conteúdo de radioatividade ao final do processo de aplicação do modelo de sala de aula invertida, 53% dos alunos disseram possuir um bom entendimento e sentem-se confortáveis para explicar esses conceitos aos colegas. Cerca de 42% se posicionaram de forma indecisa diante da afirmação.

Gráfico 9. Respostas dos alunos em relação a compreensão do conteúdo com a utilização do modelo de sala de aula invertida.



FONTE: elaborado pelo autor.

Ao serem questionados se estariam ainda nervosos com o formato de sala de aula invertida aplicado na disciplina de Química, 14 alunos discordaram da afirmativa, demonstrando boa aceitação dos estudantes diante da metodologia aplicada. Somente um

estudante afirmou ainda estar nervoso diante da participação e 4 se mantiveram indecisos diante da afirmação.

Todos os alunos aprovaram o ambiente virtual Pbworks, não sendo observado problemas com acesso e navegação da sala de aula virtual. Os materiais utilizados na plataforma, tais como vídeo-aulas, simulações, textos e jogos foram também bem avaliados, sendo classificados como bom-ótimo para 14 alunos e excelente para 5 alunos.

Alguns alunos não ficaram totalmente satisfeitos com a metodologia e/ou com os materiais utilizados como podemos observar nas respostas dos alunos 09 e 18:

“Foi muito legal apesar de alguns pequenos erros.”

“Eu gostei, me ajudou bastante. Porém, tem coisas que precisam de melhoras, nada de grave apenas coisas básicas. No total é uma ótima ferramenta de aprendizagem.

😊😐😄🤔”

Por outro lado, os demais alunos aprovaram a metodologia e os materiais disponíveis, afirmando que o método é uma excelente forma de ensino, que facilita a aprendizagem, como podemos observar nas respostas dos alunos 01, 05 e 08:

“Foi uma experiência bastante legal, além de fazer o aluno aprender, poder se divertir, também pode voltar a ver as aulas quando quiser, revisar o assunto.”

“Para mim esse método ajuda aos alunos que não tem uma certa facilidade em aprender, pois ao contrário das práticas de estudos mais tradicionais, a aula invertida desperta a vontade de aprender dos alunos através de sua boa dinâmica de interação e sua disponibilização de o aluno acessar a qualquer hora do dia.”

“Gostei muito foi de extrema importância para nós alunos, acredito que o objetivo de aprendermos mais sobre determinados assuntos de química foi alcançado. Enfim, o método foi excelente, interessante e bastante eficaz e me proporcionou uma forma ótima de aprender sobre determinado assunto.”

5.4. Analisando o quizz avaliativo

Como mencionado anteriormente, a última etapa das aulas sobre radioatividade consistiu na resolução de um quizz avaliativo *online* pelos alunos (Apêndice C). O questionário possuía onze questões, abrangendo todos os tópicos pertencentes a temática, tais como: reações nucleares, tipos de emissões nucleares e período de meia-vida. Todos os vinte alunos matriculados na turma realizaram esta atividade.

As questões 1, 2, 3, 6 e 10 tratavam dos tipos de emissões radioativas, as leis da radioatividade e dos tipos de reações nucleares. A maioria dos alunos participantes conseguiu responder corretamente a todas essas perguntas, nas questões 1, 2 e 3, 100% dos alunos responderam corretamente, enquanto que nas demais, apenas 1 aluno errou cada uma das perguntas.

As perguntas que tratavam de período de meia-vida também obtiveram resultados satisfatórios, das seis questões acerca do conteúdo, duas foram respondidas corretamente por 100% dos alunos, enquanto as demais apresentaram uma taxa de erro entre 5% e 10%, significando que apenas 1 ou dois alunos não responderam corretamente essas questões.

6. CONCLUSÕES

Este trabalho buscava avaliar a aplicação do modelo de sala de aula invertida em uma turma do ensino médio, o grau de satisfação dos estudantes, as dificuldades provenientes do uso de um modelo híbrido de ensino e a melhora no processo de aprendizagem dos estudantes.

A partir das atividades desenvolvidas foi possível perceber que:

- Utilizar-se da metodologia da sala de aula invertida auxiliou o processo de ensino aprendizagem, uma vez que ao chegar a sala era possível atender as dúvidas dos alunos ao invés de focar na transmissão de conteúdos.
- Através dos questionários inicial e final, percebe-se que os estudantes aprovam a utilização da metodologia, visto que a totalidade dos estudantes disse que o uso de vídeo-aulas auxilia no aprendizado.

Deve-se de fato perceber a importância de novas metodologias aplicadas ao ensino médio, tendo em vista a mudança nos ambientes escolares e de seus participantes. Um ensino voltado para a formação do cidadão autônomo e com pensamento crítico tem se tornado cada vez mais necessário diante do cenário atual de nosso país. Perceber as necessidades dos estudantes e trabalhar os conteúdos a partir das suas dúvidas e sugestões traz para o processo de ensino um caráter mais significativo, um aprendizado mais sólido e construtivo.

Espera-se que este trabalho seja motivador para outros estudos na área de ensino de Química e que a prática de modelos híbridos de ensino, tais como a sala de aula invertida seja cada vez mais difundida por docentes, principalmente na área de Química.

REFERÊNCIAS

- BACICH, L.; NETO, A. T.; TREVISANI, F.M. **Ensino híbrido – Personalização e tecnologia na educação**. Porto Alegre:Penso, 2015.
- BAHRENS, M. A. Tecnologia interativa a serviço da aprendizagem colaborativa num paradigma emergente. In: ALMEIDA, M.E.; MORAN, J. M. (Org.). *Integração das tecnologias na educação*. Brasília: Ministério da Educação, 2005. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/2sf.pdf>. Acesso em: 30 out. 2016.
- BARBOSA, L. P. F.; OEIRAS, J. Y. Y. **Uso de wikis em projetos escolares: experiências colaborativas com alunos de ensino fundamental**. In: XXVIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (SBC), 2008, Belém do Pará, Anais p. 362-371.
- BERGMANN, J.; SAMS, A. **Flip your classroom: reach every student in every class every day**. Eugene, Oregon:ISTE, 2012.
- BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei número 9394, 20 de dez de 1996.
- BRASIL. Ministério da Educação. Resolução 2/2012. **Define Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília, 2012.
- BRAATHEN, P. C. Aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa no processo de ensino-aprendizagem de Química. **Revista Eixo**, n. 1, v. 1, p. 63-69, 2012.
- CHRISTENSEN, C. M.; HORN, M. B.; STAKER, H. Ensino Híbrido: uma inovação disruptiva? Uma introdução à teoria dos híbridos. 2013. Disponível em: http://porvir.org/wp-content/uploads/2014/08/PT_Is-K-12-blended-learning-disruptive-Final.pdf Acesso em: 15 jun. 2016.
- CHRISTIANSEN, M. A. Inverted Teaching: applying a new pedagogy to a university organic chemistry class. **Journal of Chemical Education**, v. 11, n. 91, p. 1845-1850, 2014.
- COLL, C.; MAURI, T.; ONRUBIA, J. A incorporação das tecnologias de informação e comunicação na educação: do projeto técnico-pedagógico às práticas de uso. In: COLL, C.; MONEREO, C. (ORG.). *Psicologia da educação virtual: aprender e ensinar com as tecnologias da informação e comunicação*. Porto Alegre: Artmed, 2010. p.66-96.
- EALY, J. B. Development and implementation of a first-semester hybrid organic chemistry course: yielding advantages for educators an students. **Journal of Chemical Education**, v. 3, n. 90, p. 303 – 307, 2013.
- FANTIN, M.; RIVOLTELLA, P. C. (Org.) **Cultura digital e escola: pesquisa e formação de professores**. Campinas: Papyrus, 2012.
- FAUTCH, J. M. The flipped classroom for teaching organic chemistry in small classes: is it effective? **Chemistry Education Research and Practice**, 16, 179 – 186, 2015

FLYNN, A. B. Structure and evaluation of flipped chemistry course: organic & spectroscopy, large and small, first to third year, English and French, **Chemistry Education Research and Practice**, 16, 198 – 211, 2015.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

HENSLEY, G. Creating a hybrid college course: instructional design notes and recommendations for beginners. **Journal of Online Learning and Teaching**, 1(2), 1-7, 2005.

LAGE, M. J.; PLATT, G. J.; TREGLIA, M. Inverted the classroom: a gateway to creating an inclusive learning environment. **The Journal of Economic Education**, v. 31, p. 30 – 43, 2000.

LÉVY, P. **Cibercultura**. Rio de Janeiro: Editora 34, 1999.

MALIK, K.; MARTINEZ, N.; ROMERO, J.; SCHUBEL, S.; JANOWICZ, P. A. Mixed-methods study of online and written organic chemistry homework. **Journal of Chemical Education**, v. 11, n. 91, p. 1804-1809, 2014.

MARTINHO, T.; POMBO, L. Potencialidades das Tics no ensino das ciências naturais – um estudo de caso. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, n. 2, p. 527-537, 2009.

MINHOTO, P.; MEIRINHOS, M. **O Facebook como plataforma de suporte à aprendizagem da Biologia**. In: Conferência Ibérica em Inovação na Educação com TIC, 2011, Bragança, p. 118-134.

MORESCO, S. F. S.; BEHAR, P. A. Blogs para a aprendizagem de física e química. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2006.

POZO, J. I.; CRESPO, M. Á. G. **Aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**, Porto Alegre: Artmed, 2009.

REIN, K. S.; BROOKES, D. T. Student response to a partial inversion of an organic chemistry course for non-chemistry majors. **Journal of Chemical Education**, v. 5, n. 92, p. 797- 802, 2015.

RODRIGUEZ, M. A.; ANICETE, R. C. R. Students' Views of a Mixed Hybrid Ecology Course. **Journal of Online Learning and Teaching**, 6(4), 1-5, 2010.

SAVISCKI, I. C. R. Ensino da matemática no ensino médio com o uso de blogs. **Revista Científica Fazer**, v. 1, n. 1, p. 1-15, 2013.

SCHULTZ, D.; DUFFIELD, S.; RASMUSSEN, S. C.; WAGEMAN, J.; Effects of the Flipped Classroom Model on Student Performance for Advanced Placement High School Chemistry Students, **Journal of Chemical Education**, 91 (9), 1334-1339, 2014.

SEERY, M. K. 2015. Flipped learning in high education chemistry: emerging trends and potential directions. **Chemistry Education Research and Practice**, 16, 758 – 768, 2015.

SILVA, Bento Duarte da. **Tecnologias de Educação: ensinando e aprendendo com a TIC.** In: SALGADO, Maria Umbelina Caiafa; AMARAL, Ana Lúcia. (Org.). Brasília: Ministério de Educação à Distância, 2008, p.3, 197-200, 204, 206.

SOARES, M. H. F. B. **Jogos e atividades lúdicas no ensino de Química: teoria, métodos e aplicações.** XIV Encontro Nacional de Ensino de Química, Curitiba, 2008.

VALENTE, J. A. Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. **Educar em Revista**, n. 4, p. 79 – 97, 2014.

APÊNDICES

Apêndice A – Questionário inicial

QUESTIONÁRIO INICIAL

Olá prezados estudantes! Este questionário inicial é de caráter não obrigatório e tem objetivo coletar dados que serão analisados para um melhor planejamento de nossas atividades. Ao preencher este questionário, seu nome será colocado em sigilo e qualquer publicação de dados em congressos ou artigos científicos omitirão seus respectivos nomes. Obrigado pela participação e bons estudos.

*Obrigatório

1) Nome completo: *

Sua resposta

2) Naturalidade (cidade onde nasceu): *

Sua resposta

3) Gênero: *

Masculino

Feminino

8) Eu estou nervoso sobre o formato da sala de aula invertida porque eu nunca participei deste método.(1 - discordo fortemente; 2 - discordo; 3 - indeciso; 4- concordo; 5 - concordo fortemente). *

	1	2	3	4	5	
discordo fortemente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	concordo fortemente

9) Eu acho que resolver questões em sala de aula me ajuda na prática de resolução de questões fora da sala de aula (provas, trabalhos e ENEM).(1 - discordo fortemente; 2 - discordo; 3 - indeciso; 4- concordo; 5 - concordo fortemente). *

	1	2	3	4	5	
discordo fortemente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	concordo fortemente

10) Eu tenho um bom entendimento sobre o conteúdo de radioatividade e me sinto confortável em explicar conceitos a outros colegas.(1 - discordo fortemente; 2 - discordo; 3 - indeciso; 4- concordo; 5 - concordo fortemente). *

	1	2	3	4	5	
discordo fortemente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	concordo fortemente

11) O que você acha da idéia de "inverter" o método de ensino"

13) Eu ainda estou nervoso com o formato invertido na disciplina de Química (1 - discordo fortemente; 2 - discordo; 3 - indeciso; 4- concordo; 5 - concordo fortemente). *

	1	2	3	4	5	
discordo fortemente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	concordo fortemente

14) Como você avalia o ambiente virtual (Pbworks) utilizado por você nas aulas de radioatividade? *

- ruim
- bom
- ótimo
- excelente

15) Como você avalia os materiais utilizados nas aulas presencial e on line (textos, vídeo-aula, simulações, jogos e exercícios?) *

- ruim
- bom
- ótimo
- excelente

16) O que você achou do método da sala de aula invertida aplicada na disciplina de Química? *

Sua resposta

Apêndice C – Quiz avaliativo final

Quiz Radioatividade

Olá, caros alunos!!!

Essa atividade será pontuada pelo seu professor. Cada questão tem um valor de 0,23, totalizando 2,53 pontos.

Boa Sorte !!!

*Obrigatório

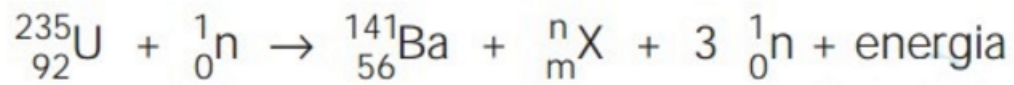
Nome: *

Sua resposta

Questão 1 - (UFSCar-2006) No dia 06 de agosto de 2005 foram lembrados os 60 anos de uma data triste na história da Humanidade. Nesse dia, em 1945, foi lançada uma bomba atômica sobre a cidade de Hiroshima, que causou a morte de milhares de pessoas. Nessa bomba, baseada no isótopo ^{235}U de urânio, uma das reações que pode ocorrer é representada pela equação nuclear não balanceada (EQUAÇÃO 1). Nesta equação X, m e n representam, respectivamente: *

- partícula alfa; 2; 4
- pósitron; 1; 0
- argônio; 18; 39,9
- criptônio; 36; 92
- bário; 56; 141.

EQUAÇÃO 1



Questão 2 - (FUVEST-2006) Em 1995, o elemento de número atômico 111 foi sintetizado pela transformação nuclear expressa na figura 1. Esse novo elemento, representado por Rg, é instável. Sofre o decaimento como apresentado na figura 2. Nesse decaimento, liberam-se apenas: *

- Nêutrons.
- Prótons
- Partículas Alfa e partículas Beta
- Partículas Beta
- Partículas Alfa

Figura 1

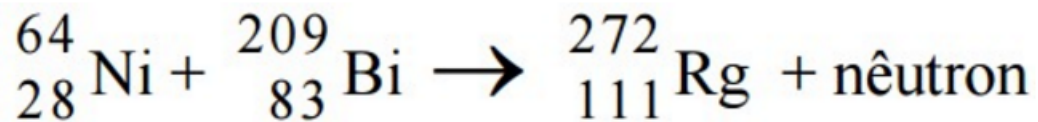
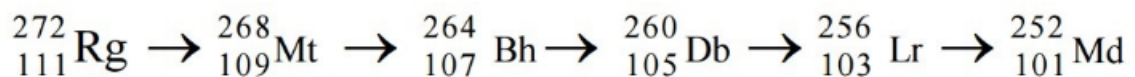


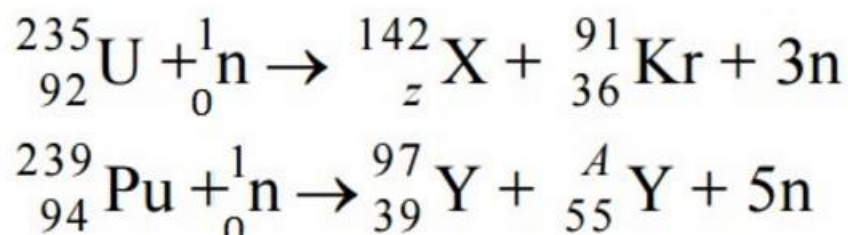
Figura 2



Questão 3 - (UNIFESP-2006) 60 anos após as explosões das bombas atômicas em Hiroshima e Nagasaki, oito nações, pelo menos, possuem armas nucleares. Esse fato, associado a ações terroristas, representa uma ameaça ao mundo. Na cidade de Hiroshima foi lançada uma bomba de urânio-235 e em Nagasaki uma de plutônio-239, resultando em mais de cem mil mortes imediatas e outros milhares como consequência da radioatividade. As possíveis reações nucleares que ocorreram nas explosões de cada bomba são representadas nas equações da figura 3. Nas equações, Z, X, A e o tipo de reação nuclear são, respectivamente, *

- 52, Te, 140 e fissão nuclear.
- 54, Xe, 140 e fissão nuclear.
- 56, Ba, 140 e fusão nuclear.
- 56, Ba, 138 e fissão nuclear.
- 56, Ba, 138 e fusão nuclear.

Figura 3



Questão 4 - (Fatec-2007) Em abril de 1986, um nome ficou na memória da humanidade: Chernobyl. Neste ano—comemoram-se os 20 anos do pior acidente da história da indústria nuclear. Supondo-se ser o Sr - 90, (cuja meia-vida é de 28 anos) a única contaminação radioativa, em 2098 a quantidade desse isótopo terá se reduzido a *

- 1/2 da quantidade inicialmente presente.
- 1/4 da quantidade inicialmente presente.
- 1/8 da quantidade inicialmente presente.
- 1/16 da quantidade inicialmente presente.
- 1/32 da quantidade inicialmente presente.

Questão 5 - (UFRJ-1998) Por decaimentos sucessivos, a partir do Rn-219 ocorrem as emissões de duas partículas alfa e uma partícula beta, originando um novo radioisótopo X. Consultando a tabela apresentada na figura 4, determine o tempo necessário para que uma massa inicial de 400 g de X seja reduzida a 100 g.

Sua resposta

Figura 4

Radioisótopo	^{206}Tl	^{207}Tl	^{209}Pb	^{211}Bi
Tempo de meia-vida	4 min	5 min	3 horas	2 min
Radioisótopo	^{213}Bi	^{223}Ra	^{225}Ac	
Tempo de meia-vida	47 min	11 dias	10 dias	

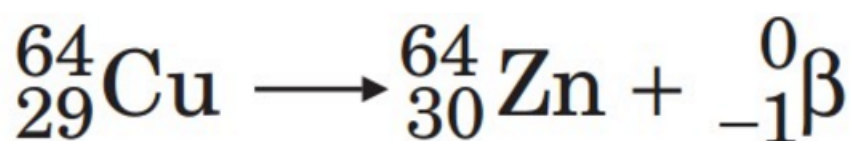
Questão 6 - (UFPB-2006) A Química Nuclear, apesar das preocupações ambientais quanto à destinação dos rejeitos nucleares, tem se tornado indispensável à vida moderna. Ela é empregada na produção de energia, na medicina, na investigação de sistemas biológicos, na datação de importantes artefatos históricos etc. Com base em conceitos da Química Nuclear, é INCORRETO afirmar: *

- O número atômico de um elemento diminui duas unidades, quando o seu núcleo emite uma partícula alfa.
- O número de massa de um elemento diminui quatro unidades, quando o seu núcleo emite uma partícula alfa.
- O número atômico de um elemento aumenta uma unidade, quando o seu núcleo emite uma partícula beta.
- O número de massa de um elemento mantém-se inalterado, quando o seu núcleo emite uma partícula beta.
- A divisão do núcleo de um átomo em dois núcleos menores, com a liberação de grande quantidade de energia, é denominada Fissão Nuclear.
- A união de núcleos atômicos originando um núcleo maior, com a absorção de grande quantidade de energia, é denominada Fusão Nuclear.

Questão 7 - (FUVEST-2007) O isótopo radioativo Cu-64 sofre decaimento β , conforme representado na figura 5. A partir de amostra de 20,0 mg de Cu-64, observa-se que, após 39 horas, formaram-se 17,5 mg de Zn-64. Sendo assim, o tempo necessário para que metade da massa inicial de Cu-64 sofra decaimento β é cerca de: *

- 6 horas
- 13 horas
- 19 horas.
- 26 horas.
- 52 horas.

Figura 5



Questão 8 - (Mack-2008) O acidente com o céσιο-137 em Goiânia, no dia 13 de setembro de 1987, foi o maior acidente radioativo do Brasil e o maior do mundo ocorrido em área urbana. A cápsula de cloreto de céσιο (CsCl), que ocasionou o acidente, fazia parte de um equipamento hospitalar usado para radioterapia que utilizava o céσιο-137 para irradiação de tumores ou de materiais sanguíneos. Nessa cápsula, havia aproximadamente 19 g do cloreto de céσιο-137 ($t_{1/2} = 30$ anos), um pó branco parecido com o sal de cozinha, mas que, no escuro, brilha com uma coloração azul. Admita que a massa total de cloreto de céσιο, contida na cápsula tenha sido recuperada durante os trabalhos de descontaminação e armazenada no depósito de rejeitos radioativos do acidente, na cidade de Abadia de Goiás. Dessa forma, o tempo necessário para que restem 6,25% da quantidade de cloreto de céσιο contida na cápsula, e a massa de cloreto de céσιο-137 presente no lixo radioativo, após sessenta anos do acidente, são, respectivamente, *

- 150 anos e 2,37g
- 120 anos e 6,25g
- 150 anos e 9,50g
- 120 anos e 9,50g
- 120 anos e 4,75g

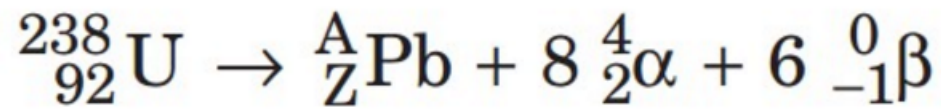
Questão 9 - (GV-2001 - Adaptada) O isótopo radioativo do hidrogênio, Trício H-3, é muito utilizado em experimentos de marcação isotópica na química orgânica e na bioquímica. Porém, um dos problemas em utilizá-lo é que sua meia-vida é de 12,25 anos, o que causa um tempo de espera longo para que se possa descartá-lo no lixo comum. Qual será a taxa de Trício daqui a 98 anos em uma amostra preparada hoje (100%): *

- 0%
- 12,55%
- 7,97%
- 0,39%
- 0,78%

Questão 10 - (Mack-2005) A equação da figura 6 representa a desintegração do radioisótopo do Urânio- 238 usado na datação de fósseis. Os valores do número atômico e do número de massa do chumbo são, respectivamente *

- 70 e 200.
- 90 e 234.
- 89 e 234.
- 82 e 206.
- 76 e 200.

Figura 6



Questão 11 - Uma amostra de carvão mineral, originado pelo soterramento de gigantescas árvores, revelou conter 12,5% do teor de carbono-14 existente na atmosfera. Há cerca de quanto tempo foi soterrada essa árvore? (Dados: Meia-vida do carbono-14 é 5.730 anos.) *

Sua resposta _____

Apêndice D – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Prezado (a) Senhor (a)

Esta pesquisa está relacionada ao Trabalho de Conclusão de Curso, intitulado “*Sala de aula invertida no ensino de Química: planejamento, aplicação e avaliação no ensino médio*” que está sendo desenvolvida pela estudante Amanda Meira de Araújo Cavalcante (matrícula 11408179) do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal da Paraíba, sob a orientação do professor Dr. Claudio Gabriel Lima Junior (matrícula SIAPE 1937438, Departamento de Química, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, UFPB, Campus I, João Pessoa – PB). O objetivo do estudo é investigar a aplicação da metodologia de ensino chamada “sala de aula invertida”, suportada por Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) no ensino médio. A finalidade deste trabalho é contribuir para uma possível melhoria de aprendizado na disciplina de Química, usando ambientes virtuais como ferramentas promissoras para um melhor processo de ensino-aprendizagem. Solicitamos o seu consentimento para realização da pesquisa, como também sua autorização para apresentar os resultados deste estudo em eventos acadêmicos e publicações científicas. Por ocasião da publicação dos resultados, o seu nome será mantido em sigilo. Informamos que essa pesquisa não oferece riscos previsíveis para a sua saúde. Esclarecemos que sua participação no estudo é voluntária e, portanto, o(a) senhor(a) não é obrigado(a) a fornecer as informações e/ou colaborar com as atividades solicitadas pelo Pesquisadores. Os pesquisadores estarão a sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.

Diante do exposto, declaro que fui devidamente esclarecido (a) e dou o meu consentimento para participar da pesquisa e para publicação dos resultados.

Assinatura do Participante da Pesquisa

Assinatura do orientador da Pesquisa

João Pessoa, ____/____/____

Caso necessite de maiores informações sobre o presente estudo, favor entrar em contato com o endereço eletrônico: claudio@quimica.ufpb.br

Apêndice E – Plano de aula

Nome do professor	Amanda		Disciplina	Química
Duração da aula	4 aulas de 45 minutos		Número de alunos	20
Modelo Híbrido	Sala de Aula Invertida			
Objetivo da aula	Compreender as diversas implicações da energia nuclear, princípios, histórico e aplicações.			
Conteúdo (s)	Radiação e radioatividade. Fenômenos radioativos. Transformações nucleares. Decaimento Radioativo. Funcionamento de uma usina nuclear. Problemas ambientais. Vantagens e desvantagens da energia nuclear. Localização dos principais elementos que constituem substâncias radioativas.			
O que pode ser feito para personalizar?	Utilização de vídeos, textos, ambiente virtual de aprendizagem e atividades em grupo.			
Recursos	-Computadores com acesso à internet: https://www.youtube.com/watch?v=OzxiQdmTD58 http://www.labvirtq.fe.usp.br/applet.asp?time=15:09:30&lom=10737 http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/20850 http://www.atividadeseducativas.com.br/index.php?id=7753			
ORGANIZAÇÃO DOS ESPAÇOS				
Espaços	Atividade	Duração	Papel do Aluno	Papel do Professor
Em casa	Leitura de Texto Responder as questões no fórum do ambiente virtual. Pesquisa sobre acidentes radioativos/ nucleares e Usinas nucleares		Desenvolver as atividades no ambiente virtual.	Oferecer instruções para a realização das atividades.
Sala de Aula	Esclarecimento de dúvidas. Jogo de perguntas e respostas sobre acidentes radioativos/ nucleares e	45 minutos	Participar das atividades em sala.	Organizar o espaço e o jogo em grupos.

	usinas nucleares.			
Em casa	Aulas sobre o conteúdo disponíveis no ambiente virtual. Deixar Fórum de dúvidas aberto.		Assistir aos vídeos sobre o conteúdo abordado e responder questões propostas.	Preparar as aulas e oferecer auxílio para eventuais dúvidas durante a realização dessa atividade.
Em sala	Dúvidas e Resolução de Exercícios de fixação.	45 minutos	Buscar compreender os conceitos abordados através da resolução de exercícios.	Sanar as possíveis dúvidas dos alunos.
Em casa	Jogo sobre energia nuclear. Resolução de Quizz.		Responder as questões presentes no quizz.	Oferecer instruções para a realização das atividades.
AVALIAÇÃO				
O que pode ser feito para observar se os objetivos da aula foram cumpridos?	<p>Aplicação de questionário contendo questões abertas e/ou objetivas sobre o conteúdo abordado.</p> <p>Aplicação de questionário para avaliar o grau de satisfação dos estudantes frente a abordagem pedagógica aplicada.</p>			

APÊNDICE F

Jogo Perguntas e Respostas

1. Em qual cidade ocorreu o acidente radioativo com Césio-137? R. Goiânia.
2. Quais as consequências da radiação emitida pelo césio-137 nos seres vivos? R. alterações genéticas que podem resultar em câncer, síndrome de down, albinismo, anemia, dentre outras.
3. O que ocasionou os danos nos reatores da usina Daiichi, em Fukushima? R. um terremoto de 9 graus na escala Richter que atingiu o país.
4. O que ocasionou o acidente nuclear em Chernobyl, na Ucrânia? R. O acidente aconteceu em razão do rompimento do reator de uma usina durante um superaquecimento, o que causou duas explosões e um incêndio de grandes proporções.
5. Qual o elemento químico utilizado para a produção de energia nas usinas nucleares? R. Urânio.
6. A central nuclear de Three Mile Island foi cenário de um acidente que atingiu o nível 5 na Escala Internacional de Eventos Nucleares, em 28 de março de 1979, a usina sofreu superaquecimento devido a um problema mecânico, mas não chegou a explodir. O que foi feito para evitar a explosão? R. os técnicos optaram pela liberação de vapor e gases.
7. Os átomos de alguns elementos químicos apresentam a propriedade de, através de reações nucleares, transformar massa em energia. Existem duas formas de aproveitar essa energia para a produção de eletricidade, quais são elas? R. Fissão e Fusão nuclear.
8. Qual a maior vantagem ambiental da geração de eletricidade por meio de usinas nucleares? R. a não utilização de combustíveis fósseis, evitando o lançamento na atmosfera dos gases responsáveis pelo aumento do aquecimento global e outros produtos tóxicos
9. Em que ano os norte-americanos lançaram duas bombas atômicas sobre as cidades japonesas de Hiroshima e Nagasaki? R. 1945.
10. Como ficou conhecido o projeto dos Estados Unidos para a construção da bomba atômica? R. Projeto Manhattan.

Pergunta bônus

Analise a tabela abaixo e responda à seguinte questão: podemos afirmar que uma usina nuclear é menos poluente que uma usina de carvão? Justifique.

COMPARAÇÃO ENTRE CENTRAIS A CARVÃO E NUCLEARES DE 1300 MWE			
Usina	Carvão		Nuclear
Capacidade instalada	2 · 650 MWe		1300 MWe
Combustível	antracita		urânio enriquecido
Consumo anual de combustível	2,8 milhões de toneladas		170 toneladas de minério de urânio
Área para mineração e rejeitos	415 ha		5 ha
Área para estocagem de combustível	25 ha (reserva de 2 meses)		alguns m ² somente
Necessidade de transporte de combustível	33 000 vagões por ano		5 caminhões por ano
Emissão anual de CO ₂ , de SO ₂ e de NOx	8 500 000 t CO ₂	12 000 t SO ₂ 6 000 t NOx	0
Rejeitos anuais	220 000 t cinzas 120 000 t cinzas volantes	70 000 t enxofre 130 000 t gesso	3,5 m ³ de rejeitos de alta radioatividade

Adaptado de: CTMSP – Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (<http://www.mar.mil.br>).

Anexo 1 – Texto: A energia que vem do átomo

A Energia que vem do Átomo

A radioatividade existe na natureza, no solo, no ar e na água, desde a formação da Terra e como consequência da interação da radiação que vem do espaço com a atmosfera.

Praticamente todos os animais têm algum material radioativo em seu corpo, em função da ingestão de alimentos e da respiração. O nível da radioatividade na natureza é geralmente bastante baixo e o uso de fontes artificiais para aplicações em atividades de interesse para os homens deve ser feito com cuidado para não criar riscos adicionais. Por isso, para evitar contaminação ou irradiação desnecessária, as atividades que envolvem o uso de radiações ionizantes, como as produzidas por fontes radioativas, são sempre realizadas dentro de regras definidas, por pessoas autorizadas e com proteção.

E os benefícios são muitos. Essa energia, se utilizada com responsabilidade, pode produzir eletricidade; ajudar no diagnóstico e na cura de doenças; esterilizar materiais para uso médico; ajudar a controlar equipamentos usados na fabricação de muitos materiais e produtos, como aço, papel ou enchimento de vasilhames de bebida.

Na geração de energia, é utilizada largamente por países como Estados Unidos, França e Japão.

A energia nuclear evita a liberação de milhares de toneladas de gases do efeito estufa, que contribui para o aumento da temperatura do planeta e consequente destruição do meio ambiente. Outro exemplo é o uso de técnicas de combate a pragas da fruticultura, como a mosca da fruta, por meio da esterilização de machos e soltura no campo, diminuindo a população do inseto com menor uso de inseticidas, que prejudicam a saúde dos consumidores e causam danos ao homem e à natureza.

Benefícios ampliados

Nos estudos com animais, por exemplo, é possível acompanhar como algumas substâncias agem no interior do organismo. Para isso, material radioativo é adicionado a rações e a outros alimentos, permitindo que o processo de digestão e aproveitamento pelo organismo seja avaliado com maior eficácia pelos pesquisadores. Em pesquisas com plantas, a melhor forma de colocação de adubação pode ser observada pelo acompanhamento da absorção de nutrientes, examinando como se distribui a radioatividade no vegetal. Da mesma maneira, a radiação pode ser utilizada para analisar características do solo, com informações úteis para a agricultura e para a prospecção de petróleo, por exemplo. O uso de material radiativo é mesmo amplo e o meio ambiente só tem a ganhar, à medida que as pesquisas evoluem para o uso consciente da natureza. É utilizado em análises e medição de poluentes, para o manejo em certas áreas; no mapeamento e na origem de vazões de água, para o uso racional do recurso. Além de interferências ambientais positivas, como a esterilização de lixo e dejetos orgânicos, no tratamento de esgoto e de lixo hospitalar.



Prata de Guarapari, ES

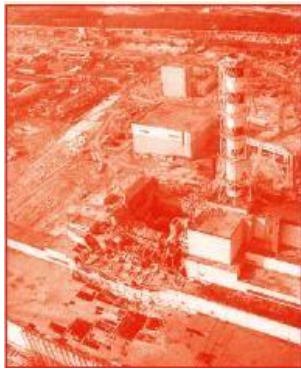


As pesquisas e as aplicações só aumentam. Aperfeiçoar a parceria e o uso racional da energia nuclear e da radioatividade na natureza é a meta.

É seguro?

Quando o assunto é energia nuclear, a segurança é o que mais cria polêmica. Um acidente pode causar muitos transtornos. Os reatores nucleares, entretanto, têm demonstrado que essa energia pode ser utilizada de forma segura.

Até hoje, houve um único acidente com reator nuclear com vítimas: o de Chernobyl, na Ucrânia, de um modelo de reator que não dispunha de todos os sistemas de segurança que hoje aparelham praticamente todos os reatores em funcionamento no mundo. Esse acidente, que causou muitas vítimas e afetou grandes áreas com a contaminação, mostrou a importância de possuir dispositivos de segurança que reatores como Angra 1 e Angra 2 já dispõem desde a sua construção.



usina de Chernobyl após o acidente e nos dias de hoje



sala de treinamento de controle de Angra 2

A geração de eletricidade por reatores nucleares é um fato em muitos países, como no Brasil, que tem dois reatores em funcionamento, e, sem dúvida, traz vantagens. Mas até que ponto essas vantagens superam os riscos?

Os Estados Unidos dispõem de 104 reatores nucleares, que geram mais energia elétrica do que todo o sistema brasileiro de geração, incluindo as hidrelétricas. O Japão, afetado de forma trágica pela energia nuclear, pois sofreu o bombardeio atômico na Segunda Guerra Mundial, dispõe de 54 reatores nucleares, que geram 25% da energia elétrica do país. Sem contar a França, que tem mais de 75% de sua energia elétrica gerada pelos 58 reatores nucleares em operação. Esses países optaram pela energia nuclear e confiam nos sistemas de segurança que têm mantido o funcionamento seguro por mais de 40 anos.

Segurança mundial

Para conviver com essa realidade, é bom saber que a segurança nuclear é sempre revista. Ela é pauta de estudos conjuntos e pesquisas feitas por vários países, que criam projetos e aperfeiçoam sistemas. Atitudes que reduzem, cada vez mais, os riscos de acidentes com reatores nucleares.

É a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) que trata da segurança mundial na utilização da energia nuclear. Por meio dela, acordos internacionais são feitos, normas e exigências de segurança são revistas. Dessa maneira, outros países ficam cientes do que é preciso fazer para gerar energia nuclear com segurança.

No Brasil, a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) tem o controle e a responsabilidade de licenciar e inspecionar as instalações que utilizam material nuclear. Esse licenciamento inclui uma análise cuidadosa de todos os procedimentos de segurança e da qualificação do pessoal que irá operar as instalações. Essa lista vai além das usinas nucleares e se estende por outras áreas que utilizam produtos radioativos, como as instalações médicas e industriais. A CNEN também capacita os profissionais que lidam com a segurança, que são credenciados e precisam ser oficialmente aprovados pela instituição.

Criados para diminuir o risco de acidentes e evitar tragédias, esses e outros órgãos mundiais existem para garantir o uso seguro dessa forma de energia. Assim, a humanidade convive cada vez menos com os sobressaltos que a hipótese de acidente nuclear poderia trazer, desfrutando de uma fonte de energia cada vez mais importante para a manutenção do desenvolvimento da humanidade.

Ivan Pedro Salati de Almeida
Coordenação Geral de Assuntos Internacionais
Comissão Nacional de Energia Nuclear