

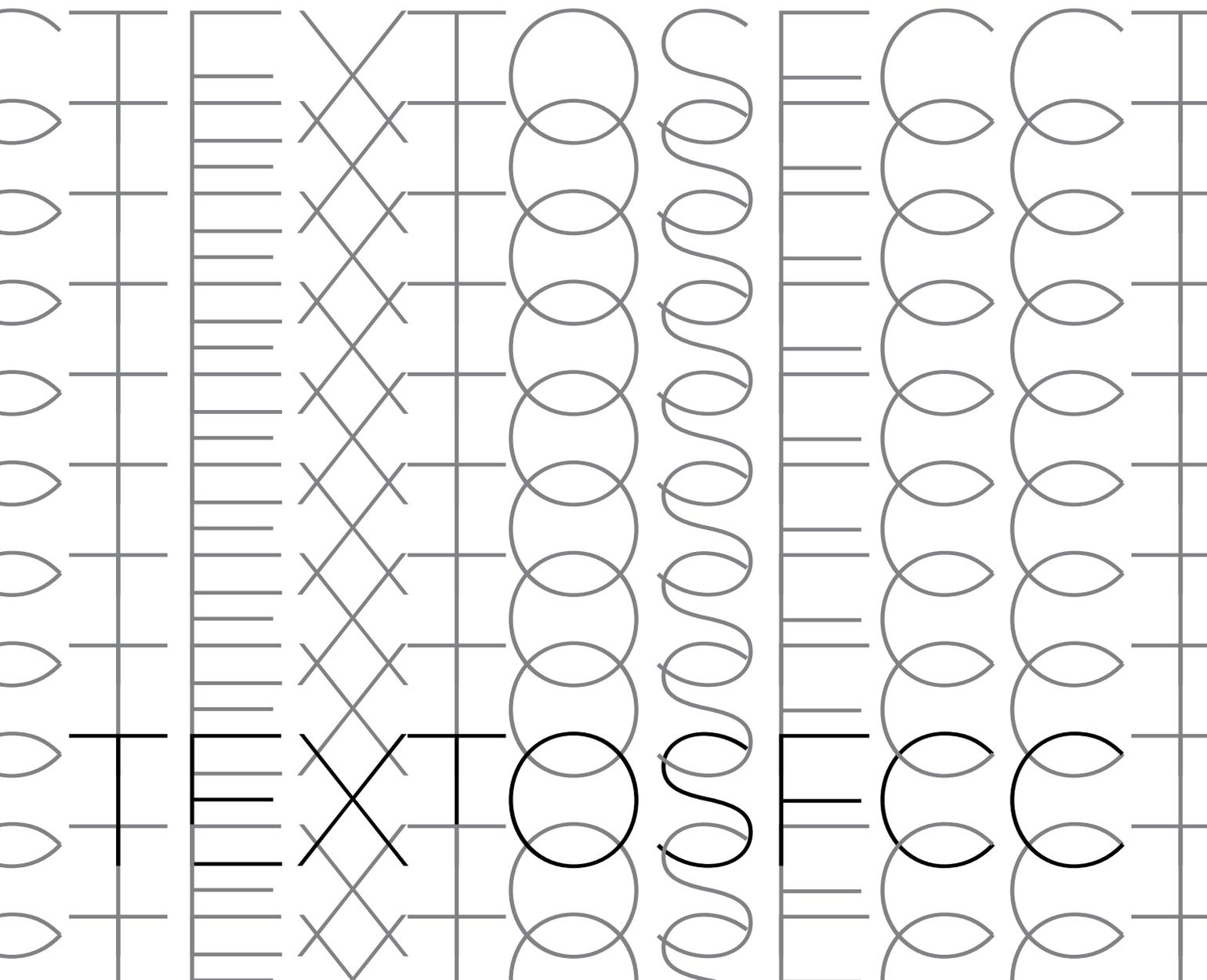
VOLUME 47 NOV. 2015

ISSN 1984-6002 e-ISSN 1984-6010

PRÊMIO PROFESSOR RUBENS MURILLO MARQUES 2015

Incentivo a quem ensina a ensinar

FUNDAÇÃO CARLOS CHAGAS



Copyright @ by Fundação Carlos Chagas

F977p FUNDAÇÃO CARLOS CHAGAS

Prêmio Rubens Murillo Marques 2015: incentivo a quem ensina a ensinar / Fundação Carlos Chagas. - São Paulo: FCC, 2015.

108 p. (Textos FCC, 47)

1 - Dramaturgias múltiplas e as culturas da infância e juventude: criação nos modos de aprender e ensinar na licenciatura em teatro da UFMG.

2 - Produção de animações com massa de modelar: *gaps* cognitivos, protagonismo e autoria em sala de aula.

3 - Radioquímica: uma disciplina articuladora de conhecimentos pedagógicos e conhecimentos específicos na licenciatura em química.

4 - Filmes como elementos motivadores para repensar o ensino de biologia: contribuições de uma disciplina.

ISBN: 1984-6002

e-ISBN: 1984-6010

1. Processo de Ensino-Aprendizagem. 2. Ciências. 3. Conhecimentos. 4. Sala de Aula. 5. Educação. I. MACHADO, Marina M. II. BOSSLER, Ana Paula. III. SALGADO, Tania Denise M. IV. SILVA, Rosana Louro F., LAHR, Daniel J. G., PINTO-DA-ROCHA, Ricardo. V. Título. VI. Série.

Ficha catalográfica elaborada
pela Biblioteca Ana Maria Poppovic - Bamp

Todos os direitos desta edição são reservados à Fundação Carlos Chagas

FUNDAÇÃO CARLOS CHAGAS

Presidente de Honra

Rubens Murillo Marques

A Fundação Carlos Chagas é uma instituição sem fins lucrativos, reconhecida como de utilidade pública nos âmbitos federal, estadual e municipal, dedicada à avaliação de competências cognitivas e profissionais e à pesquisa na área de educação. Fundada em 1964, expandiu rapidamente suas atividades, realizando, em todo o Brasil, exames vestibulares e concursos de seleção de profissionais para entidades privadas e públicas. A partir de 1971, com a criação do Departamento de Pesquisas Educacionais (DPE), passou a desenvolver amplo espectro de investigações interdisciplinares voltadas para a relação da educação com os problemas e as perspectivas sociais do país.

DIRETORIA

Glória Maria Santos Pereira Lima

Diretora Presidente

Bernardete Angelina Gatti

Diretora Vice-Presidente

Maria Helena Bottura (interina)

Diretora Administrativa

Ricardo Iglesias

Diretor de Operações Externas

Departamento de Pesquisas Educacionais

Sandra G. Unbehaum

TEXTOS FCC

Textos FCC é uma publicação que visa a disseminar dados e achados dos estudos realizados no âmbito do Departamento de Pesquisas Educacionais da Fundação Carlos Chagas (DPE/FCC) e trabalhos contemplados por prêmios conferidos pela instituição, bem como pesquisas feitas ao longo de pós-doutorados na FCC. Trata-se de textos mais extensos do que artigos acadêmicos e que oferecem, em regra, informações detalhadas sobre os procedimentos metodológicos utilizados, de forma a subsidiar outras iniciativas de especialistas e interessados.

EDITORAS RESPONSÁVEIS

Claudia Davis

Gisela Lobo B. P. Tartuce

COORDENADORA DE EDIÇÕES

Adélia Maria Mariano da S. Ferreira

ASSISTENTE EDITORIAL

Camila Maria Camargo de Oliveira

SECRETÁRIA DE EDIÇÕES

Camila de Castro Costa

PROJETO GRÁFICO

Casa Rex

DIAGRAMAÇÃO

Terracota Editora - Claudio Brites

REVISÃO

Vânia Regina Fontanesi

Fernanda A. do Nascimento Alves

APRESENTAÇÃO

ESTE NÚMERO DA COLEÇÃO TEXTOS FCC apresenta os projetos contemplados na **5ª Edição do Prêmio Professor Rubens Murillo Marques**. Esse Prêmio é uma iniciativa da Fundação Carlos Chagas (FCC) e tem por objetivo valorizar e divulgar experiências educativas inovadoras, propostas e realizadas por docentes de licenciatura, formadores de professores que irão atuar na Educação Básica.

A seleção dos vencedores em cada edição é realizada por uma comissão julgadora, composta por especialistas na área da educação, que fazem a leitura dos textos e avaliam os projetos tendo como critério o caráter inovador do trabalho e a adequação dos objetivos às ações desenvolvidas visando à aprendizagem dos estudantes. Considera-se, também, a pertinência do conteúdo em relação ao currículo da educação básica e às necessidades de aprendizagem dos alunos.

O prêmio tem ganhado divulgação na mídia, redes sociais e universidades, sendo que o número de inscritos em cada ano tem aumentado: em 2011 foram 18 projetos; em 2012, o número subiu para 43; em 2013, para 72 e em 2014, última edição do prêmio até o momento, o número de inscritos chegou a 78. Isso demonstra a valorização social e acadêmica que iniciativas como essa podem ter na sociedade brasileira.



No ano de 2015, foram inscritos 61 projetos que surpreenderam pela qualidade das experiências formativas propostas pelos professores de licenciatura das cinco regiões do país. Foram premiados dois trabalhos e outros dois projetos receberam Menção Honrosa.

O primeiro projeto que compõe esta publicação é da professora Marina Marcondes Machado, da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), intitulado “Dramaturgias múltiplas e as culturas da infância e juventude: criação nos modos de aprender e ensinar na licenciatura em Teatro da UFMG”. O trabalho, desenvolvido no curso de Teatro, teve por objetivo inovar a metodologia de uma disciplina obrigatória para licenciandos em Teatro, de modo a habilitá-los para trabalhar com inúmeras experiências dramáticas. A professora formadora transformou a ementa da disciplina, propondo atividades de natureza teórico-prática. Essas estratégias didáticas e metodológicas vivenciadas pelos licenciandos, por meio de canções, poemas, jogos, brincadeiras, literatura, etc., poderão ser replicadas em sua atuação como professores de Teatro com seus alunos da educação básica.

O segundo projeto premiado é o da professora Ana Paula Bossler, da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), com o trabalho “Produção de animações com massa de modelar: *gaps* cognitivos, protagonismo e autoria em sala de aula”. O trabalho propõe a produção de animações utilizando massa de modelar em *stop-motion* – técnica em que se obtém movimento através da sequência de fotografias – no âmbito do curso de Licenciatura em Educação do Campo. O propósito do projeto foi trabalhar com a produção de animações para levar os licenciandos a reconhecerem o potencial dessa metodologia na identificação de dificuldades de aprendizagem, equívocos conceituais e *gaps* cognitivos dos alunos. Durante o processo, houve uma reflexão sobre como as concepções de educação influenciam as escolhas dos docentes para as práticas desenvolvidas em sala de aula.

Na sequência é apresentado o trabalho que recebeu a Menção Honrosa denominado “Radioquímica: uma disciplina articuladora de conhecimentos pedagógicos e conhecimentos específicos na licenciatura em Química”, desenvolvido pela professora Tania Denise Miskinis Salgado, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), na disciplina de Radioquímica do curso de Licenciatura em Química. A intenção da proposta é que o futuro professor adquira conhecimentos básicos sobre radiações, sendo capaz de compreender e explicar fatos que frequentemente são noticiados na imprensa e na internet com relação a esse tema. Para tanto, o projeto utiliza-se de vários tipos de práticas que tem por objetivo a compreensão da relação entre a evolução histórica do conhecimento sobre a natureza dos fenômenos nucleares e a evolução histórica dos modelos atômicos, instrumentando os licenciandos para trabalhar com modelos atômicos em sala de aula no ensino médio.

Por fim, é apresentado o trabalho “Filmes como elementos motivadores para repensar o ensino de Biologia: contribuições de uma disciplina”, da professora Rosana Louro Ferreira Silva, Daniel J. G. Lahr e Ricardo Pinto-da-Rocha, da Universidade de São Paulo (USP). O projeto é voltado para licenciandos das Ciências Biológicas e está inserido na disciplina Filmes e Ensino de Biologia, tendo por objetivo levar os alunos a identificarem conceitos da biologia em mídias cinemáticas, como filmes, vídeos, curtas, etc. A proposta integrou a análise crítica de uma amostra de filmes e o uso atual da mídia na educação básica. Foram desenvolvidas sequências didáticas sobre conteúdos biológicos tendo como recurso básico o uso de mídias cinemáticas. No desenvolvimento do trabalho foi valorizado o protagonismo dos licenciandos no sentido de produzirem materiais didáticos e de articularem conceitos das ciências biológicas com questões socioculturais.

Em cada um dos quatro trabalhos aqui publicados, os formadores descreveram os recursos que utilizaram, as estratégias que precisaram desenvolver para ensinar e para avaliar, as fundamentações teóricas a que recorreram, as parcerias que buscaram constituir, tanto com seus pares, como com outras instituições e os próprios estudantes.

Desejamos que essas experiências sirvam de inspiração para que outras iniciativas interessantes sejam desenvolvidas por professores de licenciatura de todo o país. É muito promissor que práticas de ensino desenvolvidas por formadores sejam analisadas, discutidas, valorizadas, registradas e compartilhadas.

BEATRIZ DE OLIVEIRA ABUCHAIM

Pesquisadora da Fundação Carlos Chagas

PATRÍCIA CRISTINA ALBIERI DE ALMEIDA

Pesquisadora da Fundação Carlos Chagas

SUMÁRIO

DRAMATURGIAS MÚLTIPLAS E AS CULTURAS DA INFÂNCIA E JUVENTUDE: CRIAÇÃO NOS MODOS DE APRENDER E ENSINAR NA LICENCIATURA EM TEATRO DA UFMG Marina Marcondes Machado	11
Justificativa	11
Contexto	12
Objetivos	12
Conteúdos curriculares e procedimentos didáticos	13
Avaliação do processo de aprendizagem dos estudantes	17
Autoavaliação	23
Breve conclusão e anúncio de um projeto de futuro	23
Referências	24
.....	
PRODUÇÃO DE ANIMAÇÕES COM MASSA DE MODELAR: GAPS COGNITIVOS, PROTAGONISMO E AUTORIA EM SALA DE AULA Ana Paula Bossler	27
Justificativa	27
Contexto em que o trabalho está inserido	29
Objetivos	30
Conteúdos curriculares abordados e procedimentos didáticos	30
Avaliação do processo de aprendizagem dos estudantes	34
Autoavaliação do professor formador	35
Referências	36
Anexos	39

RADIOQUÍMICA: UMA DISCIPLINA ARTICULADORA DE CONHECIMENTOS PEDAGÓGICOS E CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS NA LICENCIATURA EM QUÍMICA Tania Denise Miskinis Salgado	47
Justificativa	47
Contexto do trabalho	49
Objetivos	50
Conteúdos curriculares abordados e estratégias didáticas adotadas	50
Avaliação do processo de aprendizagem dos estudantes	57
Autoavaliação do professor formador	57
Referências	59
Anexos	61

FILMES COMO ELEMENTOS MOTIVADORES PARA REPENSAR O ENSINO DE BIOLOGIA: CONTRIBUIÇÕES DE UMA DISCIPLINA Rosana Louro Ferreira Silva, Daniel J. G. Lahr e Ricardo Pinto-da-Rocha	85
Justificativa	85
Contexto em que o trabalho está inserido	86
Objetivos	87
Conteúdos curriculares abordados e procedimentos didáticos	87
Avaliação do processo de aprendizagem dos estudantes	91
Autoavaliação do professor formador	92
Referências	93
Agradecimentos	95
Anexos	97

1

DRAMATURGIAS MÚLTIPLAS E AS CULTURAS DA INFÂNCIA E JUVENTUDE: CRIAÇÃO NOS MODOS DE APRENDER E ENSINAR NA LICENCIATURA EM TEATRO DA UFMG

JUSTIFICATIVA

JUSTIFICATIVA EM MACROCOSMOS: REALIDADE CURRICULAR

A disciplina “Práticas de Ensino C: Laboratório de Práticas Teatrais Dramatúrgicas” faz parte da grade de disciplinas obrigatórias para o licenciando em Teatro da UFMG. Quando cheguei na Universidade, em junho de 2012, a docente era uma professora substituta e seu programa tinha sido desenhado com base na dramaturgia clássica, propondo aos alunos a leitura de textos densos e seu posterior fichamento, de modo que comunicassem, e discutissem em seminários, as bases teóricas do dramaturgo escolhido.

Percebi, de modo diagnóstico, o quanto a disciplina organizada daquela maneira não instrumentalizava de fato o licenciando para o ensino de dramaturgia(s) para/com seus futuros alunos crianças e jovens: semeava, sim, o interesse pela história da dramaturgia, mas não havia interlocução com a concretude do futuro profissional do aluno. Desse modo, redesenhei o programa para a ementa, para dialogar com os mundos de vida da criança e do jovem e com as culturas da infância e da juventude. Como?

¹ Professora da Licenciatura em Teatro da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte-MG; agachamento@gmail.com

Procurando propostas, a cada aula e a cada unidade programática, nas quais fossem visíveis a brincadeira e o jogo, em busca de maneiras palpáveis de um tipo de trabalho com a palavra, não necessariamente escrita (pensando inclusive nas crianças das séries iniciais do ensino fundamental, por exemplo, nas possíveis dificuldades para leitura e escrita, bem como no papel do teatro em suas vidas). Trabalhei, assim, um planejamento teórico-prático, com o viés semelhante a uma oficina ou *workshop*.

JUSTIFICATIVA EM MICROCOSMOS: EXPERIÊNCIA PESSOAL

Justifico a inovação planejada e executada na disciplina aqui referida, inicialmente, pela minha formação e biografia: trabalhei por 16 anos como professora de teatro para crianças e jovens e, ao ingressar no ensino superior como docente do curso de Teatro na Universidade Federal de Minas Gerais em 2012, me propus a decantar, filtrar, servir aos alunos de modo saboroso a experiência que vivi, seja na Casa do Ventoforte, sob supervisão do artista, diretor e dramaturgo Ilo Krugli, seja na Escola Municipal de Iniciação Artística de São Paulo (Emia-SP), em uma rica experiência colaborativa em equipe multidisciplinar. Hoje apresento aos discentes a bagagem empírica aliada aos estudos sobre as férteis relações entre infância e cena contemporânea, algo refletido no convívio durante as disciplinas lecionadas na Licenciatura em Teatro da UFMG.

Assim, impregnada por minha prática vivida de modo processual e constantemente formativo e por meio da reflexão acadêmica a partir do Mestrado em Artes (seguiram-se o Doutorado em Psicologia da Educação e o Pós-doutorado em Pedagogia do Teatro), concebi meus planos de ensino, semestre após semestre, pautada na “dor e delícia” da experiência vivida anteriormente com crianças e jovens, introduzindo o que penso ser uma nova frente no currículo dos licenciandos em teatro: a aproximação dos planos de aula e sequências didáticas às culturas da infância e da juventude locais.

CONTEXTO

O contexto desta disciplina é o curso de Teatro da Universidade Federal de Minas Gerais, habilitação Licenciatura. O curso é relativamente recente, tendo completado 17 anos em 2015. Os alunos cursam esta disciplina em sua grade obrigatória, geralmente entre o quarto ou o quinto período de estudos, sendo que os alunos da habilitação em Bacharelado também podem escolher a disciplina, em seu quadro de “disciplinas optativas”. Desde minha chegada, pós-concurso público, em meados de 2012, procuro contribuir buscando uma visão ampla e integradora da grade curricular, em busca de elos entre as diferentes disciplinas que leciono – especialmente por meio de uma bibliografia atualizada e interdisciplinar, provocando no discente o desenvolvimento de sua “poética própria”² e em diálogo contínuo com as culturas da infância e juventude brasileiras. Durante três semestres (2014 e 2015) lectionei a disciplina, com o desenhado comentado a seguir.

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

O objetivo geral da disciplina em pauta é habilitar o aluno da Licenciatura em Teatro a trabalhar inúmeras possibilidades dramatúrgicas com crianças e jovens, especialmente considerando as situações de trabalho com não atores.

² Concebendo “poética própria” como “a marca de nossa personalidade; traduz modos de ser, estar e fazer que nos delineiam, que nos deixam à vontade, perante os quais podemos dizer: neste campo, ‘estou sendo eu mesmo’”. Assim, há poética própria nos modos de expressão, de caminhar na rua, de cozinhar ou lavar louça, de brincar e de não brincar, de amar e ser amado... No campo acadêmico, a poética própria pode ser concebida como o conjunto de características de um artista ou de um autor, renomado ou iniciante [...]” (MACHADO, 2015, p. 64).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Compreender três maneiras importantes de fazer teatro e, portanto, de fazer dramaturgia: dramaturgia de texto (palavras-chave: diálogos; estrutura palco-plateia; foco na palavra); dramaturgia sociológica (palavras-chave: distanciamento; mundaneidade; foco no cunho político); e dramaturgia antropológica (palavras-chave: cotidianidade; foco no cunho biográfico e documental; teatro de pesquisa).
- b. Trabalhar em fluxo contínuo durante um semestre a capacidade criativa do discente e desenvolver sua redação nas três maneiras de fazer teatro.
- c. Compreender a importância do conhecimento das culturas da infância e da juventude para planejar, concretizar e avaliar aulas de teatro voltadas para a realidade da escola brasileira hoje.

CONTEÚDOS CURRICULARES E PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS

CONTEÚDO NO MACROCOSMOS: A EMENTA DA DISCIPLINA

A ementa contida no documento curricular oficial do curso de Teatro da UFMG para a disciplina “Práticas de Ensino C: Laboratório de Práticas Teatrais Dramatúrgicas” é bastante enxuta, a saber: “Estudo teórico-prático da dramaturgia como elemento do teatro. Aplicação teórico-prática da dramaturgia no ensino do teatro”.

CONTEÚDO NO MICROCOSMOS: LIBERDADE PARA CRIAR UM PLANO DE ENSINO

O desenho elaborado para o curso a partir da ementa, transformada em um programa, ficou da forma apresentada a seguir.

DRAMATURGIAS E PEDAGOGIA DO TEATRO / POSSÍVEIS CONCEPÇÕES E EXERCÍCIOS

Unidade I: O professor como propositor de diálogos teatrais (foco na dramaturgia de texto)

- Criar uma pequena cena a partir da letra de uma canção.
- Criar uma pequena cena a partir de um livro infanto-juvenil.
- Criar uma pequena cena a partir de uma história em quadrinhos.
- Criar uma pequena cena a partir de um poema.

Unidade II: O professor como narrador (foco na noção de comentário e de distanciamento)

- Criar uma narrativa cênica a partir de uma notícia de jornal.
- Criar uma narrativa cênica a partir de uma situação de jogo teatral vivida.
- Criar uma narrativa cênica a partir de jogos de regra (futebol, tênis, *ping-pong*, etc.).
- Criar uma narrativa cênica a partir de situações improváveis (ETs, objetos que falam, viagens subterrâneas, línguas inexistentes, etc.).

Unidade III: O professor como indutor de processos criativos (mistura de procedimentos / hibridismo das artes)

- Dramaturgias do espaço: propor a espacialidade como tema e foco principal.

- Dramaturgias da luz: propor climas e atmosferas do projeto de luz como mote para a improvisação.
- Dramaturgias do corpo: propor experiências teatrais na fronteira entre dança e teatro.
- Dramaturgias sem personagem: narrativas e leituras de textos inusitados também tornam-se possibilidades teatrais.

PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS

As aulas eram semanais³ e, no primeiro semestre de 2015, duraram das 14h às 17h40. Trabalhei de modo teórico-prático, por vezes discutindo a teoria da escola teatral a ser estudada e burilada nos exercícios, por vezes invertendo essa ordem, ao fazer na primeira metade da aula os exercícios práticos, de criação dramaturgical. Voluntários liam seus textos e comentávamos juntos. Aconteceram três momentos avaliativos, nos quais os discentes deviam entregar um exercício escrito por unidade (dramaturgia dramática / diálogos; dramaturgia épica / narrativas; dramaturgia pós-dramática / partituras corporais, dramaturgias do espaço, roteiros de improviso). Os exercícios criados por mim eram por vezes lidos anteriormente ao momento de criação dos discentes, quando eu percebia que havia dificuldade para compreender a proposta do dia, bem como o “pulo do gato” de uma estética para outra (do teatro dramático para o épico; do teatro épico para o pós-dramático).

Acredito que a inovação proposta pela reelaboração do programa da disciplina está na importância dada aos objetos da cultura:⁴ por meio de uma atenção cuidadosa a canções, poemas, jogos, brincadeiras, literatura, poesia ou quadrinhos, o aluno graduando em Licenciatura em Teatro também cria seu objeto da cultura, a saber, uma pequena cena que poderá ser trabalhada junto a seus futuros alunos, crianças ou jovens. Há também uma metalinguagem instaurada: a metodologia proposta e experienciada pelo licenciando poderá ela mesma ser proposta para seus alunos, em aulas de teatro.

Ao longo do semestre, cada estudante criou entre 13 e 15 pequenas dramaturgias autorais, início do desenrolar de seu próprio “fichário” de propostas para crianças e jovens: neste caso, propostas que envolvem dramaturgia e cotidianidade. A isso nomeio a “poética própria” de cada um: algo que, se vivido com intensidade, vigor e rigor, será também passado adiante em seus futuros planos de aula para alunos de teatro, agrupamentos nos quais o licenciando proporcionará territórios de criação entre ele e as crianças e jovens – pequenas ilhas que poderão fazer a diferença no mapa do ensino de arte para a criança brasileira.

São apresentados, a seguir, três exemplos de exercícios dramaturgical criados por mim – um referente a cada unidade –, bem como textos que mostram seus desdobramentos concretos no fazer de alunos, como resultados da proposta, semana após semana. Considerei que o concomitante trabalho criativo do professor marca uma busca por inovação, em um caminho compartilhado: andamos juntos na trilha da criação dramaturgical. Penso a Unidade I como o desenvolvimento de um trabalho a partir do texto dramaturgical de diálogos (cerne do teatro dramático), a Unidade II como um trabalho a partir do texto dramaturgical narrativo ou comentado (princípio-chave do teatro épico) e a Unidade III como um trabalho a partir da linguagem artística híbrida, de modo que os discentes exercitem o que chamo em minhas pesquisas de “roteiros de improviso”.

No momento final do curso, privilegio a dramaturgia de imagens e de construção de jogos. É interessante apontar que esta perspectiva aconteceu ao longo da experiência:

³ Exceto no primeiro semestre de 2014, quando a disciplina aconteceu noutra maneira de distribuição da mesma carga horária, em duas tardes por semana; por minha escolha, mudei para uma tarde por semana, de modo a trabalhar com um tempo dilatado a cada encontro.

⁴ Por “objetos da cultura” entendemos: “produtos refinados do exercício da criatividade [...] que contribuem cumulativamente pela sedimentação do patrimônio de realizações e experiências humanas. A experiência cultural criativa propicia uma totalização do sentimento de ser; não é só de quem escreve como a de quem emocionalmente lê, não só a de quem pinta como a de quem emocionalmente identificado contempla, não só a de quem compõe como a de quem se deixa inebriadamente envolver pela melodia, enfim, a de quem consegue, sem esquivar-se às exigências e responsabilidades que a vida e a realidade [...] impõem, preservar em si a possibilidade de surpresa, de encantamento e de ilusão” (OUTEIRAL; GRAÑA, 1991, p. 92).

quando comecei a lecionar a disciplina (primeiro semestre de 2014), os alunos surpreenderam com sua compreensão desta “outra dramaturgia” – tão atual tanto quanto polêmica, reveladora de uma noção de teatro aquém e além do uso da palavra estrito senso e de forte conexão com a corporalidade do jogador, seja ele ator ou não. Ao longo da Unidade III, os alunos foram estimulados a pensar em *mapas dramáticos*, que se assemelhassem a jogos e brincadeiras, de modo a imaginar aulas, pequenas cenas ou *performances*, com crianças e jovens da escola básica.

Sintetizo, grosso modo e para fins de melhor compreensão dos três exemplos de cenas que se seguem, que o texto do teatro dramático prima pelo uso dos diálogos, pela estrutura temporal de começo / meio / e fim e pelo conflito nuclear a ser resolvido. Já o texto do teatro épico é marcado pelo recurso de distanciamento do narrador, por ironia e por metalinguagem revelada por pausas e quebras proposicionais, em nome do fim da assim chamada “quarta parede”, enquanto o teatro pós-dramático tem sua marca no hibridismo de linguagens, no convite à *performance* e a uma atuação não representacional, o que leva a dramaturgia contemporânea a um enigma: a necessidade de ir ao encontro das potências daquilo que não é palavra dita ou escrita.

EXEMPLO DE EXERCÍCIO NA ESTÉTICA DRAMÁTICA: CENA COM DIÁLOGOS A PARTIR DA CANÇÃO Rosa de Hiroshima⁵ | Poema de Gérson Conrad e Vinícius de Moraes, musicado pelo grupo Secos & Molhados

Uma criança de quatro anos entra no elevador do hospital com sua mãe; vai no andar da maternidade, ver o nenê de sua tia que nasceu. Dentro do elevador está a Mulher Queimada.

Fecha-se, imaginariamente, a porta do elevador.

Menina, olhando para Mulher Queimada: Por que você é tão feia?

Mulher Queimada: Porque me queimei com uma bomba.

Menina: Qual o seu nome?

Mulher Queimada: Rosa de Hiroshima.

Abre a porta do elevador no andar da maternidade.

Menina: Tchau Rosa de Hiroshima! Tchau Rosa... (*murmurando*) ... sem cor sem perfume...

Mulher Queimada (*com o elevador já de porta fechada*): Tchau Menina sem ferida...

Mãe, que saiu do elevador com a Menina (*bastante constrangida*): Filha, a gente não fala para uma pessoa feia que ela é feia.

Menina: Por que?

Mãe: Quem se queimou, como ela, está triste e se recuperando...

Menina: Por que eu não chamo Rosa?

Blecaute.

⁵ “Pensem nas crianças mudas telepáticas / Pensem nas meninas cegas inexatas / Pensem nas mulheres rotas alteradas / Pensem nas feridas como rosas cálidas / Mas oh não se esqueçam da rosa da rosa / Da rosa de Hiroshima / A rosa hereditária / A rosa radioativa / Estúpida e inválida / A rosa com cirrose / A anti-rosa atômica / Sem cor sem perfume / Sem rosa sem nada.”

EXEMPLO DE EXERCÍCIO NA ESTÉTICA ÉPICA: CENA NARRADA A PARTIR DE UM ACONTECIMENTO DO COTIDIANO (OU CENA TEATRAL CRIADA A PARTIR DE UMA CENA DE RUA⁶)

Breve descrição da cena de rua

Outubro de 2014

Entra no MOVE (linha 51 do transporte público em Belo Horizonte) um vendedor de doces vestido de palhaço.

Não é um Palhaço: é um moço maquiado de palhaço, e com peruca verde. Sua roupa é comum, cotidiana. Os dizeres para vender bala são mais ou menos roteirizados: “Eu sou o Palhaço Balão-Balinha; compre balinha do Palhaço Balão”.

A meu ver é algo melancólico, quase patético, e, depois, não saía da minha cabeça, pensar que algumas pessoas, especialmente crianças, têm medo de palhaço. E se alguém dentro do MOVE tem medo de palhaço? Como fica?

No final do dia, começo da noite, estou novamente no MOVE e observo uma mãe mal humorada com um filhinho quase bebê mas brilhante de tanta animação e inteligência juntas. É do tipo sorridente que “fala com os olhos” e em gestualidade, aberto ao mundo e aos outros.

De repente...

Entra o vendedor de balas vestido de palhaço!

O menino fica impassível, em sua abertura para o mundo: observa, se contorce para acompanhar o deslocamento do moço, e ri, e sorri com os olhos, como vinha fazendo.

Nada fala para sua mãe mal humorada.

Apenas vive sua existência atenta e feliz.

Narrativa de cena imaginada

A mãe mal humorada quer que o vendedor de balas vestido de palhaço saia do MOVE – que se mova, que “saia do recinto”. O vendedor palhaço “finge que não é com ele”: vai ao fundo do ônibus, fileira por fileira; é um homem triste maquiado de palhaço que precisa vender balas e pagar suas contas:

Mãe Mal Humorada se levanta.

Menino Sorridente-Atento acompanha com os olhos.

Mãe Mal Humorada arranca a peruca verde do Falso Palhaço.

Menino Sorridente-Atento põe a mão na cabeça.

Mãe Mal Humorada aperta nariz de plástico vermelho do Falso Palhaço e o quebra.

Menino para de sorrir.

Falso Palhaço empurra Mãe Mal Humorada, que vai ao chão.

Menino se deita por cima dela.

Indignada, Mãe grita:

-- Que palhaçada!

Menino chora e seus olhos não brilham mais.

O Palhaço sumiu.

⁶ “Cena de rua” é um importante conceito introduzido por Bertolt Brecht (1998) em suas prerrogativas do teatro épico, bem como a descrição da mesma como possível forma teatral.

EXEMPLO DE EXERCÍCIO NA ESTÉTICA PÓS-DRAMÁTICA: ROTEIRO DE IMPROVISO⁷ A PARTIR DE UM PEQUENO TEXTO DO LIVRO *Akasha*

Akasha é um objeto-livro em forma de caixa que contém inúmeros fragmentos de textos: poéticos, narrativos, em forma de carta e papiro, criado e editado artesanalmente pelo artista carioca Duda Teixeira, 2004.

Para propor um roteiro de improviso para adultos, escolhi o seguinte fragmento:

Competência

Quando um franco atirador atinge uma criança no meio da testa a 40 metros de distância está acertando ou errando?

Situação / atmosfera:

Uma criança em um caixão – ou, um caixão de criança, fechado.

É um momento pré-velório: estão chegando as coroas de flores, preparação das velas, estira-se um tapete.

O primeiro a chegar: o Franco Atirador.

Roteiro de improviso

Você é o Franco Atirador diante do caixão da criança que você atingiu. Procure comunicar algo pelo olhar, pés e mãos apenas.

Procure por uma não-ação; uma não-respiração; uma presença ausente [cujo subtexto será: o paradoxo de ser o matador da criança morta e, concomitantemente, grande dificuldade em admitir que crianças morrem todos os dias, a todo momento].

AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE APRENDIZAGEM DOS ESTUDANTES

A avaliação deu-se de modo dinâmico e contínuo, pois cada encontro foi organizado de maneira que, nos últimos 40 minutos de aula, os alunos, de forma voluntária e por meio de subsequente sorteio, expusessem os exercícios criados por eles em sala de aula, e eu os comentasse, juntamente com os outros alunos: dinâmica que também trabalhou, a cada dia, o modo de narrar e criticar a escrita do outro.

Em um trabalho de duração de 15 semanas, depois de seis ou sete encontros percebe-se uma mudança significativa nas capacidades de escrita dramaturgica dos participantes: foi nítido o efeito do fazer, a cada aula, um pequeno exercício de escrita, bem como o efeito do trabalho teórico e do modo argumentativo do professor docente e do grupo, em prol da compreensão das diferenças entre o teatro de diálogos, o teatro e o narrador distanciados, o teatro pós-dramático e as possibilidades cênicas aquém e além da palavra escrita por um autor.

A cada final de unidade, os alunos entregaram como “avaliação parcial” um dos seus exercícios dramaturgicos escritos no decorrer das aulas, solicitados por mim a escolher o exercício que melhor retratava, em seus pontos de vista, o aprendizado naquela unidade do curso.

A seguir apresentam-se três exercícios, escritos por três alunos distintos, exemplares do modo de criação teatral de cada unidade discutida, agora na perspectiva do discente.

⁷ Enunciado para um exercício dramaturgico pós-dramático (para esclarecer a expressão “roteiros de improviso”, Machado, 2004, p. 51): “Crie um roteiro que convide aquele que lê ao ato de improvisar”.

EXERCÍCIO NA ESTÉTICA DRAMÁTICA: CENA COM DIÁLOGOS A PARTIR DE LIVRO *As aventuras de Alice no País das Maravilhas* | obra de Lewis Carroll.

Aluno: Geraldo L. Alves,⁸ abril de 2015

Os pés de Caio

Personagens

Caio

Pé Direito

Pé Esquerdo

(Observação: os pés serão “dublados”, por duas pessoas diferentes)

Caio (um adolescente) abre a porta do quarto e entra cansado, retira seus sapatos e se deita na cama. Blecaute. Música ao fundo que deixa entender que algo misterioso / mágico está acontecendo. A luz volta aos poucos; relógio desperta. Caio o desliga, tenta sair da cama e não consegue.

Caio: Não consigo entender o que há de errado com meus pés, eles não me obedecem a ordem de saltar da cama.

Foco de luz nos pés de Caio que estão agora descobertos na cama, suas meias têm desenhos de rostinhos, só revelados neste momento.

Pé Direito: Eu não te obedeco pelo fato de você se esquecer de mim, que te sustento a vida inteira.

Pé Esquerdo: Hoje somos dois desconhecidos para você, aliás, até os desconhecidos que você encontra na rua conseguem mais atenção que nós.

Caio: Eu me lembro de vocês sim, e até os lavo durante meu banho todos os dias!

Pé Direito: E você resume nossa relação a apenas uma lavada por dia no banho?

Pé Esquerdo: Quando você era mais novo, nós éramos degustados por você que passava horas mordendo nossos dedões...

Pé Direito: Ô Esquerdo, lembra quando o Caio nos enterrava na areia?

Pé Esquerdo: Que saudade daqueles tempos!

Pausa

Pé Direito: Aaaah, acho que descobri porque você nos esqueceu! Você cresceu demais e sua cabeça está longe de nós, você não nos vê com frequência e esqueceu de nós.

Caio: Bom, isso é verdade, eu cresci, minha cabeça está longe de vocês e agora sou forçado, pelo meu tamanho, a ver e me relacionar com outras coisas...

Pé Esquerdo: É exatamente por isso que não iremos mais andar no rumo que você quer.

Pausa

Pé Direito: Como você pode esquecer de quem te sustenta e te coloca nos lugares onde você deseja estar?

Caio: Não tenho mais idade para conversar com vocês, não consigo colocar vocês na minha boca e pessoas de minha idade se relacionam com o que é notado e desejado pelos outros...

⁸ Ficará evidente que a inspiração do aluno é o modo de escrita onírico e a exploração da estética do *nonsense* – algo escolhido por ele, o que faz sua criação original e única.

Pé Direito: Pois bem, a partir de hoje você será notado pelos outros, talvez não seja desejado, mas ficará em evidência por onde andar: você será conhecido como “o menino dos pés desobedientes”!

Pé Esquerdo: Não iremos mais onde você quer, você fez uma escolha em esquecer coisas essenciais e nós escolhemos não atender comandos de uma mente interesseira!

Caio: Não sejam tolos, vocês devem me obedecer!! Onde já se viu pés que não obedecem seu dono??

Pé Direito: E onde já se viu alguém pensar em coisas do alto e se esquecer de sua base?

Pé Esquerdo: Agora ande com suas mãos! Elas são mais lembradas que nós...

Caio: Mas elas não têm a mesma força que vocês!

Pé Esquerdo: Por mim você fica eternamente nesta cama!

Pausa

Pé Direito: Estou pensando aqui... quanto dura o eterno?

Pé Esquerdo: Às vezes apenas um segundo!

Caio: Um segundo?

Pé Esquerdo: Tudo é uma questão de metanoia.

Blecaute.

EXERCÍCIO NA ESTÉTICA ÉPICA: CENA NARRATIVA A PARTIR DE JOGO DE REGRA | BRINCADEIRA DE CRIANÇAS

Aluna: Érika Rabelo Gonçalves Branco, maio 2015

Mole Duro

Cena criada a partir da brincadeira pic-cola

Um jogador é o pegador. Quando ele toca algum participante, congela-o (e ele se torna estátua). Outro jogador pode vir e descongelá-lo, pelo toque. O pegador vencerá quando todos permanecerem congelados.

Dramaturgia narrativa a partir da brincadeira

Meninos e meninas, no início da puberdade, brincam de pic-cola, um jogador narra enquanto a ação se desenrola:

“Maria me tocou no peito e me congelou. Embora a sensação fosse de um intenso calor, os pelos arrepiaram como se sentisse frio. Joana me tocou e me descongelou. Agora estava livre, querendo ser novamente congelado por Maria. Enquanto todos dela fugiam, eu pelo contrário me aproximava, dando minha graça. Pronto, congelado novamente, ternamente congelado. Parado, vendo todos fugirem de Maria, aos berros. Pronto, Fernando me descongelou. Maria me congelou. Tassio me descongelou. Maria me congelou. *Você é bobo, não vou mais te descongelar!*, Joana falou e aquilo me deu raiva. Eu não sou bobo e faça o favor de me descongelar, pois essa é a única forma de ser novamente congelado por Maria. *Me descongela!!*, implorava a todo mundo. Tassio de dó me descongelou: última vez!, declarou. Agora então passei a jogar pra valer. Maria não poderia mais me congelar. *Que saco! Vontade de brincar de passa anel...* mas essa era a regra: fugir de Maria”.

EXERCÍCIO NA ESTÉTICA PÓS-DRAMÁTICA

Nesta estética os alunos dos três semestres surpreenderam ao criar objetos que funcionariam como disparadores do improviso: mapas; caixas; garrafa de vidro com dizeres dentro (estilo garrafa de pirata); jogos de regra e de tabuleiro; dramaturgias imagéticas. Este momento de fechamento do curso, nas três experiências (dois semestres em 2014 e primeiro semestre de 2015), foi dos mais instigantes, a tal ponto que propus a seguinte intervenção: os alunos do semestre anterior são convidados a falar de suas dramaturgias para os alunos do semestre corrente, algo que implicou uma significativa troca de saberes entre alunos; muitos deles, neste momento, mostraram-se potenciais pesquisadores em dramaturgias contemporâneas.

PRODUÇÃO DOS ALUNOS DE 2014-2015



Silhuetas-performers (criação de Daniele Pereira Amaral)



Mapa (criação de Daniella Gonçalves de Oliveira Rosa)



Jogo de tabuleiro (criação de Rafael Zanon)



Garrafa de pirata (criação de Camila Félix da Costa)

Fonte: Fotos do Acervo de Objetos criados pelos alunos/Marina Marcondes Machado 2014-2015

Crédito das fotos: Lucas Fabrício.

O trabalho dramatúrgico a seguir foi criado por Marcella Santos Araújo, aluna da segunda edição da disciplina tal como desenhada por mim (segundo semestre de 2014). A aluna incluiu uma espécie de trilha sonora a ser ouvida durante a abertura da caixa. Seguem a imagem da caixa e a transcrição de seu roteiro de improviso, pequeno brinco de mistura entre memória e nostalgia.



1. Ouça o áudio gravado em DVD.
2. Abra a caixa e descubra o que preparei para você.

Essa proposta partiu da leitura da obra de Lúcio Cardoso, Crônica da casa assassinada (2002), em que a personagem Nina é apresentada pelos olhos de outros personagens (Ana, Valdo, Demétrio, Timóteo, Alberto, Pe. Justino e André).

A imagem da caixa criada artesanalmente pela aluna, no espírito da dramaturgia de fragmentos e da estética *bricoleur*, revela grande sensibilidade: a caixa traz retratos, um (falso) colar de pérolas, um bilhete, uma carta, um livro e algumas outras miudezas – obra que materializou a união entre aspectos biográficos e ficcionais. Neste momento final do curso, os alunos são estimulados a desenvolver projetos ricos em plasticidade como mote para pesquisa de dramaturgias imagéticas, desenraizadas da literatura tradicional e da potência dos diálogos verbais.

AUTOAVALIAÇÃO

O trabalho junto aos licenciandos em teatro na disciplina “Práticas de Ensino C: Laboratório de Práticas Teatrais Dramatúrgicas” revelou-se um processo intenso, satisfatório e compensador. Adotei como premissa o estar-com, ou seja, compartilhar também meu percurso criativo, lendo alguns exercícios criados por mim, mostrados principalmente depois que todos já tivessem exibido os seus (evitando imprimir o “bom modelo” recorrente da “produção da professora”). No entanto, no caso de incompreensão do que estava sendo proposto ou discutido, por vezes lia minha criação antes da experiência prática, neste caso um recurso pedagógico intencional.

O trabalho desenvolveu-se, a cada aula, em duas etapas, apresentando ao discente um verdadeiro laboratório teórico-prático. No primeiro momento, ocorriam a exposição de teoria teatral e conversa (incluindo os temas das culturas da infância e juventude, temas cotidianos, exemplos midiáticos de modos dramatúrgicos, etc.). Após um breve intervalo, a segunda parte da aula era composta por oficinas de criação, tal como no roteiro de aulas / cronograma apresentado anteriormente: criação de pequena cena a partir de quadrinhos; criação de pequena cena a partir de um poema; criação de uma narrativa cênica a partir de um jogo tradicional; criação de uma narrativa cênica a partir de uma cena de rua; criação de um roteiro de improviso a partir das dramaturgias do espaço; e assim por diante.

Percebi que o fluxo de continuidade, ou seja, lecionar por três semestres consecutivos a mesma disciplina, me deixou bastante à vontade e mais hábil para comunicar temas complexos e relativos à história do teatro, de modo coloquial e por vezes brincante: como exigirá ser, no futuro, a prática de ensino do teatro para crianças e jovens por parte dos licenciandos.

Avalio que os acontecimentos na disciplina foram verdadeiramente reveladores da metodologia *work in process* / trabalho em processo, na qual a hierarquia professor-aluno, encenador-ator modifica-se rumo a uma qualidade horizontal que conta com o desenvolvimento de um *modus operandi* no qual todos se sentem, ao final, mais criativos, empoderados e protagonistas de seus atos performativos.⁹

Desse modo, cada licenciando que frequentou a disciplina levou na bagagem seu protagonismo, mesmo quando iniciante na escrita dramatúrgica, algo precioso a ser compartilhado como professor de teatro junto a crianças e jovens nas escolas brasileiras. Cada estudante termina o processo com a coleção de 13 pequenas cenas/jogos de sua autoria: coleção ou fichário resultado de suas poéticas e em diálogo com as culturas da infância e juventude na contemporaneidade.

BREVE CONCLUSÃO E ANÚNCIO DE UM PROJETO DE FUTURO

Concluo afirmando perceber que a Unidade III foi a de maior proveito dos licenciandos em teatro da UFMG. Faltará, nas próximas edições da disciplina, conseguir o

⁹ Os atos performativos “podem ser tanto os momentos que o adulto prepara, bem como o uso de tempos e espaços, materiais e relações, das crianças viventes. São também relações entre adultos e crianças no tempo-espaço dedicado aos âmbitos artístico-existenciais” (MACHADO, 2015, p. 58-59).

mesmo encantamento e dedicação, por parte dos discentes, em sua relação com a palavra falante, tal como propõe Maurice Merleau-Ponty (MACHADO, 2010). A palavra falante difere da palavra falada e tem o poder de transformar, sensibilizar, causar estranhamento e reflexão em nosso interlocutor. Quiçá a organização deste texto tematizando a construção da disciplina para o Prêmio Professor Rubens Murillo Marques possa significar, do ponto de vista do aluno – certamente futuro leitor deste “material didático” a ser incluído na bibliografia do curso, de agora em diante –, um convite para o adensamento da criação de sua poética própria, em gesto e palavra, rumo a um campo que se aproxima da terceira margem do rio, como sugeriu Guimarães Rosa (2001): entre-lugar que poderá significar sonho, devaneio, conhecimento sensível e novos modos de habitar as velhas margens, em embarcações que levem bagagens éticas, estéticas e políticas.

Também quero anunciar aqui que a proposta desenvolvida na disciplina “Práticas de Ensino C: Laboratório de Práticas Teatrais Dramatúrgicas” e ganhadora do Prêmio terá um fluxo de continuidade bastante rico, para além do trabalho em sala de aula, por meio de um intercâmbio com duas outras universidades federais. A partir de uma colaboração já existente entre as professoras Taís Ferreira (Universidade Federal de Pelotas – UFPEL), Luciana Hartmann (Universidade de Brasília – UnB) e eu (Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG), vamos elaborar um material didático criativo, denominado *Pequenas dramaturgias*. Este trabalho é, inicialmente, um convite meu às outras duas pesquisadoras do ensino do teatro, com base no projeto aqui discutido, e será desdobramento parcial do projeto “Pequenas Antropologias: uma proposta colaborativa de formação de educadores para o trabalho com a diversidade cultural no Ensino Fundamental” (Chamada Universal 14/2014 – CNPq), coordenado pelo Prof. Dr. Guilherme José da Silva e Sá, da UnB (área do conhecimento: Teoria Antropológica), projeto no qual já somos uma tríade de parceiras.

REFERÊNCIAS

BRECHT, Bertolt. *Estudos sobre teatro*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1998.

CAMPOS, Vilma. O texto em jogo. Disponível em: <<http://www.geocities.ws/animate032000/images/textos/otextoemjogo.htm>>. Acesso em: 4 jul. 2015.

CARDOSO, Lúcio. *Crônica da casa assassinada*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2002. (Edição comemorativa de 40 anos da primeira publicação).

FERREIRA, Taís; FALKEMBACH, Maria Fonseca. *Teatro e dança nos anos iniciais*. Porto Alegre: Mediação, 2012.

GUINSBURG, Jacó. Considerações sobre a tríade essencial: texto, ator e público. *Revista USP*, São Paulo, n. 32, p. 170-177, dez./fev. 1997.

GUINSBURG, Jacó; FERNANDES, Silvia (Org.). *O pós-dramático: um conceito operativo?* São Paulo: Perspectiva, 2008.

MACHADO, Marina Marcondes. *Cacos de infância: teatro da solidão compartilhada*. São Paulo: Annablume, 2004.

_____. *Merleau-Ponty & a educação*. Belo Horizonte: Autêntica, 2010.

_____. Só rodapés: um glossário de trinta termos definidos na espiral de minha poética própria. *Revista Rascunhos*, Uberlândia, v. 2, n. 1, p. 53-67, jan./jun. 2015. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/rascunhos/article/view/28813>>. Acesso em: 10 out. 2015.

- MENDONÇA, Guilherme. Uma teoria da prática em dramaturgia. *Cadernos PAR*, n. 2, p. 107-122, fev. 2009. Disponível em: <https://iconline.ipleiria.pt/bitstream/10400.8/208/1/art8_mendonca.pdf>. Acesso em: 4 jul. 2015.
- NICOLETE, Adélia. Criação dramaturgica a partir de jogos tradicionais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM ARTES CÊNICAS, 5., 2008, Belo Horizonte: Fapi, 2008. Disponível em: <<http://www.portalabrace.org/vcongresso/textos/pedagogia/Adelia%20Nicolete%20-%20Criacao%20dramaturgica%20a%20partir%20de%20jogos%20tradicionais.pdf>> Acesso em: 4 jul. 2015.
- OUTEIRAL, José Ottoni; GRAÑA, Roberto Barberena (Coord.). *Donald W. Winnicott: estudos*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1991.
- PAVIS, Patrice. *Dicionário de teatro*. São Paulo: Perspectiva, 1999.
- ROSA, João Guimarães. *Primeiras estórias*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2001.
- ROSENFELD, Anathol. *O teatro épico*. São Paulo: Perspectiva, 1997.
- SARMENTO, Manuel Jacinto. Uma agenda crítica para os estudos da criança. *Currículo sem Fronteiras*, v. 15, n. 1, p. 31-49, jan./abr. 2015. Disponível em: <<http://www.curriculosemfronteiras.org/vol15iss1articles/sarmiento.pdf>>. Acesso em: 6 jul. 2015.
- SARRAZAC, Jean-Pierre. O jogo dos possíveis. *A invenção da teatralidade*. Porto: Deriva, 2009.
- SPOLIN, Viola. *O jogo teatral no livro do diretor*. São Paulo: Perspectiva, 1999.

2

PRODUÇÃO DE ANIMAÇÕES COM MASSA DE MODELAR: GAPS COGNITIVOS, PROTAGONISMO E AUTORIA EM SALA DE AULA

JUSTIFICATIVA

No esforço de modificar de forma positiva a rotina escolar, educadores têm se mostrado interessados em importar para a escola produtos tecnológicos de grande sucesso no contexto não escolar. As potencialidades pedagógicas que as tecnologias digitais poderiam vir a encerrar foram precocemente vislumbradas por educadores ao constatarem o efeito encantatório do cinema sobre as pessoas, durante a exibição do filme *Viagem à Lua*, de Georges Méliès, em 1902. No Brasil, antes mesmo que a televisão passasse a compor a cena doméstica brasileira, o jornalista Roquete Pinto, ao veicular os primeiros programas de rádio em 1923, defendia a tese de que o rádio deveria ser colocado a serviço de programas culturais e educativos, ocupando-se exclusivamente de produções educativo-culturais, conforme os padrões da rádio pública europeia da época.

A história revela, contudo, que as novas tecnologias não vieram a se configurar como espaços educativos por excelência, tampouco como estratégias ou recursos pedagógicos. Embora se verifique haver um movimento significativo a favor do uso das

¹ Professora da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFMTM), Uberaba-MG; paula.bossler@gmail.com

tecnologias, na sala de aula estas têm sido ferramentas mal exploradas em suas potencialidades ou mesmo evitadas pelos educadores. A cultura escolar, impregnada de ritos de controle e engessamentos conteudistas, não apresenta brechas para a inserção das tecnologias de maneira a flexibilizar os procedimentos na sala de aula. E se as tecnologias não forem assumidas em sua dimensão plástica, tornam-se meras ferramentas, como se nossos alunos manipulassem uma tesoura para cortar nos pontilhados de um desenho predefinido pelo professor.

Atualmente, uma grande parte da comunicação humana que ocorre fora do sistema escolar baseia-se em imagens (MILLS, 2011). Em virtude do barateamento dos equipamentos digitais (câmaras fotográficas, filmadoras, computadores portáteis, p.e.) e do surgimento de aplicativos que permitem criar facilmente filmes, novas possibilidades para o uso das tecnologias em contextos educativos estão a se revelar, como o uso das animações.

As animações, que são uma apresentação rápida de uma sequência de imagens estáticas que cria a ilusão de movimento (HARRISON; HUMMELL, 2010), são uma excelente maneira de contar histórias. O que parece ser apenas brincadeira pode contribuir consideravelmente para a construção do conhecimento. Por exemplo, no evento BETT Show 2012 (*British Education, Training and Technology*), as animações apareceram como tendência de metodologia de ensino para sala de aula, com resultados já comprovados em diferentes contextos educativos (HOBAN; MCDONALD; FERRY, 2009; HOBAN et al., 2009; HUDSON, 2012).

O modelo mais estruturado para o uso das animações (*Slowmation*) – Modelo dos 5 Rs – propõe o uso das animações como reforço das aprendizagens efetuadas pelos alunos (HOBAN et al., 2009). Na experiência aqui relatada, propõe-se algo diferente: o uso das animações como deflagrador de questionamentos e reflexões que auxiliam na construção e na reconstrução do conhecimento, facilitando processos metacognitivos fundamentais para a circunscrição dos saberes e dos não saberes (PRATA-LINHARES; BOSSLER; CALDEIRA, 2015).

Além de se constituírem como excelentes formatos para contar histórias (BATESON, 1996; KAHN; MASTER, 1992), as animações podem viabilizar cenários para reflexão e discussão de qualquer tema científico susceptível de ser representado visualmente ou em três dimensões (3D).

A produção de animações com massinha de modelar em contextos escolares representa, em termos de aquisição cognitiva, mais do que compreender os processos tecnológicos envolvidos na animação. Esta é apenas uma das aprendizagens. Enquanto elaboram a história, confeccionam bonecos e cenários e imaginam o movimento em cena, os alunos expressam-se quanto aos conceitos e às representações da realidade, revelando sem traumas equívocos e enganoso. Assim, se um professor sugerir, por exemplo, a astronomia como tema, logo constatará quais alunos não percebem as diferenças de tamanho entre os planetas e o Sol ou aqueles que acreditam que na translação os planetas movimentam-se alinhados em uma única fila.

Nesse processo, o professor formador deve questionar os alunos quanto à clareza, à correção e à sequência de imagens por eles propostas na criação de suas animações – confrontando-os com falhas, erros e saltos de raciocínio na construção visual de um acontecimento ou processo de conteúdo científico. As questões propostas pelo professor, os argumentos apresentados pelos alunos como respostas a essas questões e as rodadas seguintes envolvendo o perguntar (do professor) e o responder (do aluno) revelam-se cruciais na construção, reconstrução e reorganização do conhecimento dos estudantes. Quando o aluno busca dar materialidade à teoria

organizada abstratamente, emergem equívocos conceituais e *gaps* cognitivos e ele, então, tem a oportunidade de reorganizar seu conhecimento a partir da sabatina provocativa empreendida pelo professor formador.

Além disso, o uso das animações busca oferecer aos alunos um exemplo concreto sobre como pensar o que normalmente é trabalhado apenas do ponto de vista teórico e, assim, superar um problema frequentemente referido pelos discentes das licenciaturas: a teoria está desatrelada da prática. Em outras palavras, os futuros professores não reconhecem na teoria situações práticas de sala de aula e, por vezes, colocam em questão a legitimidade das leituras teóricas empreendidas. Para muitos, a teoria é pensada em cenários artificiais que em nada se parecem com a realidade (por vezes dura) da sala de aula, são “contos de carochinha”. O que a experiência aqui descrita busca é exatamente desconstruir este mito, obrigando os futuros professores a tornarem-se protagonistas e autores de um produto que reflete as concepções dos alunos sobre educação. As animações são, portanto, uma maneira de fazer e pensar a educação.

CONTEXTO EM QUE O TRABALHO ESTÁ INSERIDO

O trabalho com as animações na formação de professores aparece em nossa trajetória como prática pedagógica desde 2004. Contudo, foi a partir de 2010, ao passar a compor o corpo docente da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), que esse trabalho passou a ser sistematizado e investigado como objeto de estudo. Alguns programas institucionais, como o Programa para a Consolidação das Licenciaturas (Prodocência) e o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (Pibid), ajudaram a disseminar a técnica entre docentes e discentes da universidade e, desde então, as animações têm acontecido em diversas disciplinas de diferentes licenciaturas, assim como em atividades extensionistas e de formação continuada de professores (Renaform).

Aqui apresentamos a experiência desenvolvida no contexto da Licenciatura em Educação do Campo, curso iniciado em julho de 2014 na UFTM. O curso acontece em regime de alternância, com as aulas em período intenso na universidade (tempo-escola) e depois com encontros e atividades desenvolvidas pelos alunos nas comunidades (tempo-comunidade). O egresso poderá atuar na educação básica em escolas rurais ou com jovens oriundos do campo, optando pela habilitação em Ciências da Natureza ou em Matemática. Assim, ao formar professores para os anos finais do ensino fundamental e ensino médio, a Licenciatura em Educação do Campo busca contribuir para a formação de professores e educadores sem formação de nível superior que atuam ou atuarão em escolas de campo e para a inclusão social dos estudantes provenientes das comunidades rurais, considerando a realidade socioeconômica e cultural específica das populações que trabalham e vivem *no e do* campo.

O curso apresenta forte interlocução com a obra de Freire (1979), reconhecendo a necessidade de estabelecer um diálogo com os alunos acerca da educação na perspectiva da práxis libertadora e dialógica, pois “somente a partir de uma postura dialógica e corajosa, é possível ao educador ser agente na concretização de uma educação que liberte os oprimidos da ignorância em que estão imersos” (GONSAGA, 2009). Contudo, isso não significa que a Educação do Campo deva ignorar outros conhecimentos que não os estritamente necessários para a vida *do e no* campo. Por exemplo, o MST defende que a educação do campo deve ser “aberta ao mundo” (GONSAGA, 2009):

[...] insistirmos numa proposta de educação do MST não quer dizer nos fecharmos nos limites da nossa realidade imediata ou das nossas lutas

específicas. Isso não nos levaria aos objetivos maiores de mudança. Por isso é também característica essencial de nossa educação a preocupação com a abertura de horizontes de nossos/nossas estudantes, de modo que pratiquem aquele velho princípio, também filosófico, de que nada do que é humano me pode ser estranho.

É dentro dessa perspectiva de abrir-se ao mundo, ou em outras palavras, ampliar o repertório dos futuros professores, que o curso apresenta as tecnologias como diferencial, sendo tratadas especificamente em algumas disciplinas ou como suporte em outras.

Essa experiência levou os alunos a refletirem sobre concepções e práticas a partir da produção de filmes de animação, considerando o cenário constituído pelo trabalho conjunto das disciplinas de Introdução às Tecnologias Digitais e de Teorias da Educação.

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Utilizar a produção de animações como cenário reflexivo para a deflagração de questões sobre como as concepções de educação determinam/influenciam as escolhas dos professores para as práticas desenvolvidas em sala de aula.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Promover a ampliação do repertório dos discentes quanto às práticas em sala de aula relacionadas ao uso das tecnologias, indo além das ferramentas usualmente conhecidas e disseminadas.
- Oferecer instrumentos para que os alunos possam trabalhar com a produção de animações com massa de modelar, por meio da técnica *stop motion*.
- Produzir animações com finalidade educativa, subsidiados por elementos que deflagrem a reflexão e a discussão sobre as temáticas científicas em causa.
- Compartilhar as animações produzidas, fomentando o debate e a ressignificação de conceitos.
- Disponibilizar as animações produzidas em nichos virtuais (*blogs* e Youtube), contextualizando as situações de criação.
- Incentivar que os alunos analisem criticamente as imagens utilizadas nos livros didáticos e vídeos, especialmente aquelas que buscam ilustrar e melhorar a compreensão de conceitos da ciência.

CONTEÚDOS CURRICULARES ABORDADOS E PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS

A experiência educativa aqui descrita aconteceu durante as aulas das disciplinas Introdução às Tecnologias Digitais e Teorias da Educação, de maneira que uma atividade prática realizada na primeira disciplina subsidiou as discussões de parte dos conteúdos previstos na segunda disciplina, no tempo-escola de janeiro de 2015.

A produção de animações com massa de modelar corresponde à atividade prática realizada na disciplina Introdução às Tecnologias Digitais no cômputo dos conteúdos curriculares relacionados a:

- estudo prático dos recursos computacionais mais usualmente aplicados na educação (editor de texto, planilha eletrônica e outros – aqui foram inseridas as animações);
- computador como recurso tecnológico no processo de ensino-aprendizagem.

Já na disciplina de Teorias da Educação, os conteúdos curriculares recuperados para a discussão envolviam:

- visão de mundo, paradigma educacional emergente e diferentes concepções de educação.

Vale destacar que, para além dos conteúdos curriculares acima elencados, a experiência aqui descrita pode envolver outros níveis de aprendizagem. Por exemplo, com relação aos conteúdos abordados na produção da animação, é suposto ocorrer aprendizagens de caráter técnico (produzir a animação propriamente dita), artístico (o uso das imagens no ensino de Ciências, estereótipos, criatividade), comunicacional (contrato de comunicação, aspectos dialógicos do filme) e dos conteúdos de Ciências (na experiência aqui apresentada, por exemplo, temáticas ligadas à germinação de sementes e ao uso racional da água).

Assim, com a intenção de estimular os alunos a pensarem sobre concepções de educação e possíveis práticas a partir da produção de animações, na disciplina de Introdução às Tecnologias Digitais, as animações foram realizadas de acordo com as seguintes etapas.

1. Contextualização: apresentação de uma breve história das animações – com especial incidência sobre o uso de narrativas nos processos de aprendizagem (BATESON, 1996) – e o passo a passo da técnica de *stop motion* (BOSSLER, 2010). Aproveita-se ainda para discutir o conceito de educativo em sala de aula e em outros suportes (“Será que há situações educativas características ou é sempre possível aprender algo, independentemente do contexto ser o escolar ou educativo?”).
2. Elaboração do roteiro (ou do *storyboard*): o professor ajuda os alunos a escolherem o tema e a definirem a história tendo em atenção o tempo disponível para a realização da tarefa e que resulte em um vídeo de 20 segundos. Assim, para esse primeiro exercício, produzir um filme que retrate o ciclo de vida de uma borboleta é inviável, e o aluno deverá restringir seu filme a apenas uma fase do fenômeno (uma única cena – a saída do casulo, por exemplo).
3. Confecção dos modelos e cenários: os conteúdos relacionados ao conhecimento na área do ensino de Ciências são, nessa etapa, fortemente trabalhados. O professor circula entre os alunos (organizados em grupos) empreendendo uma sabatina provocativa, confrontando-os com falhas, erros e saltos de raciocínio na construção visual de um acontecimento ou processo de conteúdo científico (BOSSLER; CALDEIRA, 2013; CALDEIRA; BOSSLER, 2013). Essa etapa é, portanto, deflagradora de questionamentos, reflexões e discussões, considerados fundamentais para a construção de novos conhecimentos ou para a reconstrução de conhecimentos preexistentes. Os princípios usados na abordagem dessas questões pelo professor são embasados na práxis educativa de Paulo Freire (1979) – prática em que o educador parte do conhecimento do aprendiz e o auxilia no processo de construção do conhecimento colocando questões que expõem os elementos incorretos ou lacunares de seu conhecimento.

Enquanto conferem materialidade à animação, os alunos participam de um processo dialógico (FREIRE, 1979), isto é, um diálogo que se inicia nos interesses demonstrados pelos participantes (são eles que escolhem o tema de sua animação) e que se estrutura em torno desses interesses, num processo muitas vezes de questionamento maiêutico como estratégia de consolidação, reconstrução ou reconfiguração do conhecimento. Essa abordagem incentiva no aluno posições mais indagadoras, inquietas e criadoras relacionadas ao conhecimento e à construção (reconstrução/reconfiguração) do conhecimento, visando à sabedoria autêntica: “a educação é um ato de amor, por isso, um ato de coragem. Não pode temer o debate. A análise da realidade. Não pode fugir à discussão criadora, sob pena de ser uma farsa” (FREIRE, 2001, p. 104). Isto é, a sabedoria autêntica que se alcança através de processos de questionamento e de uma educação problematizadora que proporcionam aos aprendizes ações e reflexões autênticas sobre a realidade (FREIRE, 1979). Em resumo, na massa de modelar os alunos dão materialidade a seus erros. O professor aproveita-se da manifestação explícita e incontestável do que o aluno não sabe e interroga-o, com o objetivo de auxiliá-lo na construção de seu conhecimento.

4. Registro fotográfico: usando máquinas fotográficas digitais, os alunos são confrontados com a necessidade de pensarem questões básicas de fotografia (iluminação, posição dos bonecos, posição da máquina em relação aos bonecos e cenários a serem fotografados, movimento de bonecos entre fotografias, sombras e respectivas projeções nos cenários a fotografar são apenas alguns exemplos) e de obterem imagens/fotografias que, dispostas em sequência, resultem em um movimento, a animação propriamente dita. Sem essa compreensão do conceito básico de *stop motion*, o aluno por vezes faz filmetes em que as imagens são cenários que se sucedem, sem que haja o pretendido efeito de movimento.

5. Edição: etapa em que os alunos baixam as fotos nos computadores e realizam a edição utilizando um aplicativo básico para gerar filmes – por exemplo, o MovieMaker™ (BOSSLER, 2010). A aprendizagem pretendida nessa etapa é basicamente de caráter técnico.

6. Exibição e compartilhamento dos vídeos: no final da aula, os vídeos produzidos são vistos por todos os alunos. Após a visualização de cada vídeo, são retomadas as discussões feitas pelo professor formador com os autores do vídeo, socializando-se, desse modo, as aprendizagens efetuadas por cada grupo de alunos.

Os alunos produziram cinco animações. Aqui são trabalhadas três: 1) *Cadê a água I*; 2) *Cadê a água II*; e 3) *O milagre da sementinha*.²

As intervenções do professor ao longo da produção tornam o processo dinâmico e acontecem concomitantemente com o que se designa por “*gaps cognitivos*”. Os alunos são confrontados, mediante as perguntas interpostas pelo professor formador, com seus erros, falhas ou desconhecimento. São, assim, expostos à maiêutica (método socrático de questionar uma pessoa através de suas próprias conclusões – nesse caso, questionando elementos presentes ou ausentes nos bonecos e nos modelos construídos pelos alunos). A cada pergunta apresentada pelo professor formador (sempre motivada por algum elemento presente na animação), os alunos podem refazer o percurso cognitivo percorrido, revendo o conhecimento mobilizado para a produção da animação. A seguir, no Quadro 1, apresenta-se um exemplo das perguntas feitas pelo professor em diferentes momentos do trabalho dos alunos, enquanto estes produziam o filmete “O milagre da sementinha”.

² As animações podem ser vistas em <www.claymationbrasil.blogspot.com.br>.

QUADRO 1

Exemplo. Percurso maiêutico do filmete "O milagre da sementinha"

Essa semente existe ou é "inventada"? Considerando a cor, o formato... de que planta esta semente poderia ser?

As sementes têm carinhas? De que maneira colocar "carinhas" nas sementes pode ser um facilitador (ou dificultador) da aprendizagem de quem assistirá ao vídeo?

As sementes germinam enterradas ou sob a terra?

O sol tem esses raios saindo dele? Como seria uma boa representação do sol?

O que está aqui representado?

Há um ponto certo por onde a raiz nova sai da semente ou a raiz pode sair de qualquer ponto?

Que elementos são necessários para que uma semente germine: água...?

Há borboletas desse tamanho na natureza? Por que não, por que é inviável do ponto de vista da Biologia existir uma borboleta desse tamanho? As árvores é que são pequenas ou as borboletas é que são grandes?

Ao utilizar uma música que remete à década de 80 ("Planeta água", do cantor Guilherme Arantes), você acha que seu vídeo dialoga melhor com que faixa etária, ou a música não faz diferença? De que maneira a música dialoga com as imagens e que mensagem a combinação música e imagens comunica? E se a música fosse um pagode, a mensagem comunicada seria a mesma?

Faria diferença se o título fosse apenas "A sementinha"? Que diferença há entre o título "A sementinha" e "O milagre da sementinha"?

Se você visse esse filme, o que acha que aprenderia com ele? É preciso sempre aprender com os filmes?

O professor faz a pergunta, algumas vezes emenda uma segunda pergunta à primeira, e volta a circular pela sala. Quando retorna ao grupo, busca perceber se os alunos realizaram alguma alteração na animação, como resposta ao questionamento realizado no momento anterior. Outra questão é então apresentada aos alunos pelo docente. O professor formador empreende essas questões paulatinamente enquanto circula pela sala de aula, acompanhando os trabalhos de cada grupo, sem esperar respostas automáticas para as questões postas. São, sobretudo, provocações. Ao passo que algumas perguntas podem ser discutidas e respondidas a partir de um referencial teórico (por exemplo, sobre as sementes que germinam enterradas e as que ficam suspensas na planta jovem, questão que leva diretamente ao conceito de monocotiledônea/dicotiledônea), outras são apenas ponto de partida para a interlocução.

Após a finalização dos vídeos, os filmetes voltam a ser exibidos na aula da disciplina de Teorias da Educação, o que permite ampliar conexões e desdobramentos para o pensamento relacionado à temática do vídeo (ou à respectiva discussão) e aos conteúdos da disciplina de Teorias da Educação. Considerando as concepções de educação que alicerçam as teorias estudadas, busca-se identificar nos vídeos, em conjunto e separadamente, as concepções de educação ali contidas. A partir das escolhas dos alunos/produtores do vídeo (título, música, personagens presentes e excluídos, presença de outros signos como palavras/legendas explicativas, de elementos ficcionais para trabalhar ciência, por exemplo), os alunos tentam responder às seguintes questões.

- Qual concepção de educador está na animação? (Que tipo de professor arrisca-se a deixar alunos assumirem o protagonismo em sala de aula? Que professor elege uma prática nada tradicional como estratégia de ensino-aprendizagem?).
- Qual a concepção de aprendiz? (O aprendiz tem papel passivo ou ativo no processo de ensino-aprendizagem? Que dimensões cognitivas do aprendiz são valorizadas?).
- Qual a finalidade da educação suposta? (Reproduzir? Transformar? Revelar talentos? Reinventar? Ressignificar?).

A partir das questões propostas, os alunos são desafiados a construir coletivamente um quadro em que as concepções de educação presentes na prática das animações sejam identificadas. O resultado é apresentado no Quadro 2.

QUADRO 2: CONCEPÇÕES DE EDUCAÇÃO NA PRODUÇÃO DE ANIMAÇÃO

QUESTÕES ORIENTADORAS DA DISCUSSÃO	AULA: PRODUÇÃO DE ANIMAÇÕES
Qual a concepção de educador?	O educador suposto não vê o ensino-aprendizagem como transmissão de conhecimento. Ele aposta no capital cultural e cognitivo do aprendiz e não se limita a ser o sujeito que fala para um sujeito que ouve. É um educador que busca novas formas de ensinar.
Qual a concepção de aprendiz?	Ao permitir que o aluno apresente-se como autor e protagonista, a produção de animações sugere acreditar no aprendiz com papel ativo no processo de ensino-aprendizagem. Ele é protagonista, autor e pode fazer a gestão de sua aprendizagem (metacognição).
Qual a finalidade da educação suposta?	Pretende-se contribuir para a formação de um sujeito capaz de pensar por si próprio e que, conseqüentemente, venha a compor uma sociedade marcada pela criatividade, em permanente transformação.

AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE APRENDIZAGEM DOS ESTUDANTES

Para cada atividade planejada nesta experiência, trabalhou-se uma modalidade de avaliação. No Quadro 3, detalham-se as estratégias avaliativas utilizadas.

QUADRO 3: ESTRATÉGIAS AVALIATIVAS UTILIZADAS

ATIVIDADE	AVALIAÇÃO REALIZADA (EVIDÊNCIAS DAS APRENDIZAGENS EMPREENDIDAS)
Produção de animações (aula de Introdução às Tecnologias Digitais)	Animação concluída (os alunos conseguiram finalizar a animação no tempo previsto, cumprindo todas as etapas do processo?) . Registro das falas dos alunos ao longo das diferentes etapas de produção dos vídeos, em resposta aos questionamentos do professor, a partir do que ficou ancorado na memória do professor formador.
Discussão sobre concepções a partir das animações produzidas (aula de Teorias da Educação)	Quadro (Quadro 1, apresentado na seção anterior) construído coletivamente em que os alunos identificam e reconhecem nos vídeos elementos que caracterizam as concepções de educação que subsidiam o uso de animação como prática pedagógica.

A avaliação como diagnóstico da aprendizagem coincide, temporalmente, com o momento do fazer. O aluno é avaliado enquanto trabalha a animação, à medida que tem a oportunidade de ele próprio localizar e reconhecer seu erro e, a partir do diálogo com o professor, reorganizar-se com relação aos conteúdos. Ele erra, acerta e é avaliado em um só tempo, o tempo de produção da animação. Trata-se de um genuíno exercício de metacognição, quando os alunos fazem a gestão do que sabem bem, daquilo sobre o que ainda possuem dúvidas e, por isso, precisam aprender mais, e do que ainda é conhecimento a ser explorado.

Os alunos apresentam diferentes reações quando se percebem sabatinados, sendo que, de maneira geral, mesmo que resistam ao processo, acabam por admitir fragilidades conceituais e até mesmo equívocos. Sempre que podem (e possuem habilidade e tempo), refazem bonecos e cenas de maneira a aproximar as animações do universo de ideias suscitado pelo diálogo do grupo com o professor. Nos filmetes “Cadê a água I” e “Cadê a água II”, as discussões levaram inclusive os alunos a reeditarem a animação, utilizando as mesmas imagens, mas revendo a disposição e alcançando melhor resultado com relação ao conceito de *stop motion*.

O fato de a atividade não se parecer com práticas tradicionais ajuda também a criar uma atmosfera mais descontraída em que a aula quase parece uma brincadeira. O erro, que em uma situação típica de sala de aula poderia corresponder a uma avaliação ruim do aluno, é compreendido como tema para a conversa.

AUTOAVALIAÇÃO DO PROFESSOR FORMADOR

Propor aos alunos o uso das animações em sala de aula confere novo fôlego à prática docente. As animações auxiliam na reconfiguração das práticas do professor formador, de maneira a ter alunos em sala mais motivados e engajados em compreender os processos de ensino-aprendizagem. Pode-se afirmar que as animações tornam o trabalho do professor formador mais interessante e eficiente, à medida que os discentes aderem com entusiasmo ao desafio de produzir filmetes educativos para o ensino de Ciências. Além disso, se as escolas precisam ser repensadas para que se tornem lugares interessantes do ponto de vista dos jovens, o mesmo precisa acontecer nos cursos de licenciatura, espaço no qual os futuros professores são formados. Precisamos repensar não apenas disciplinas e conteúdos, mas também as práticas que realizamos e incitamos nossos alunos a reproduzirem na escola. É nesse sentido que as animações revelam-se inovadoras, pois permitem que os alunos utilizem uma linguagem que apreciam e conhecem bem para explorar novos percursos cognitivos.

Por se tratar de uma técnica simples e que não envolve equipamentos sofisticados para sua realização, os alunos reconhecem que as animações podem ser implementadas nas salas de aula reais (não aquelas dos “contos de carochinha”). A exequibilidade da atividade mesmo em situações com poucos recursos é outro fator que torna as animações interessantes para os alunos e, conseqüentemente, facilita o trabalho do professor formador.

A possibilidade de atrair o interesse dos alunos (tanto dos futuros professores quanto dos alunos com os quais eles trabalharão na educação básica) a partir das animações pode ser um caminho interessante e ainda há bastante a ser compreendido nesse contexto. Uma dificuldade encontrada pelo professor formador – já circunscrita não só ao âmbito do ensino, mas também ao da pesquisa – é o risco de as animações serem incorporadas como prática pedagógica desacompanhadas das reflexões sobre as concepções que subsidiam o universo escolar e, ainda, do potencial cognitivo da prática. Não proporcionar aos alunos esse conjunto de aprendizagens pode fazer com que as animações sejam identificadas apenas como ferramenta pedagógica para atrair o interesse dos aprendizes e alterar a rotina da sala de aula.

Anteriormente, e por isso reunimos esforços para não cair na mesma armadilha, desenvolvemos estudo envolvendo o uso de *blogs* em sala de aula com objetivos semelhantes aos das animações (BOSSLER; CALDEIRA, 2014). Com os *blogs*, verificou-se que os professores que não passavam por processos formativos sobre o tema limitavam-se a reproduzir no novo suporte o que faziam em meios convencionais. Em outras palavras, embora o *blog* constitua um cenário novo para o aprender, o aluno era obrigado a repetir a *performance* dos resumos, resenhas e citações de autores importantes na área de estudo. Considerando que o mesmo fenômeno pudesse vir a acontecer com as animações, cuidei para que os alunos fossem levados a pensar sobre as escolhas que fazem ao longo do processo e não produzissem vídeos com títulos que parecem retirados dos livros didáticos, incluam legendas explicativas ou excluam todo tipo de humor e ficção.

Outra dificuldade encontrada no uso das animações em sala de aula relaciona-se ao fato de os alunos estarem desabituaados ao protagonismo. Como professora formadora, ao deparar-me com a inércia dos alunos, precisei incluir estratégias de encorajamento para a ação e a desinibição para a criação, assombrada pelo fantasma do erro-acerto. Mesmo que muitos filmetes não ultrapassem a fronteira do previsível, pouco a pouco os alunos sentem-se mais confiantes para criar. Para isso, considero

primordial que o professor formador mantenha a coerência da proposta, confirmando, sempre que o discente estiver diante de possíveis erros, que estes são matéria-prima para a aprendizagem e correspondem a dentes na engrenagem cognitiva da metacognição.

De forma geral, considerando as animações em seus diferentes aspectos, pode-se afirmar que o trabalho com a produção de vídeos confirma a necessidade de o professor formador fomentar aprendizagens mais significativas e acompanhadas de prazer. É preciso recuperar a alegria da sala de aula, e as animações atendem a esse pressuposto, mesmo trabalhando com conteúdos científicos e levando-se em conta todos os cuidados a serem tomados.

REFERÊNCIAS

BATESON, G. *Metadiálogos*. Lisboa: Gradiva, 1996.

BOSSLER, A. P. *Animação: territórios de interlocução*. Belo Horizonte: UFMG/FAE/LEME, 2010. v. 2.

BOSSLER, A. P.; CALDEIRA, P. Z. Evidências das aprendizagens em Ciências e Biologia em atividades de produção de animação com massa de modelar usando a técnica *stop-motion*. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS, 9., Girona, 2013. *Enseñanza de las Ciencias, Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, número extra, p. 47-479, 2013. Disponível em: <http://congres.manners.es/congres_ciencia/gestio/creacioCD/cd/articulos/art_520.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2014.

_____. Professores, não façam com os blogs aquilo que fizeram com os livros. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM EUTIC, 10., Lisbon, 2014. *Proceedings: The role of ICT in the design of informational and cognitive processes*. Lisbon: CITI/FCSH/UNL, 2014. v. 1. p. 493-502.

CALDEIRA, P. Z.; BOSSLER, A. P. O uso de tecnologias para a aprendizagem em contexto do campo: formação de formadores para atuação dialógica. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO DO CAMPO E DIVERSIDADE CULTURAL, 2., Caruaru, 2013. Caruaru: Universidade Federal de Pernambuco, 2013. v. 1.

FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. 6. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

_____. *Educação como prática da liberdade*. 25. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2001.

GONSAGA, E. A. *Pedagogia da terra: o curso de licenciatura em Educação do Campo de Minas Gerais*. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2009.

HARRISON, H. L.; HUMMELL, L. J. Incorporating animation concepts and principles in STEM education. *The Technology Teacher*, v. 69, n. 8, p. 20-25, May-June 2010.

HOBAN, G. F.; MCDONALD, D. C.; FERRY, B. Improving preservice teachers' science knowledge by creating, reviewing and publishing slowmations to TeacherTube. In: SOCIETY FOR INFORMATION TECHNOLOGY & TEACHER EDUCATION INTERNATIONAL CONFERENCE – SITE, 2009, Chesapeake. *Proceedings...* Chesapeake, USA: Association for the Advancement of Computing in Education, 2009. p. 3133-3140.

HOBAN, G. F. et al. Simplifying animation to encourage preservice teachers' Science learning and teaching using "slowmation". In: FULFORD, C.; SIEMENS, G. (Ed.). *EDMEDIA World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*. Honolulu, USA: Association for the Advancement of Computing in Education, 2009. p. 2838-2847.

HUDSON, P. Practical insights into curricula integration for primary Science. *Teaching Science*, v. 58, n. 4, p. 47-50, Dec. 2012.

KAHN, T. M.; MASTER, D. Multimedia Literacy at Rowland: "A Good Story, Well Told" (the Rowland Animation Program at Rowland High School in Rowland Heights, CA). *THE Journal (Technological Horizons in Education)*, v. 19, n. 7, 1992.

MILLS, K. "Now I know their secrets": kineikonic texts in the Literacy classroom. *Australian Journal of Language and Literacy*, v. 34, n. 1, p. 24-37, 2011.

PRATA-LINHARES, M.; BOSSLER, A. P.; CALDEIRA, P. Z. Learning, Arts and Technology: creating animations in teacher education. In: ORLAND-BARAK, L.; CRAIG, C. (Org.). *Advances in Research on Teaching*. International teacher education: promising pedagogies, Part B, v. 25, p. 1878-1889. Bingley: Emerald Group Publishing, 2015.

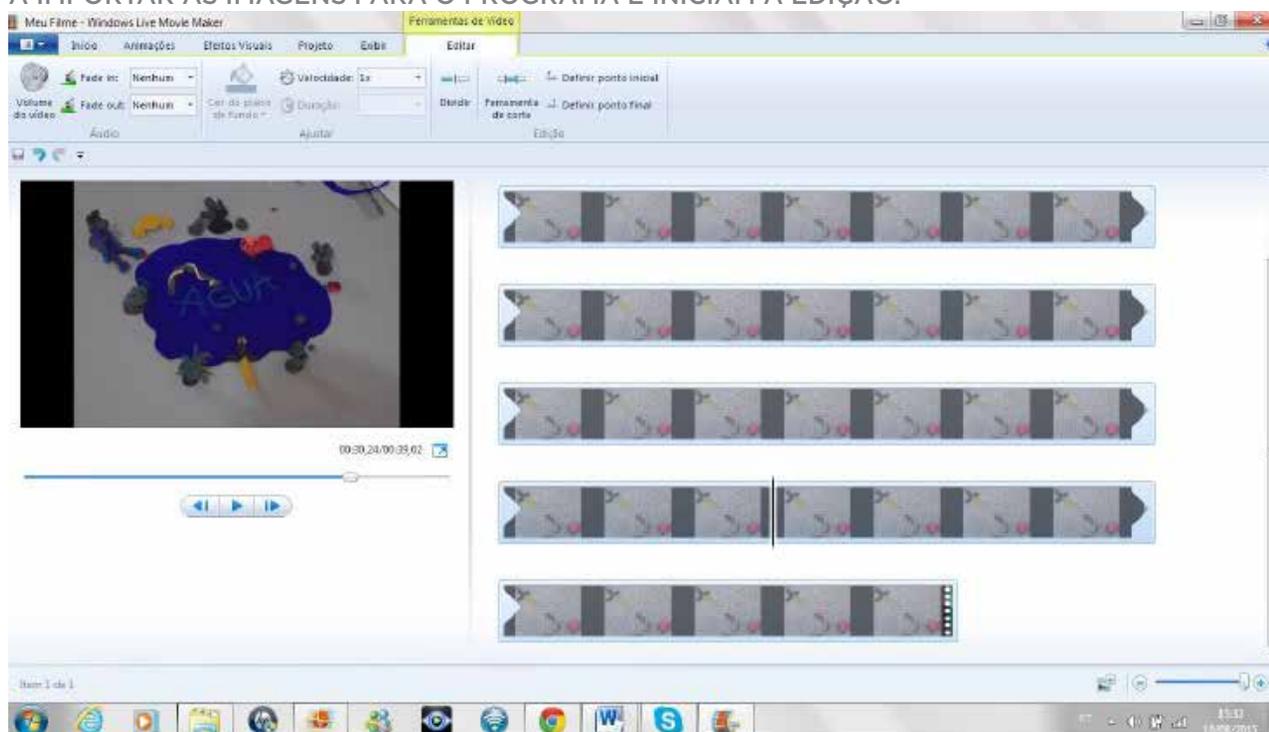
ANEXO 1

FIGURAS 1 E 2: BONECOS EM MASSA UTILIZADOS NA ANIMAÇÃO *CADÊ A ÁGUA I* E *CADÊ A ÁGUA II*. OS ALUNOS UTILIZARAM OUTROS RECURSOS ALÉM DA MASSA DE MODELAR, COMO PAPEL.



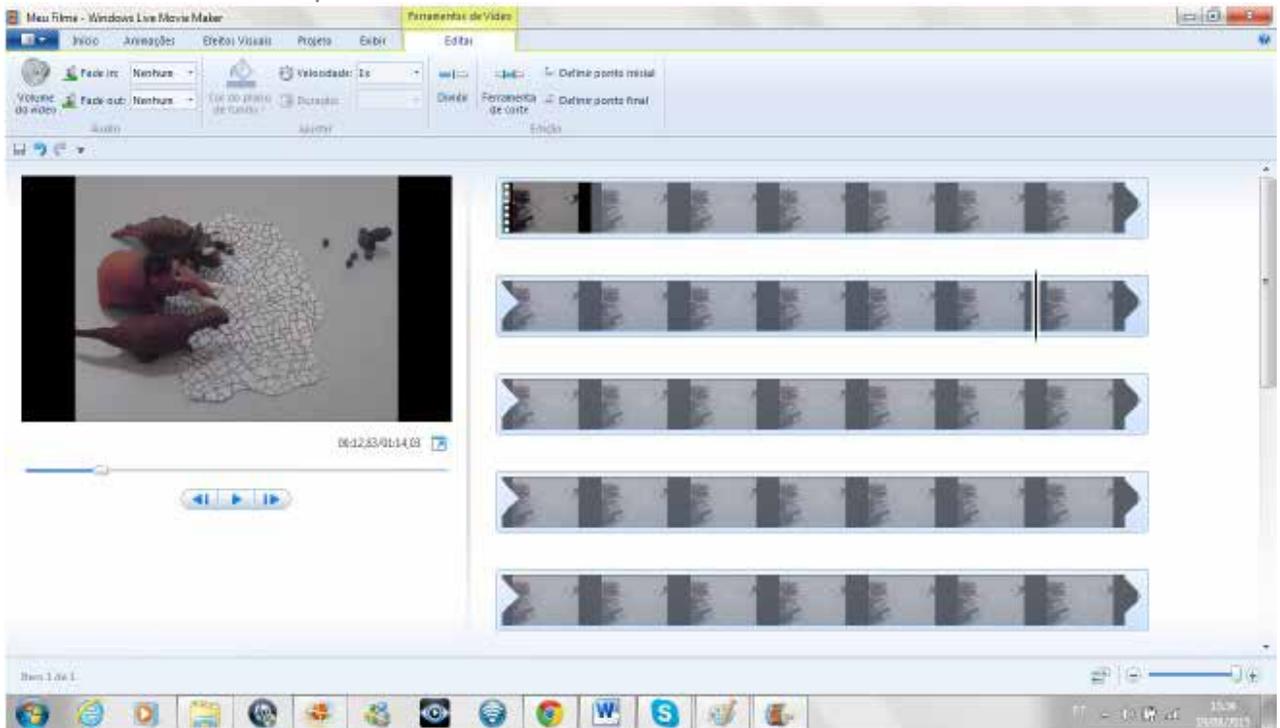
ANEXO 2

FIGURA 3: TELA DO PROCESSO DE EDIÇÃO DA ANIMAÇÃO *CADÊ A ÁGUA I*, NO PROGRAMA *MOVIE MAKER*. AQUI OS ALUNOS, DEPOIS DE SALVAREM AS FOTOGRAFIAS EM UMA PASTA, APRENDEM A IMPORTAR AS IMAGENS PARA O PROGRAMA E INICIAM A EDIÇÃO.



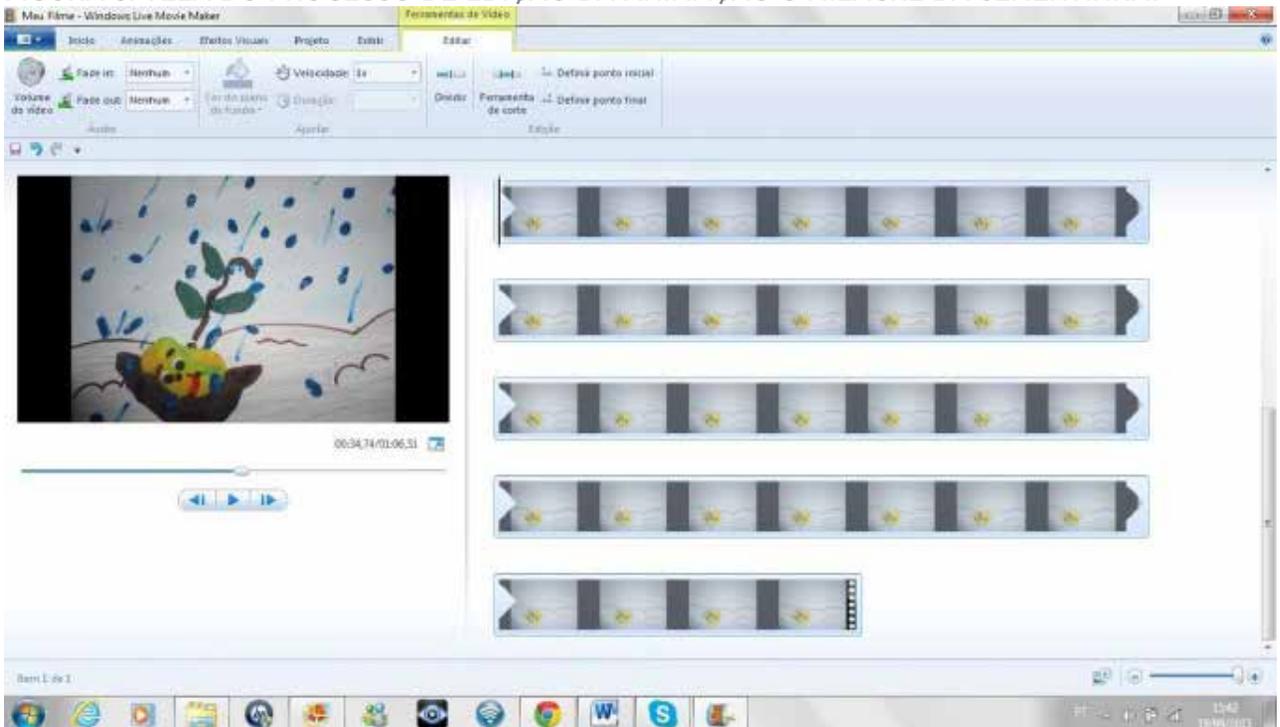
ANEXO 3

FIGURA 4: TELA DO PROCESSO DE EDIÇÃO DA ANIMAÇÃO *CADÊ A ÁGUA II*. OS ALUNOS PODEM EM SIMULTÂNEO NO CANTO ESQUERDO VISUALIZAR O VÍDEO E AVALIAR ALTERAÇÕES NA EDIÇÃO, COMO TEMPO DE EXIBIÇÃO DAS IMAGENS.



ANEXO 4

FIGURA 5: TELA DO PROCESSO DE EDIÇÃO DA ANIMAÇÃO *O MILAGRE DA SEMENTINHA*.



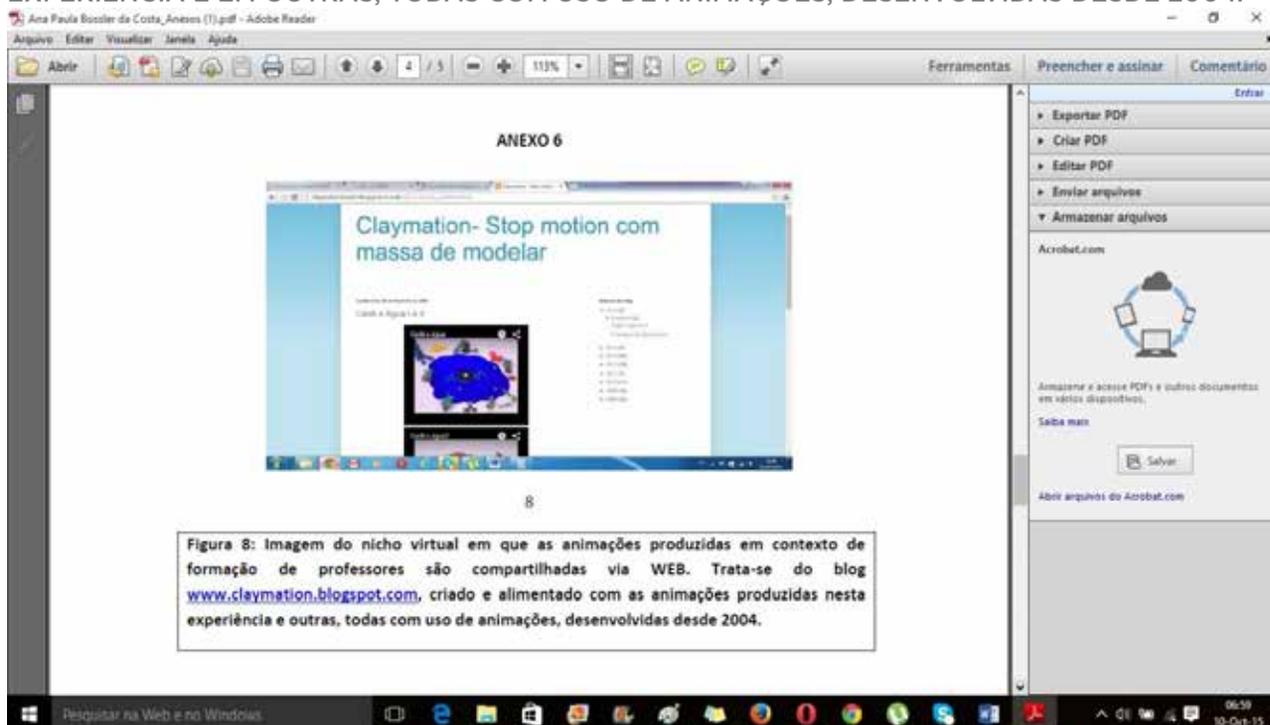
ANEXO 5

FIGURAS 6 E 7: ALUNOS REALIZANDO A ETAPA 3: CONFECÇÃO DOS MODELOS E CENÁRIOS. O PROFESSOR CIRCULA ENTRE OS ALUNOS (ORGANIZADOS EM GRUPOS) EMPREENDEDO UMA SABATINA PROVOCATIVA. ESSA ETAPA PRECEDE A ETAPA DO REGISTRO FOTOGRÁFICO. O FATO DE A ATIVIDADE NÃO SE PARECER COM PRÁTICAS TRADICIONAIS AJUDA TAMBÉM A CRIAR UMA ATMOSFERA MAIS DESCONTRAÍDA; A AULA QUASE PARECE UMA BRINCADEIRA.



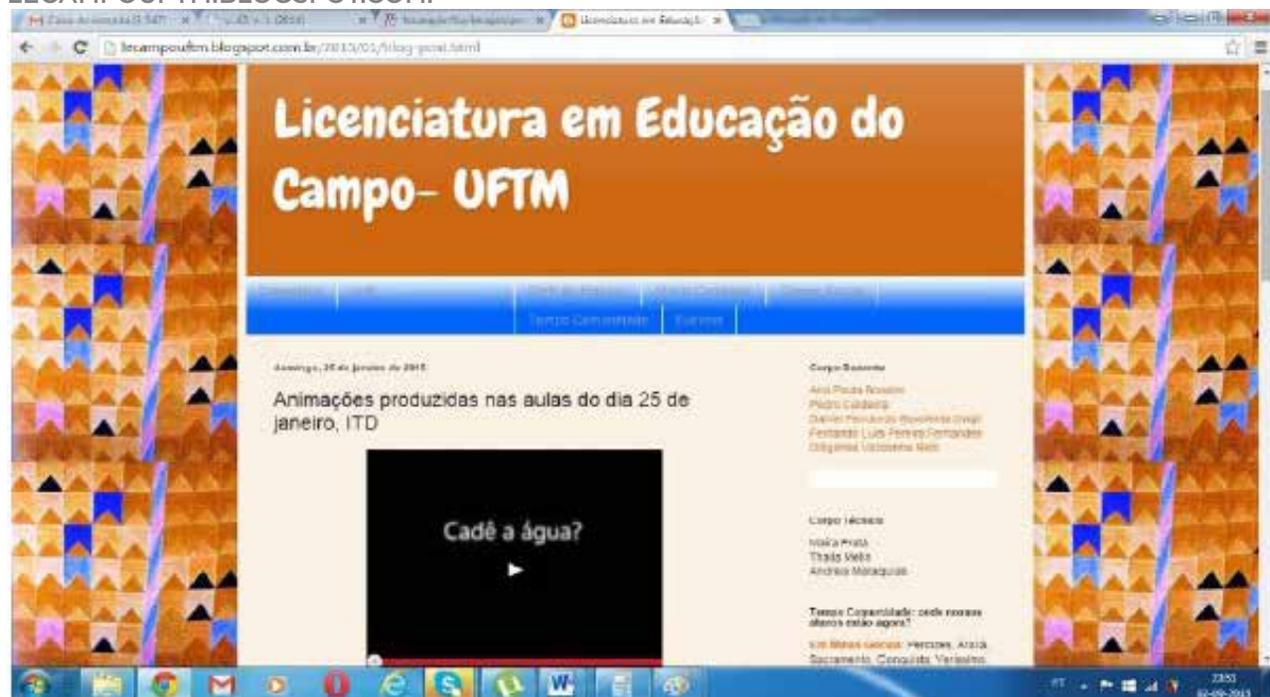
ANEXO 6

FIGURA 8: IMAGEM DO NICHU VIRTUAL EM QUE AS ANIMAÇÕES PRODUZIDAS EM CONTEXTO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES SÃO COMPARTILHADAS VIA WEB. TRATA-SE DO BLOG WWW.CLAYMATION.BLOGSPOT.COM, CRIADO E ALIMENTADO COM AS ANIMAÇÕES PRODUZIDAS NESTA EXPERIÊNCIA E EM OUTRAS, TODAS COM USO DE ANIMAÇÕES, DESENVOLVIDAS DESDE 2004.



ANEXO 7

FIGURA 9: AS ANIMAÇÕES PRODUZIDAS FORAM COMPARTILHADAS TAMBÉM NO BLOG DO CURSO DE LICENCIATURA EM EDUCAÇÃO DO CAMPO, PARA SEREM VISTAS POR TODOS OS ALUNOS DO CURSO DA UNIVERSIDADE E DE OUTRAS INSTITUIÇÕES. O ENDEREÇO DO BLOG É WWW.LECAMPOUFTM.BLOGSPOT.COM.



ANEXO 8

FIGURA 10: AS ANIMAÇÕES FORAM TAMBÉM DISPONIBILIZADAS NO CANAL YOUTUBE.



3

RADIOQUÍMICA: UMA DISCIPLINA ARTICULADORA DE CONHECIMENTOS PEDAGÓGICOS E CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS NA LICENCIATURA EM QUÍMICA

JUSTIFICATIVA

Como docente do curso de Licenciatura em Química-período noturno da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), tenho percebido que é raro ver colocados em prática, nas salas de aula de graduação, alguns dos pressupostos explicitados no Projeto Pedagógico do Curso (PPC). As disciplinas que abordam os conhecimentos específicos de Química, assim como de Matemática e de Física, em boa parte são baseadas em aulas expositivas nas quais o estudante nem sequer é convidado a se expressar, acompanhadas de métodos avaliativos que se caracterizam pela memorização de conteúdos ou de algoritmos de resolução de exercícios. Mesmo as disciplinas experimentais costumam ser pouco desafiadoras, pois em geral os experimentos são realizados de acordo com roteiros que detalham o passo a passo das atividades, seguidos da elaboração de relatórios que buscam aferir apenas a precisão com que os resultados foram obtidos. Muitas vezes, mesmo as disciplinas que discutem as questões pedagógicas são ministradas de uma forma tradicional ou pouco criativa, centrando suas atividades em aulas expositivas ou em discussões de textos propostos pelos

¹ Coordenadora do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid)/Química e professora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); tania.salgado@ufrgs.br

professores e que deveriam ter sido lidos pelos estudantes antes de cada aula – o que nem sempre acontece. Embora seja de senso comum que o futuro professor deva optar por abordagens e estratégias didáticas ditas “alternativas” quando estiver em sala de aula no ensino médio, poucas são as oportunidades que encontra de vivenciar o uso de tais estratégias durante sua formação, pois são raros os momentos em que se vence a dicotomia curricular, no dizer de McDermott (1990² apud CARVALHO; GIL-PÉREZ, 1998), entre a instrução sobre Educação e a instrução em conteúdos.

Percebi a disciplina de Radioquímica como um espaço para trabalhar conteúdos curriculares que se situam na fronteira entre a Química e a Física, de forma que os licenciandos pudessem experienciar alternativas de abordagem e avaliação condizentes com aquilo que indicam as pesquisas na área da Educação em Ciências e, particularmente, da Educação em Química. Ao mesmo tempo, as estratégias adotadas demandam a mobilização de conceitos de diferentes disciplinas anteriores, como Físico-Química, Física, Equações Diferenciais, Química Analítica, entre outras.

Tal abordagem foi criada a partir do que consta do PPC do curso de Licenciatura em Química-período noturno da UFRGS (UFRGS, 2004), no qual estão previstos diferentes tipos de atividades de ensino, como disciplinas, estágios de docência, trabalho de conclusão de curso e atividades complementares. As disciplinas que compõem o currículo do curso dividem-se em três categorias: disciplinas de conhecimentos específicos, nas quais são trabalhados aqueles conhecimentos químicos, matemáticos, físicos e outros necessários à formação de um profissional da área de Química; disciplinas pedagógicas que visam a que o estudante possa se pensar professor desde a primeira etapa de seu curso; e disciplinas articuladoras entre conhecimentos pedagógicos e conhecimentos específicos, “onde o aluno discutirá as peculiaridades relativas ao ensino da sua área específica de conhecimento, no caso, a Química” (UFRGS, 2004), articulando teoria e prática ao longo do curso. As disciplinas articuladoras atualmente presentes no currículo da Licenciatura em Química-período noturno (UFRGS, 2015) são as seguintes: Segurança em Laboratório Químico I (30 h, Etapa 1), Fundamentos de Educação Química (60 h, Etapa 6), Evolução da Química (60 h, Etapa 7), Fundamentos de Pesquisa em Educação Química (30 h, Etapa 8) e Radioquímica (60 h, Etapa 10).

O Plano de Ensino de Radioquímica (Anexo 1) apresenta entre seus objetivos:

[...] que o aluno compreenda a relação entre a evolução histórica do conhecimento sobre a natureza dos fenômenos nucleares e a evolução histórica dos modelos atômicos, instrumentando-o para trabalhar modelos atômicos em sala de aula no ensino médio.

Por meio dos conhecimentos básicos a respeito de radiações (...) pretende-se que o aluno seja capaz de compreender e explicar muitos fatos que frequentemente são noticiados com relação a esse campo do conhecimento e possa trabalhar esses temas em uma perspectiva adequada à sala de aula do ensino básico.

Atividades em laboratório acompanharão o desenvolvimento dos aspectos teóricos, tendo como principal objetivo a construção de novos conhecimentos a partir das atividades experimentais que envolvem o manuseio de radioisótopos [...].

Nesses objetivos estão explicitados alguns pontos que, entre outros, considero fundamentais no ensino de Química: abordagem da evolução histórica do conhecimento químico; contextualização dos conhecimentos químicos; experimentação como

2 MCDERMOTT, L. C. A perspective on teacher preparation in Physics and other sciences: the need for special Science courses for teachers. *American Journal of Physics*, v. 58, n. 8, p. 734-742, 1990.

forma de construção de novos conhecimentos e desenvolvimento de habilidades; discussão dos conteúdos com o viés de sua transposição didática para o ensino médio, visto tratar-se de curso de formação de professores voltado para esse nível de ensino. Carvalho e Gil-Pérez (1998, p. 81) afirmam que a vivência de propostas inovadoras e a reflexão didática explícita, concebida numa conexão direta com as práticas docentes, constituem o núcleo integrador dos diferentes aspectos da formação docente, sendo requisitos básicos da Didática das Ciências como eixo articulador da formação de professores. Os mesmos autores (1998, p. 79) manifestam-se fortemente contrários à “mera justaposição do tratamento dos conhecimentos científicos e de uma preparação psico-sócio-pedagógica geral”. Assim, apresento aqui o relato do trabalho realizado na disciplina de Radioquímica como o resultado da confluência das duas vertentes de minha formação, a formação na área de Química, na qual sempre trabalhei com físico-química, radiações, reações nucleares e radioquímica, e a formação na área da Educação em Química, na qual iniciei meu trabalho guiada pelo educador Attico Inácio Chassot e continuei, na área de Educação Química do Instituto de Química da UFRGS, trabalhando em conjunto com o professor José Cláudio Del Pino. Nos últimos seis anos, aprofundei minha atuação na formação inicial e continuada de professores para a educação básica, pois, além de atuar como orientadora nos Estágios de Docência em Ensino de Química, passei a coordenar o Subprojeto Licenciatura em Química do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (Pibid) da UFRGS, no qual me aproximei mais diretamente da escola pública e dos discentes licenciandos em Química, o que vem contribuindo decisivamente para o aprimoramento de minhas próprias atividades didáticas em geral e, particularmente, para a disciplina que é objeto deste trabalho.

CONTEXTO DO TRABALHO

Este texto apresenta o trabalho realizado na disciplina articuladora Radioquímica, de caráter obrigatório, do curso de Licenciatura em Química-período noturno da UFRGS, ao longo dos semestres letivos 2014/1, 2014/2 e 2015/1. Nesse período, houve uma turma em cada semestre, totalizando 18 alunos. Em cada semestre, a carga de 60 horas da disciplina foi distribuída em 45 horas teóricas e 15 horas práticas. As aulas teóricas ocorreram no prédio de salas de aulas teóricas (prédio 43123) e as aulas experimentais foram realizadas no Laboratório de Química Nuclear e Radioquímica (laboratório K-114) do prédio 43131 do Instituto de Química, no *campus* do Vale da UFRGS.

Como as atividades experimentais envolvem o manuseio de radioisótopos naturais, tanto em fontes seladas como não seladas, as turmas da disciplina comportam pequeno número de alunos, já que o acompanhamento dos estudantes no laboratório requer grande atenção por parte do professor. Assim, as turmas têm, em média, seis alunos cada, sendo que para a realização dos experimentos com fontes não seladas, a turma é dividida em dois grupos de três estudantes. Enquanto um grupo realiza o experimento sob a supervisão direta do professor, o outro realiza uma atividade na modalidade a distância, também prevista no Plano de Ensino da disciplina (Anexo 1). Nessas atividades, os estudantes são estimulados a produzir, de forma colaborativa, material que possa ter aplicação no trabalho com os conteúdos da disciplina quando transpostos para o ensino básico, especialmente no que se refere à interdisciplinaridade com as áreas de Biologia e Física.

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

O objetivo geral do trabalho desenvolvido na disciplina de Radioquímica do curso de Licenciatura em Química-período noturno da UFRGS é propiciar aos licenciandos a vivência de alternativas de abordagem e avaliação condizentes com as proposições da pesquisa na área da Educação em Química, mobilizando, ao mesmo tempo, conceitos de diferentes disciplinas anteriores, numa perspectiva interdisciplinar.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como objetivos específicos, pretende-se:

- que os futuros docentes sejam capazes de articular teoria e prática, mobilizando conhecimentos pedagógicos e químicos para a construção de novos conhecimentos;
- que os licenciandos compreendam a relação entre a evolução histórica do conhecimento sobre os fenômenos nucleares e a evolução histórica dos modelos atômicos;
- instrumentar o futuro professor para trabalhar modelos atômicos numa perspectiva histórica em sala de aula no ensino médio;
- que os estudantes adquiram conhecimentos básicos a respeito de radiações, de suas formas de interação com a matéria e de suas principais aplicações em diversas áreas da ciência e da tecnologia;
- propiciar a compreensão e a explicação de fatos que frequentemente são noticiados pela imprensa e até nas redes sociais com relação ao campo interdisciplinar do conhecimento que envolve as radiações;
- instrumentar o licenciando para trabalhar esses temas em uma perspectiva adequada à sala de aula do ensino básico;
- propiciar a construção de novos conhecimentos e o desenvolvimento de habilidades a partir das atividades experimentais que envolvem o manuseio de compostos contendo radioisótopos naturais.

CONTEÚDOS CURRICULARES ABORDADOS E ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS ADOTADAS

A cada semestre letivo, o Plano de Ensino das disciplinas, na UFRGS, é definido pelo professor responsável, sendo apreciado e aprovado pela chefia do respectivo Departamento e pela Comissão de Graduação (o colegiado do curso). Os conteúdos abordados na disciplina de Radioquímica, no período de 2014/1 até 2015/1, foram definidos a partir da súmula (ementa) da disciplina, estabelecida no PPC da Licenciatura em Química-período noturno (UFRGS, 2015):

A descoberta da radioatividade. A evolução histórica do conhecimento sobre a natureza dos fenômenos nucleares e sua relação com a evolução dos modelos atômicos. Natureza das radiações e sua interação com a matéria: detecção e efeitos biológicos. Manifestações químicas dos processos nucleares. Aplicações da radioatividade às técnicas químicas.

Os temas apresentados na ementa foram desdobrados no seguinte conteúdo programático, que permaneceu o mesmo ao longo dos três semestres:

1. A descoberta da radioatividade. A caracterização inicial das radiações. O avanço no entendimento dos fenômenos nucleares e sua relação com a evolução dos modelos atômicos.
2. A natureza das radiações e sua interação com a matéria. Tabela de Nuclídeos.
3. Detecção e medida das radiações.
4. Efeitos biológicos das radiações. Noções de dosimetria, proteção radiológica e blindagem.
5. Comportamento da matéria em concentrações na escala de traços. Carregadores. Técnicas radioquímicas de análise.
6. Efeitos físico-químicos de nuclídeos isotópicos e das transformações nucleares.
7. Interação dos íons com a matéria. Utilização de espalhamentos no campo nuclear para análise de materiais: noções de Espectrometria de Retroespalhamento Rutherford (RBS) e outras técnicas de análise por feixes de íons. Princípios de traçagem isotópica.

Tais conteúdos são inicialmente abordados nas aulas teóricas, com a exposição dos pontos fundamentais acompanhada de leituras, na própria sala de aula, de artigos científicos e de divulgação científica sobre os temas abordados e discussão abrangente do assunto, a qual vai se realizando à medida que os textos vão sendo lidos em voz alta pelos próprios estudantes. Essa estratégia de intercalação de exposições pelo professor com a leitura de textos surgiu como uma forma de contornar a frustração que eu sentia quando recomendava que os alunos lessem os textos antes da aula, mas verificava que eles chegavam sem tê-los lido. Assim, passei a adotar essa estratégia, que se mostrou inclusive muito mais dinâmica e eficiente para a discussão e a compreensão dos conceitos pelos estudantes, pois minhas observações e complementações a respeito do tema são feitas ao longo da leitura, no momento em que o texto o aborda, e os alunos também aproveitam a leitura para, imediatamente, esclarecerem suas dúvidas ou perguntarem sobre assuntos correlacionados.

Por exemplo, quando se estuda a cinética do decaimento radioativo, trabalha-se com o texto da revista *Química Nova na Escola* “A química do tempo: carbono-14” (FARIAS, 2002), no qual o autor discute os princípios da datação com ^{14}C e exemplifica com a datação do Sudário de Turim e dos Manuscritos do Mar Morto. Para que os graduandos se apropriem dos conceitos necessários à adequada compreensão do tema, são deduzidas as equações que representam o decaimento exponencial do número de núcleos radioativos presentes em uma amostra e de sua atividade, trabalha-se com a representação gráfica exponencial correspondente e com a forma linearizada da equação de decaimento e sua utilidade para a determinação da meia-vida. Dessa forma, o conteúdo que poderia se constituir em uma árida sequência de equações e gráficos torna-se aplicado, contextualizado e instigante para os alunos, que inclusive costumam trazer outros exemplos de datações de que já tenham conhecimento.

Essa mediação pedagógica que se estabelece permite aprofundar e ampliar os temas, o que muitas vezes altera o andamento da aula e a própria sequência de conteúdos programáticos, que passa a ser guiada pelos interesses dos estudantes e seus questionamentos. Masetto (2003, p. 47) afirma que a mediação pedagógica ocorre quan-

do o professor se coloca numa posição de mediador e facilitador da aprendizagem, estimulando e organizando os conhecimentos, não só os construídos por ele, mas também os gerados pelo aluno e por seus colegas, possibilitando que o conhecimento surgido dessa interação faça algum sentido para o aluno. O diálogo, o debate, o desafio do novo conhecimento, o estímulo à comunicação, entre outros, são aspectos fundamentais que viabilizam a mediação pedagógica. Outra faceta dessa interação é aquilo que se pode chamar de atitude de parceria e corresponsabilidade de ambos, professor e aluno, na busca da consecução de objetivos comuns, como se fosse um trabalho em equipe (MASETTO, 2003).

A seguir descreverei a abordagem de alguns dos itens do conteúdo programático.

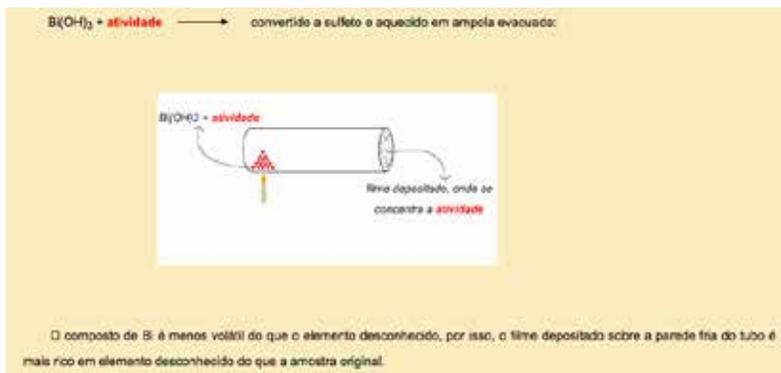
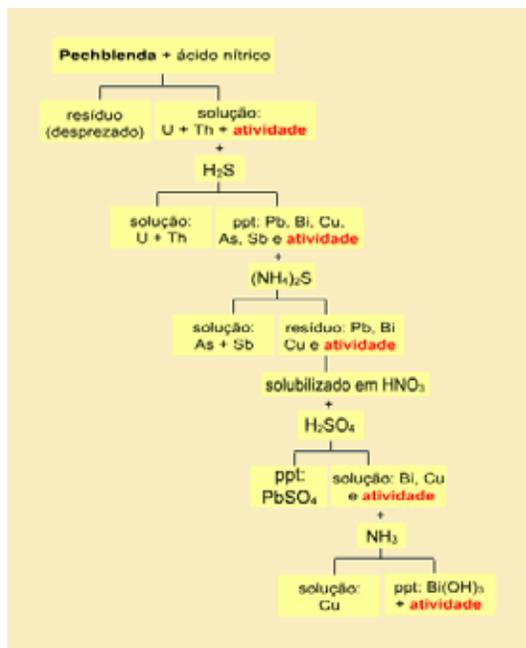
MOTIVAÇÃO INICIAL PARA OS TEMAS RELACIONADOS A RADIAÇÕES

Já no primeiro dia de aula, a apresentação da disciplina é feita a partir de reportagens de revistas semanais, jornais diários, internet, entre outras fontes, com notícias que envolvem o uso científico e tecnológico de radiações. Cada aluno recebe uma reportagem, como as mostradas no Anexo 2, são dados alguns minutos para que eles leiam os artigos e, a seguir, todos apresentam oralmente os principais tópicos abordados em suas reportagens, sendo os temas debatidos por alunos e professora. À medida que a discussão se estabelece, a professora vai anotando na lousa os temas presentes no artigo. Ao final das leituras, tem-se na lousa um panorama dos tópicos que serão abordados ao longo do semestre na disciplina e de suas inter-relações.

ABORDAGEM DOS ASPECTOS HISTÓRICOS

O primeiro tópico abordado, na aula seguinte, é a descoberta da radioatividade e a caracterização inicial das radiações. Inicia-se com a leitura dos capítulos I, II e III do livro *Dos raios-X aos quarks*, escrito por Emilio Segrè (1987), ganhador do Prêmio Nobel de Física em 1959. Esse fragmento do livro detalha os trabalhos de J. J. Thomson, como se deu a descoberta dos raios-X por W. C. Röntgen, passando pelos trabalhos de H. Becquerel e do casal Curie, para chegar até os trabalhos de Rutherford e seus colaboradores. À medida que os fatos vão se delineando, explicações a respeito da origem extranuclear dos raios-X e como são produzidos, da origem nuclear da radioatividade e de como as radiações podem ser detectadas por um filme fotográfico vão sendo agregadas, com o uso de apresentação de *slides*. Destacam-se os trabalhos do casal Curie que levaram à descoberta do polônio e ao isolamento do rádio, exemplificando-se com a marcha analítica utilizada naquele que é hoje considerado o primeiro trabalho de radioquímica da história, por ter sido o primeiro a utilizar a radioatividade como guia determinante do processo químico a ser realizado (Figura 1).

FIGURA 1: MARCHA ANALÍTICA UTILIZADA PELO CASAL CURIE PARA A DESCOBERTA DO POLÔNIO



Fonte: <http://www.iq.ufrgs.br/ead/fisicoquimica/modelosatomicos>.

Outro tópico estudado é como o avanço no entendimento dos fenômenos em nível atômico e nuclear trouxe a necessidade da evolução dos modelos atômicos. Inicia-se a abordagem por meio dos artigos “Duzentos anos da teoria atômica de Dalton” (FILGUEIRAS, 2004) e “100 anos com o núcleo atômico” (TAVARES, 2011). Cada aluno recebe, então, como tarefa extraclasse, a elaboração de uma breve apresentação sobre um dos modelos atômicos (Dalton, Thomson, Nagaoka, Rutherford, Bohr, modelo atômico atual). Na aula seguinte, essas apresentações são feitas na ordem cronológica de sua evolução. Mas a tarefa entregue aos estudantes (exemplificada no Anexo 3) instiga-os a apontarem quais ideias de cada modelo podem, ainda hoje, ser consideradas válidas e estão incorporadas no modelo atômico atual, antes de apresentarem os aspectos do modelo que se mostraram incompatíveis com novos resultados experimentais da época.

Essa abordagem busca apresentar a evolução histórica dos modelos atômicos também como uma sequência de acertos, em que cada modelo trouxe pelo menos uma contribuição que ficou incorporada no modelo atômico atual, como é o caso de Bohr, por exemplo. Geralmente é dada grande ênfase aos aspectos nos quais a teoria de Bohr falha, sem que lhe seja creditada a verdadeira importância de seu papel na evolução das ideias até a formulação do modelo quântico para o átomo (HAENDLER, 1982). Isso é importante para a formação dos futuros docentes, pois alguns livros didáticos de ensino médio costumam apresentar essa sequência de fatos como uma sequência de erros, dando ênfase às falhas de cada modelo. Mas meu entendimento é de que se deve enfatizar como cada modelo refletia o conhecimento que se tinha sobre o átomo a sua época. Nesse processo, as ideias são contextualizadas, procurando-se compreender seu significado no âmbito do pensamento característico do período estudado (PORTO, 2010).

Considero que a História e a Filosofia da Ciência têm grande importância no processo de ensino e aprendizagem de conceitos científicos, contribuindo para reverter a tendência de se qualificar a Química como uma ciência determinada, pronta, lógica e sem falhas. É importante mostrar como em uma época podem ter coexistido explicações diferentes para os mesmos fatos, por exemplo, levando o aluno a perceber

as explicações sendo alteradas, abandonadas ou mesmo retomadas, evidenciando-se, assim, o dinamismo do processo de elaboração da ciência (MARTORANO; MARCONDES, 2014).

EFEITOS BIOLÓGICOS DAS RADIAÇÕES

Esse é um tema que tem se prestado para inúmeras reportagens sensacionalistas, em diversos veículos de comunicação e também na internet. Esse tipo de reportagem contribui fortemente para a imagem negativa e para o medo que o público em geral tem de tudo o que se relaciona a radioatividade e radiações.

Para inverter essa lógica, a unidade de estudo de efeitos biológicos das radiações é introduzida por meio de uma reportagem de uma revista semanal de notícias cujo sugestivo título é “Fruteira radiante” (Anexo 4), que trata da conservação de alimentos por irradiação. Como em geral os alunos desconhecem essa técnica de conservação de alimentos, surpreendem-se com a inusitada possibilidade e imediatamente começam a expressar dúvidas. A mais frequente relaciona-se com a noção (equivocada) de que o alimento ficaria radioativo. Assim, o próximo passo é trabalhar a diferença entre contaminação e exposição à radiação, por meio da discussão do artigo “Irradiação e contaminação radioativa. Qual a diferença?” (RODRIGUES JR., 2006). A seguir, a leitura de um artigo científico a respeito de irradiação de alimentos (HERNANDES; VITAL; SABAA-SRUR, 2003) introduz vários conceitos básicos sobre efeitos biológicos das radiações, detalhando a formação de espécies reativas, como íons, radicais livres, espécies excitadas, oxidantes e redutoras, e seus efeitos sobre as moléculas que constituem os tecidos vivos. A partir daí, são tratados os demais assuntos pertinentes ao tema, como os efeitos causados para cada faixa de dose de radiação recebida por seres humanos. Mas busca-se também apresentar aplicações pacíficas e que podem trazer melhorias advindas da pesquisa tecnológica na área, desmistificando o tema.

EFEITOS FÍSICO-QUÍMICOS DE NUCLÍDEOS ISOTÓPICOS

Esse conteúdo é trabalhado na perspectiva da produção de água deuterada e do enriquecimento de urânio e seu uso em reatores nucleares, usando-se também o recurso de jornais/revistas, como é o caso da notícia sobre o processo de levitação magnética das ultracentrífugas, desenvolvido no Brasil (Anexo 5).

Esses dois temas – efeitos biológicos das radiações e reatores nucleares – são bons exemplos de questões nas quais os alunos devem mobilizar conhecimentos de Biologia e de Física, entre outros, para compreender os tópicos abordados.

ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

Certos tópicos do programa são desenvolvidos em laboratório de aulas práticas, visando ao aprofundamento dos conhecimentos, à complementação da abordagem por meio da observação experimental das propriedades das substâncias radioativas e ao desenvolvimento de habilidades relacionadas com o manuseio de radioisótopos em fontes não seladas, dedicando-se especial atenção aos procedimentos de segurança, de disposição de rejeitos e de descontaminação adequados a cada caso. Os experimentos iniciam pela familiarização do aluno com os equipamentos de detecção de radiações: tubo contador Geiger-Müller e espectrômetro de radiação gama com detector de cintilação.

O funcionamento dos detectores de radiações é abordado por meio do texto “Do elétron ao quark Top: como *ver* uma partícula elementar” (ALVES; SANTORO; SOUZA, 1995),

sendo um exemplo de como, à medida que os temas vão aparecendo no texto, vão sendo aprofundados por meio de explicações complementares: aceleradores de partículas, detectores do tipo câmara de neblina, câmara de bolhas, câmara de ionização, emulsões nucleares e outros. Aproveita-se para comentar as pesquisas do físico brasileiro Cesar Lattes, que usou emulsões nucleares para detectar partículas subatômicas, tendo descoberto o pión. É curioso observar como alguns alunos chegam às disciplinas finais do curso sem terem elaborado seu currículo Lattes. E é interessante verificar também a surpresa deles ao saberem que o nome da Plataforma Lattes do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) é uma homenagem a Cesar Lattes, e que ele esteve muito próximo de receber um Prêmio Nobel pela descoberta, aos 23 anos de idade, do pión. Mas quem recebeu o prêmio por essa descoberta foi C. F. Powell, pois até 1960 a política do comitê do Nobel era premiar apenas o chefe da equipe responsável pela pesquisa.

Os equipamentos de detecção estudados mais detalhadamente – Geiger-Müller e Cintilador – são calibrados nas duas primeiras atividades experimentais, para serem usados nos experimentos seguintes:

- separação radioquímica de urânio-238 e seu produto de decaimento tório-234;
- separação radioquímica de urânio-238 e seu produto de decaimento protactínio-234m (o roteiro desse experimento encontra-se no Anexo 6, para exemplificar o tipo de trabalho realizado);
- efeitos químicos de uma reação nuclear de captura de nêutrons térmicos.

Na realização desses experimentos, são enfatizados os aspectos relacionados com a necessidade de delimitação da área em que se manuseiam os compostos de urânio, tório e manganês; a importância de utilizar técnicas químicas rápidas e eficientes para a separação do ^{234m}Pa a partir de um composto de urânio natural, em vista de sua meia-vida bastante curta (1,17 minuto); a importância do correto uso dos equipamentos de proteção individual adequados; a obrigatoriedade de monitoramento pessoal e do laboratório após a realização dos experimentos, entre outros.

TRABALHOS INDIVIDUAIS

Os conhecimentos adquiridos nas aulas teóricas e práticas são aplicados pelos alunos a novas situações na elaboração de seminários ou na resolução de estudos de casos ou na resolução de problemas, que são apresentados tanto na forma oral quanto escrita. Particularmente interessante tem sido a proposta dos estudos de caso e da resolução de problemas. Essas metodologias baseiam-se na *Problem Based Learning* (PBL) desenvolvida na Escola de Medicina da Universidade de McMaster, Ontário, há aproximadamente 30 anos.

Segundo Sá e Queiroz (2009), o recurso aos casos é a instrução pelo uso de narrativas sobre indivíduos enfrentando decisões ou dilemas. Para a resolução desses casos, os estudantes devem analisar a situação, procurar informações sobre ela, mobilizar os conteúdos já trabalhados e ao final expor sua solução de forma escrita e oral para a turma e o professor. Na maioria das vezes, os casos envolvem aspectos de outras disciplinas também, sendo então uma ferramenta de trabalho interdisciplinar. Já a resolução de problemas (GOI; SANTOS, 2009) pode basear-se na apresentação de situações semiabertas e sugestivas que exijam dos estudantes uma atitude ativa e um esforço para buscar respostas próprias. Esse tipo de problema semiaberto tem grande potencial para a construção de conhecimento, pois a aprendizagem é centrada no aluno.

Alguns exemplos desses tipos de atividade são os seguintes:

- Consultor *Ciência Hoje*: o aluno recebe uma pergunta enviada por um leitor hipotético da revista e deve elaborar uma resposta, como se fosse um dos consultores da seção “O leitor pergunta” do periódico *Ciência Hoje*. A apresentação é feita oralmente e por escrito, sendo distribuída uma cópia para cada aluno da turma. Exemplos de perguntas encontram-se no Anexo 7, assim como exemplares de respostas elaboradas pelos alunos-consultores.
- Estudos de caso: nessa atividade, o estudante recebe uma situação hipotética de incidente envolvendo radiações/radioisótopos e deve propor a solução para a situação, ou os procedimentos adequados ao caso, respondendo às perguntas que acompanham a descrição da situação. No Anexo 8, são apresentados alguns dos casos elaborados ao longo dos três semestres, bem como fragmentos da resolução proposta por um dos alunos.

Outra estratégia utilizada para diversificar as atividades didáticas consiste em 10 horas de atividades autônomas, que incluem o trabalho na modalidade a distância, empregando o ambiente virtual de aprendizagem oferecido pela UFRGS, a Sala de Aula Virtual, para a produção colaborativa de material que possa ter aplicação ao trabalho com os conteúdos da disciplina quando transpostos para o ensino básico, especialmente no que se refere à interdisciplinaridade com as áreas de Biologia e Física. Entre as atividades que já foram realizadas por meio desse recurso está a elaboração colaborativa de aula e de materiais didáticos sobre os seguintes temas: evolução dos modelos atômicos de acordo com a proposta já descrita anteriormente; aplicações das radiações em diversos campos da ciência e da tecnologia; ciclo do combustível nuclear – da mineração ao processamento.

Esses são alguns exemplos de atividades didáticas desenvolvidas que contribuem para a configuração da Radioquímica como disciplina articuladora no currículo da Licenciatura em Química. Outras atividades e metodologias poderão ser adotadas à medida que o trabalho e o interesse dos alunos apontem novos rumos. De acordo com Carvalho e Gil-Pérez (1998, p. 82), os futuros professores possuem “uma formação docente anterior, adquirida ‘ambientalmente’ ao longo de muitos anos em que, como alunos, estiveram em contato com seus professores”. Essa *formação docente ambiental* é um exemplo vivo, reiterado e, por isso, muito mais eficaz do que qualquer explicação teórica. Assim, na ausência de alternativas claras, os professores acabam lançando mão dela, ainda que a rejeitassem quando alunos. “Isso obriga a que as propostas de renovação sejam também vividas, vistas em ação. Somente assim é possível que essas propostas tenham efetividade e que os futuros professores possam romper com a visão unilateral da docência recebida até o momento” (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 1998, p. 84).

Nesse mesmo sentido, minhas experiências ao longo do tempo em que venho atuando como coordenadora do Subprojeto Licenciatura em Química do Pibid da UFRGS têm mostrado que a vivência e a observação de diferentes metodologias e recursos didáticos têm servido como fonte de exemplares para futuras práticas docentes (PASSOS; SALGADO, 2015), sendo essa uma das metas a serem atingidas com as atividades aqui descritas, visto que muitos licenciandos não chegam a participar do Pibid.

AValiação DO PROCESSO DE APRENDIZAGEM DOS ESTUDANTES

A avaliação é realizada continuamente, mediante análise do grau de qualidade do envolvimento com as atividades da disciplina e das produções realizadas ao longo do semestre, aderindo-se aos pressupostos da avaliação emancipatória. De acordo com Meneghel e Kreisch (2009), esse tipo de avaliação tem por objetivo possibilitar a construção ou o aperfeiçoamento do saber, ou seja, tem o objetivo legítimo de contribuir para o êxito do ensino, para a construção de saberes e competências pelos alunos. A avaliação emancipatória insere-se no processo educacional como o eixo fundamental do processo de aprendizagem, não somente porque parte da realidade, ou porque sinaliza os avanços do aluno em suas aprendizagens, como também porque aponta, em seu processo, os meios para a superação das dificuldades e se traduz na melhor oportunidade de refletir sobre as práticas docentes e revê-las.

Assim, atribuem-se os conceitos considerando-se os seguintes critérios: os objetivos da disciplina; o comprometimento nas atividades propostas para os alunos; a assiduidade e a pontualidade nos encontros; a participação nas discussões propostas pelo professor; os conceitos obtidos nos trabalhos produzidos (apresentação de seminários e resolução dos estudos de casos; listas de exercícios; relatórios das atividades experimentais). Esse tipo de avaliação é pouco usual em disciplinas dos departamentos do Instituto de Química. É muito conveniente realizar essa avaliação do processo de cada estudante em turmas pequenas, pois o acompanhamento é efetivamente individualizado.

Por outro lado, justamente por ser um processo pouco conhecido dos próprios estudantes, alguns deles se mostram pouco dedicados, parecendo não dar o devido valor a uma disciplina “que não tem prova”. Então, é preciso esclarecer muito bem para os alunos qual a importância de se realizar um processo avaliativo diferenciado e com acompanhamento individual, conscientizando-os da necessidade de se engajarem nas atividades propostas.

Os resultados obtidos ao longo dos três semestres em que a proposta foi implementada mostram que, ao final, são poucos os alunos que não aderem à estratégia, pois 50% dos estudantes alcançaram conceito final A, atingindo de forma excelente todos os objetivos da disciplina. Não ocorreram reprovações nesse período.

AUTOAVALIAÇÃO DO PROFESSOR FORMADOR

Trabalhar com a disciplina de Radioquímica tem sido uma oportunidade ímpar de colocar em prática as ideias em que mais acredito em relação ao ensino de Química. Costumo estimular que meus alunos, futuros docentes, apliquem estratégias didáticas e de avaliação diferenciadas. Por isso, a vivência adquirida como docente dessa disciplina tem sido decisiva para estimulá-los, também pelo exemplo, a superarem seus receios em relação à adoção de tais práticas em sala de aula.

Como considero que a avaliação é um caminho de duas mãos, sempre valorizei muito a opinião dos estudantes, manifestada por meio dos instrumentos de coleta de dados que a própria UFRGS oferece. Semestralmente os alunos podem avaliar as disciplinas e seus respectivos docentes, por meio de um questionário *on-line*, respondido anonimamente, que é elaborado e tabulado pela Secretaria de Avaliação Institucional da universidade. Nesse questionário, os estudantes atribuem conceitos de 1 (mínimo) a 5 (máximo) para vários aspectos da disciplina e da atuação do docente, além de terem à disposição um espaço aberto para livre manifestação.

Um dos quesitos avaliados pelos estudantes é se os objetivos de aprendizagem da disciplina foram alcançados. Todos os estudantes que responderam ao questionário no

período a que se refere este trabalho (2014/1, 2014/2 e 2015/1) atribuíram nota máxima (conceito 5) a esse item. Outros dois itens que tiveram avaliação máxima pelos estudantes foram: “Sempre que possível foram estabelecidas relações entre conteúdos da disciplina e os campos de trabalho da profissão” e “Sempre que possível os conhecimentos desenvolvidos na disciplina foram contextualizados na realidade social, econômica, política e/ou ambiental brasileira”. O conceito médio atribuído pelos estudantes à disciplina de Radioquímica, considerando-se todos os itens avaliados no questionário no período, foi 4,25/5 pontos.

No “Espaço Aberto”, alguns alunos expressaram suas opiniões. Destaco aqui algumas delas:

Esta disciplina não deveria ser dada no último semestre, mas sim, no meio do curso porque esta é uma área completamente diferente das áreas das disciplinas cursadas até então. Eu poderia considerar que esta é uma disciplina motivadora.

Disciplina bem dinâmica, atendendo a todas as expectativas, e inovando na maneira de ser conduzida.

Achei que não tinha mais nada para aprender sobre modelos atômicos, mas da forma como foi feita a apresentação dos trabalhos, na sequência cronológica e cada um apontando os acertos e falhas de um modelo, deu outra visão da evolução dos modelos atômicos.

Esses resultados e os depoimentos dos alunos me deixaram muito satisfeita, pois percebi que o trabalho que me propus a realizar tem atingido seus objetivos. Algumas sugestões dos estudantes já foram incorporadas aos procedimentos da disciplina, como disponibilizar as apresentações de *slides* na Sala de Aula Virtual antes das aulas para que os alunos possam imprimir-los, trazê-los para a sala de aula e fazerem anotações complementares.

Além da disciplina em si, os estudantes também avaliam o professor. A média atribuída pelos alunos à docente no período foi de 4,94/5 pontos. Alguns dos itens em que recebi conceito máximo (5 pontos) foram: “O professor incentivou a participação dos alunos, considerando o seu questionamento crítico e suas contribuições”; “O professor utilizou instrumentos (provas, trabalhos, etc.) de avaliação compatíveis com os conhecimentos, habilidades e atitudes desenvolvidas na disciplina”; “O professor possibilitou dinâmicas que favorecem relações entre o conteúdo da disciplina com os demais conteúdos do curso”.

Um item em que a pontuação atribuída foi um pouco mais baixa (4,9 pontos), por exemplo, foi: “O professor utilizou recursos e procedimentos didáticos adequados ao desenvolvimento da disciplina”. Isso mostra que alguns estudantes ainda não se sentem completamente satisfeitos com as estratégias que venho adotando, o que me leva a continuar em busca de aperfeiçoamento para os próximos semestres. Por outro lado, um depoimento de estudante no “Espaço Aberto” me deixou bastante satisfeita, mostrando que estou, ao que parece, no caminho certo: “*A disciplina foi maravilhosa. A professora é atenciosa e conseguiu fazer da cadeira um momento de muitos aprendizados*”.

REFERÊNCIAS

- ALVES, G. A.; SANTORO, A.; SOUZA, M. H. G. Do elétron ao Quark Top: como ver uma partícula subatômica. *Ciência Hoje*, v. 19, n. 113, p. 34-42, 1995.
- CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. *Formação de professores de Ciências*. 3. ed. São Paulo: Cortez, 1998. 120 p.
- FARIAS, R. F. A química do tempo: carbono-14. *Química Nova na Escola*, n. 16, p. 6-8, 2002.
- FILGUEIRAS, C. A. Duzentos anos da teoria atômica de Dalton. *Química Nova na Escola*, n. 20, p. 38-44, nov. 2004.
- GOI, M. E. J.; SANTOS, F. M. T. Reações de combustão e impacto ambiental por meio de resolução de problemas e atividades experimentais. *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 3, p. 203-209, ago. 2009.
- HAENDLER, B. L. Presenting the Bohr atom. *Journal of Chemical Education*, v. 59, n. 5, p. 372-376, 1982.
- HERNANDES, N. K.; VITAL, H. C.; SABAA-SRUR, A. U. O. Irradiação de alimentos: vantagens e limitações. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 32, n. 2, p. 154-159, 2003.
- MARTORANO, S. A. A.; MARCONDES, M. E. R. A história e filosofia da ciência no ensino de química: uma proposta para o ensino de cinética química. In: SANTANA, E. M.; SILVA, E. L. *Tópicos em ensino de Química*. São Carlos: Pedro & João, 2014. p. 89-114.
- MASETTO, M. T. *Competência pedagógica do professor universitário*. São Paulo: Summus, 2003.
- MENEGHEL, S. M.; KREISCH, C. Concepções de avaliação e práticas avaliativas na escola: entre possibilidades e dificuldades. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 9.; E ENCONTRO SUL BRASILEIRO DE PSICOPEDAGOGIA. 3., 2009, Curitiba, PUCPR, 2009. *Anais...* Disponível em: <www.pucpr.br/eventos/educere/educere2009/anais/pdf/3393_1920.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2014.
- PASSOS, C. G.; SALGADO, T. D. M. Interação universidade-escola: conquistas e perspectivas do Subprojeto Pibid/Química da UFRGS. In: COSTELLA, R. Z. et al. (Org.). *Iniciação à docência: reflexões interdisciplinares*. São Leopoldo: Oikos, 2015. p. 111-124.
- PORTO, P. A. História e filosofia da ciência no ensino de química? Em busca dos objetivos educacionais da atualidade. In: MALDANER, O. A.; SANTOS, W. L. P. *Ensino de química em foco*. Ijuí: Editora Unijuí, 2010. p. 160-180.
- RODRIGUES JR., A. Irradiação e contaminação radioativa. Qual a diferença? *Ciência Hoje*, v. 38, n. 228, p. 60-91, 2006.
- SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. *Estudos de caso no ensino de Química*. Campinas: Átomo, 2009.
- SEGRÈ, E. *Dos raios-X aos quarks: físicos modernos e suas descobertas*. Brasília, DF: Editora UnB, 1987.
- TAVARES, O. A. P. 100 anos com o núcleo atômico. *Ciência Hoje*, v. 47, n. 278, p. 40-45, 2011.
- UFRGS. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Química.

Comissão de Graduação de Química. *Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Química-Noturna*. 2004. Disponível em: <www.iq.ufrgs.br/graduacao/graduacao/PPC_LICENCIATURA.pdf>. Acesso em: 2 set. 2015.

UFRGS. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. *Currículos: licenciatura em química-noturna*. 2015. Disponível em: <www.ufrgs.br/ufrgs/ensino/graduacao/cursos/exibeCurso?cod_curso=343>. Acesso em: 2 set. 2015.

ANEXO 1

PLANO DE ENSINO DA DISCIPLINA DE RADIOQUÍMICA, DO SEMESTRE 2015/1, UM DOS SEMESTRES ABRANGIDOS PELO PERÍODO DE QUE TRATA O PRESENTE TRABALHO

Instituto de Química Departamento de Físico-Química

Dados de identificação

Disciplina: **RADIOQUÍMICA**

Período Letivo: **2015/1**

Período de Início de Validade : **2015/1**

Professor Responsável: **TANIA DENISE MISKINIS SALGADO**

Sigla: **QUI03009**

Créditos: 4

Carga Horária: 60h

CH Autônoma: 5h CH Coletiva: 55h CH Individual: 0h

Súmula

A descoberta da radioatividade. A evolução histórica do conhecimento sobre a natureza dos fenômenos nucleares e sua relação com a evolução dos modelos atômicos. Natureza das radiações e sua interação com a matéria: detecção e efeitos biológicos. Manifestações químicas dos processos nucleares. Aplicações da radioatividade às técnicas químicas.

Currículos

Currículos	Etapa Aconselhada	Pré-Requisitos	Natureza
LICENCIATURA EM QUÍMICA	7	- B (QUI03320) FÍSICO-QUÍMICA III	Obrigatória
LICENCIATURA EM QUÍMICA - NOTURNO	10	- B (QUI03320) FÍSICO-QUÍMICA III	Obrigatória

Objetivos

Nesta disciplina teórico-prática, pretende-se que o aluno compreenda a relação entre a evolução histórica do conhecimento sobre a natureza dos fenômenos nucleares e a evolução histórica dos modelos atômicos, instrumentando-o para trabalhar modelos atômicos em sala de aula no ensino médio. Por meio dos conhecimentos básicos a respeito de radiações, de suas formas de interação com a matéria e de suas principais aplicações em diversas áreas da ciência e da tecnologia, pretende-se que o aluno seja capaz de compreender e explicar muitos fatos que frequentemente são noticiados com relação a esse campo do conhecimento e possa trabalhar esses temas em uma perspectiva adequada à sala de aula do ensino básico. Atividades em laboratório acompanharão o desenvolvimento dos aspectos teóricos, tendo como principal objetivo a construção de novos conhecimentos a partir das atividades experimentais que envolvem o manuseio de radioisótopos, tanto em fontes seladas como não seladas, com especial atenção aos procedimentos de segurança, de disposição de rejeitos e de descontaminação adequados a cada caso.

Conteúdo Programático

Semana	Título	Conteúdo
1	Tópico 1	A descoberta da radioatividade. A caracterização inicial das radiações. O avanço no entendimento dos fenômenos nucleares e sua relação com a evolução dos modelos atômicos.
2 a 4	Tópico 2	A natureza das radiações e sua interação com a matéria. Tabela de Nuclídeos.
5 a 8	Tópico 3	Detecção e medida das radiações.
9 a 10	Tópico 4	Efeitos biológicos das radiações. Noções de dosimetria, proteção radiológica e blindagem.
11 a 12	Tópico 5	Comportamento da matéria em concentrações na escala de traços. Carregadores. Técnicas radioquímicas de análise.
13 a 14	Tópico 6	Efeitos físico-químicos de nuclídeos isotópicos e das transformações nucleares.
15 a 18	Tópico 7	Interação dos íons com a matéria. Utilização de espalhamentos no campo nuclear para análise de materiais: noções de Espectrometria de Retroespalhamento Rutherford (RBS) e outras técnicas de análise por feixes de íons. Princípios de traçagem isotópica.
19	Atividades de recuperação	As atividades de recuperação de eventuais dificuldades de aprendizagem dos conteúdos serão realizadas sistematicamente, ao longo do semestre letivo, inclusive por meio de ambientes virtuais de aprendizagem, de modo a repor aulas perdidas ou atividades não realizadas pelos alunos nos períodos determinados. Não há possibilidade de recuperação de aulas práticas em dias e horários diferentes daqueles nos quais a respectiva prática esteja sendo realizada no laboratório de Radioquímica. Caso persista algum problema de aproveitamento em relação aos conteúdos e atividades, nesta 19ª semana letiva será realizada uma avaliação de recuperação, abrangendo todo o conteúdo da disciplina, tanto aquele trabalhado nas aulas teóricas quanto aqueles desenvolvidos ou consolidados nos experimentos realizados. O conceito obtido na avaliação de recuperação substituirá o conceito das atividades nas quais o aluno não tenha atingido os objetivos, para fins de atribuição do conceito final.

Metodologia

A disciplina tem caráter teórico-prático.

Os conteúdos são inicialmente abordados em aulas teóricas, com exposição dos pontos fundamentais, leituras de artigos científicos e de divulgação científica sobre os temas abordados e discussão abrangente do assunto em sala de aula. São resolvidas pelos alunos, com a orientação do professor, listas de exercícios relacionadas com os temas abordados nas aulas teóricas.

Diversos tópicos do programa são desenvolvidos também em laboratório de aulas práticas, visando o aprofundamento dos conhecimentos, a complementação da abordagem por meio da observação experimental das propriedades das substâncias radioativas e o desenvolvimento de habilidades relacionadas ao manuseio de radioisótopos em fontes não seladas.

Os conhecimentos adquiridos nas aulas teóricas e práticas são aplicados pelos alunos a novas situações na elaboração de seminários para serem apresentados oralmente ou na resolução de Estudos de Casos a serem apresentados tanto na forma oral quanto escrita.

Carga Horária

Teórica: 45 horas
Prática: 15 horas

Experiências de Aprendizagem

Nesta disciplina, os discentes realizarão as seguintes atividades, perfazendo 50 horas de atividades coletivas:

- leitura e discussão de textos oriundos da bibliografia recomendada;
- discussão mediada pelo professor dos tópicos abordados em aulas teóricas;
- resolução de exercícios sob a orientação do professor;
- apresentação de seminários e resolução de Estudos de Casos sobre assuntos que integrem os diversos tópicos do programa;
- experiências em laboratório envolvendo radioisótopos na forma de fontes seladas ou de soluções.

Haverá também 10 horas de atividades autônomas, que incluem o trabalho na modalidade a distância, empregando um dos ambientes virtuais de aprendizagem oferecidos pela UFRGS (MOODLE ou SALA DE AULA VIRTUAL) para a produção colaborativa de material que possa ter aplicação ao trabalho com os conteúdos da disciplina quando transpostos para o ensino básico, especialmente no que se refere à interdisciplinaridade com as áreas de biologia e física.

Critérios de Avaliação

A avaliação será realizada continuamente, mediante análise do grau de qualidade do envolvimento com as atividades da disciplina e das produções realizadas ao longo do semestre, através dos seguintes instrumentos:

- participação do aluno em sala de aula;
- resolução de listas de exercícios;
- apresentação de seminários ou da resolução dos Estudos de Casos;
- relatórios das experiências.

Em cada um destes instrumentos, o estudante receberá um conceito, A, B, C ou D. Cada instrumento de avaliação terá a mesma importância relativa para a composição do conceito final.

O conceito final do estudante na disciplina será obtido considerando-se:

- os objetivos da disciplina;
- o comprometimento nas atividades propostas para os alunos;
- a assiduidade e a pontualidade nos encontros;
- a participação nas discussões propostas pelo professor;
- os conceitos obtidos nos trabalhos produzidos.

O conceito final será atribuído de acordo com o seguinte critério:

Conceito A – para o estudante que obtiver a maioria de conceitos A e nenhum conceito D nas atividades avaliadas

Conceito B – para o estudante que obtiver a maioria de conceitos B nas atividades avaliadas

Conceito C – para o estudante que obtiver a maioria de conceitos C nas atividades avaliadas

Conceito D – para o estudante que obtiver a maioria de conceitos D nas atividades avaliadas

Conceito FF – para o estudante que não tiver o mínimo de 75 % de frequência às aulas da disciplina

Atividades de Recuperação Previstas

As atividades de recuperação de eventuais dificuldades de aprendizagem dos conteúdos serão realizadas sistematicamente, ao longo do semestre letivo, inclusive por meio de ambientes virtuais de aprendizagem, de modo a repor aulas perdidas ou atividades não realizadas pelos alunos nos períodos determinados. Não há possibilidade de recuperação de aulas práticas em dias e horários diferentes daqueles nos quais a respectiva prática esteja sendo realizada no laboratório de Radioquímica. O conceito obtido na atividade de recuperação substituirá o conceito da respectiva atividade para fins de atribuição do conceito final, conforme os critérios acima estabelecidos.

Caso persista algum problema de aproveitamento em relação aos conteúdos e atividades, nesta 19ª semana letiva será realizada uma avaliação de recuperação, abrangendo todo o conteúdo da disciplina, tanto aquele trabalhado nas aulas teóricas quanto aqueles desenvolvidos ou consolidados nos experimentos realizados.

O conceito obtido na avaliação de recuperação substituirá o conceito das atividades nas quais o aluno não tenha atingido os objetivos, para fins de atribuição do conceito final.

Prazo para Divulgação dos Resultados das Avaliações

O Conceito Final do aluno será divulgado em até cinco dias úteis após a entrega de todos os trabalhos e relatórios de atividades realizados no semestre.

Bibliografia

Básica Essencial

Choppin, Gregory; Rydberg, Jan ; Liljenzin, Jan-Olov - Radiochemistry and Nuclear Chemistry - Editora Butterworth-Heinemann (ISBN: 0750674636)

Okuno, Emico - Radiação :efeitos, riscos e benefícios - Editora Harbra (ISBN: 9788529403397)

Passos, Marcos Henrique da Silva; Souza, Alexandre Araújo de - Química Nuclear e Radioatividade - Editora Átomo (ISBN: 9788576701545)

Básica

Choppin, Gregory R.; Rydberg, Jan - Nuclear chemistry :theory and applications - Editora Pergamon Press (ISBN: 0080238238)

Faires, Ronald Arthur; Boswell, G.G.J. - Radioisotope laboratory techniques - Editora Butterworths (ISBN: 0408709405)

Knoll, Glenn F. - Radiation detection and measurement - Editora Wiley (ISBN: 9780471073383)

Profio, A. Edward - Radiation shielding and dosimetry - Editora Wiley-Interscience (ISBN: 0 47104329X)

Spinks, J.W.T.; Woods, R.J. - An introduction to radiation chemistry - Editora John Wiley (ISBN: 0471816701)

Tesmer, Joseph R.; Nastasi, Michael; Barbour, J. Charles; Maggiore, Carl J.; Mayer, James W. - Handbook of Modern Ion Beam Materials Analysis - Editora MRS (ISBN: 1558992455)

Complementar

Chu, Wei-Kan; Mayer, James W.; Nicolet, Marc-A. - Backscattering spectrometry - Editora Academic Press

Eisberg, Robert Martin; Resnick, Robert - Física Quântica :átomos, Moléculas, Sólidos, Núcleos e Partículas - Editora Campus (ISBN: 8570013094; 8570010257; 9788570013095)

Friedlander, Gerhart; Kennedy, Joseph W.; Macias, Edwar S.; Miller, Julian Malcolm - Nuclear and radiochemistry - Editora John Wiley

Keller, Cornelius - Radioquímica - Editora Editora Universitária Universidade Federal de Pernambuco

Mayer, James W.; Rimini, Emanuele - Ion Beam Handbook for Material Analysis - Editora Academic (ISBN: 0124808603)

Taylor, John R. - Introdução à análise de erros: o estudo de incertezas em medições físicas - Traduzido por Waldir Leite Roque - Editora Bookman (ISBN: 978-85-407-0136-6)

Vassos, Basil h - Analog and digital electronics for scientists - Editora John Wiley (ISBN: 0471811386)

Outras Referências

Título	Texto
Revistas Científicas	Química Nova. Química Nova na Escola.
Revistas de Divulgação Científica	Ciência Hoje. Superinteressante. Scientific American.

Observações

Outras referências bibliográficas poderão ser indicadas, na medida em que as discussões conduzirem ao tratamento de assuntos correlacionados aos temas indicados neste plano de ensino.

ANEXO 2

EXEMPLOS DE REPORTAGENS DISCUTIDAS NA PRIMEIRA AULA DE RADIOQUÍMICA DO SEMESTRE

REPORTAGEM 1

Tecnologia

RETOMADA NUCLEAR

Mesmo ainda abalado com o acidente de Fukushima, o mundo retoma a construção de usinas atômicas de olho na redução dos gases estufa

Cesar Soto

Quatro anos depois do tsunami devastador que destruiu os reatores da Usina de Fukushima, no Japão, o mundo parece estar se reconciliando com a energia nuclear. Mesmo ainda sob o impacto do pior acidente atômico desde Chernobyl, 16 países estão investindo na construção de 72 novas usinas nucleares, a maior parte delas exatamente na Ásia. O movimento, apesar de ainda contar com a resistência dos ambientalistas, é um sinal claro de que a energia atômica está longe de ser aposentada, como previram os assustados japoneses logo após o tsunami de 2011.

Na verdade, a expectativa é de que usinas nucleares, em número cada vez maior, passem a ser construídas em ritmo acelerado. De acordo com um relatório conjunto divulgado em janeiro pela Agência Internacional de Energia e pela Agência Internacional de Energia Nuclear, seria necessário no mínimo dobrar a capacidade de geração das usinas atômicas até 2050 para reduzir de forma sensível o nível de emissão dos gases estufa na atmosfera. Apesar de seus resíduos serem altamente contaminantes, as usinas nucleares praticamente não emitem CO₂ – a tec

LÍDER Só na China, 28 novas usinas nucleares estão em construção

nologia produz 70 vezes menos gases de efeito estufa que o carvão, responsável por 40% da eletricidade do mundo. "São muito mais baratas e eficientes", diz Sérgio Malta, presidente do Sindicato Interstadual das Indústrias de Energia Elétrica (Sinergia).

Hoje, cerca de 400 gigawatts/hora de energia elétrica são produzidos em usinas nucleares – o Brasil consome em média 88 gigawatts/hora. As 72 usinas que estão sendo construídas ampliarão essa capacidade em pouco mais de 10%. Ou seja, apesar de extremamente perigosa, a energia atômica parece estar longe de ser aposentada. ■

CRESCIMENTO DO ÁTOMO

Entenda como a eletricidade gerada pela energia nuclear afeta o mundo atualmente e como deve ser no futuro próximo

Atualmente existem **437** usinas em atividade em **34** países ao redor do mundo

Em 2012, os reatores eram a quarta fonte mais utilizada no planeta, responsáveis por mais de **11%** da eletricidade mundial, atrás de carvão, gás natural e hidrelétricas.

A energia nuclear é a que menos gera gases de efeito estufa durante a produção de eletricidade, em média, empatada com a eólica

Com quase **98** unidades ativas, os EUA são o país com o maior número de usinas

O país mais dependente é a França, que gera mais de **73%** de sua eletricidade com reatores nucleares

72 USINAS ESTÃO SENDO CONSTRUÍDAS ATUALMENTE

A China é a maior investidora, com **28** reatores em desenvolvimento, que devem gerar mais de **22** gigawatts nos próximos anos

Rússia, Índia, Coreia do Sul e EUA fecham o top 5, com outras **26** em construção juntas, produzindo mais **24** gigawatts

Fonte: Agência de Energia Atômica Internacional, Panel Intergovernmental de Multilateral Científica 2014 e Instituto de Energia Nuclear

Revista ISTOE, 13/02/2015

Fonte: Revista Istoe, edição de 18/02/2015.

POLÍTICA | OPERAÇÃO LAVA-JATO

O cientista militar que sabe demais

AÇÃO DA POLÍCIA FEDERAL colocou na prisão o pesquisador Othon Luiz Pinheiro da Silva, vice-almirante reformado da Marinha e um dos pais do programa nuclear brasileiro. Conhecido pela inteligência, ele teria ajudado a Odebrecht a ganhar contratos

HUMBERTO TREZZI

humberto.trezi@zerohora.com.br

O choque na caserna é grande. Em sua primeira incursão fora da Petrobras, a Operação Lava-Jato colocou na cadeia o vice-almirante reformado Othon Luiz Pinheiro da Silva, um dos idealizadores do complexo industrial-militar montado para dotar o país de energia nuclear. A prisão foi decretada por suspeita de que, ao mesmo tempo em que trabalhava em estatais, ele tenha lavado dinheiro de empreiteiras por meio de uma consultoria privada própria. As construtoras são as mesmas investigadas no escândalo de corrupção da petrolífera.

Para ter uma ideia de por que Othon, 76 anos, tornou-se ícone entre os cientistas nucleares brasileiros, basta conferir seu currículo. O vice-almirante foi diretor de pesquisas de reatores

do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen) entre 1982 e 1984. É também fundador e foi responsável pelo Programa de Desenvolvimento do Ciclo do Combustível Nuclear e da Propulsão Nuclear para Submarinos (entre 1979 e 1994). Ele se credenciou para isso ao obter especialização em engenharia nuclear nos EUA.

Othon é o autor do projeto de concepção de ultracentrifugas para enriquecimento de urânio e da instalação de propulsão nuclear para submarinos no país. Conquistou, ainda na carreira militar, o mais alto posto para os engenheiros navais: o de vice-almirante.

Após ir para a reserva, em 1994, virou empresário, mas não abandonou os contatos no governo. Tanto que em outubro de 2005 foi guindado à presidência da Eletro nuclear - Eletrobrás Termonuclear, que fica no Rio de Janeiro e responde pela construção e gerenciamento das usinas nucleares.

Em paralelo, supervisiona o programa de submarinos nucleares. Esse é um dos pontos nevrálgicos na investigação da Lava-Jato. Othon teria viabilizado que a Odebrecht fosse contratada para construir o estaleiro e a base naval em Itaguaí (RJ), onde serão montados quatro submarinos convencionais e um nuclear. O acordo de 2009, uma parceria Brasil-França, envolve 6,7 bilhões de euros (cerca de R\$ 25 bilhões).

Só seis países têm submarinos nucleares, aparelhos que podem ficar mais de 40 dias sem subir à superfície, enquanto os convencionais necessitam ir à tona depois de algumas horas de mergulho (o que os torna alvos fáceis).

O contrato com a Odebrecht foi sem licitação, o que desagradou a outras empreiteiras e chamou atenção dos investigadores da Polícia Federal. Um dos maiores especialistas no cenário militar e editor do site Defesanet.com, Nelson Düring é só elogios para Othon, a quem

conhece. E sugere cautela. Ele diz que a performance do vice-almirante à frente do programa nuclear é irretocável, como "um homem que faz as coisas andarem, além das burocracias".

ESPECIALISTA RESSALTA QUE SETOR É ALVO DE INTERESSES

Em relação aos R\$ 4 milhões repassados por empreiteiras à empresa de Othon -, Düring pondera:

- É uma área que poucos dominam, R\$ 1 milhão por ano não é demais para um expert como ele. Tem de cuidar para que a investigação de uma situação particular, como a de Othon, não detone uma meta estratégica do país, a autonomia em energia nuclear. E que contraria muitos interesses.

Othon disse que os valores se referem a traduções efetuadas por sua filha e serviços de engenharia prestados por seu genro às empreiteiras.

Fonte: Jornal Zero Hora, edição de 02/08/2015.

EM DIA

FÍSICA Nova técnica combate microrganismos e insetos em documentos históricos

Patrimônio cultural preservado

Abaixo, aparelho que emite radiação ionizante montado no IEN. Ao lado, um livro já esterilizado com a nova técnica

Parte do acervo histórico da Fundação Casa de Rui Barbosa, no Rio de Janeiro, está sendo recuperada graças a uma nova técnica desenvolvida por pesquisadores do Instituto de Engenharia Nuclear (IEN). Usando radiação ionizante, o método permite combater fungos, insetos, cupins e bactérias sem danificar os documentos.

A metodologia adotada é fruto de um trabalho conjunto realizado pelo físico Luís Eduardo Brandão, o engenheiro Marcus Alexandre Vallim de Alencar, pesquisadores do IEN, e pelas biólogas Mariana da Silva e Marília Nishikawa, do Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), ambos no Rio de Janeiro.

Depois de identificar os microrganismos mais encontrados em bibliotecas e museus – trabalho realizado pelas biólogas –, Brandão e Alencar estudaram o tipo e as doses de radiação ade-

quados para eliminá-los, sem que ela afetasse a estrutura dos livros e cartas a serem preservados.

Para testar o novo método, ele foi aplicado inicialmente em livros infectados da biblioteca da Fiocruz e do IEN. Foram levantados parâmetros técnicos, como tempo de exposição e dose efetiva para esterilizar cada uma das espécies de fungos identificadas. Em seguida, foram feitos experimentos para demonstrar que, nessa faixa, a radiação gama não provocaria danos, como a aceleração do envelhecimento natural do material ou uma possível descoloração de pigmentos impressos nos documentos irradiados.

Como o resultado foi satisfatório, os pesquisadores entraram em contato com o setor de restauração da Fundação Casa de Rui Barbosa. As três instituições envolvidas desenvolveram então um projeto visando à implantação da



radioesterilização de modo a permitir sua aplicação em documentos históricos. As primeiras irradiações foram feitas em uma série de documentos pessoais do pintor modernista Vicente do Rego Monteiro (1899-1970).

“Essa nova técnica poderá ser aplicada em vários tipos de documentos – peças arqueológicas, películas, desenhos, quadros, roupas etc. –, com a segurança de que não afetará elementos como cor, rigidez e textura das obras, nem acelerar seu processo de envelhecimento”, afirma Brandão.

Os métodos habitualmente adotados usam produtos químicos que nem sempre podem ser aplicados com segurança nesses materiais, porque alteram sua estrutura, como a textura do papel ou as cores de uma pintura. Além de ser caro, o procedimento tradicional pode deixar resíduos químicos tóxicos para quem depois vai manipular as peças tratadas, sem contar que exige um tempo muito maior de tratamento: enquanto o processo químico requer um período de quarentena (de quatro a seis semanas), a radiação esteriliza o objeto em apenas quatro horas, permitindo sua manipulação logo após a aplicação, uma vez que não deixa qualquer resíduo.



32 • CIÊNCIA HOJE • vol. 36 • nº 215

Fonte: Revista *Ciência Hoje*, v. 36, n. 215, p. 52, 2005.

ANEXO 3

EXEMPLO DE ROTEIRO DE TRABALHO SOBRE UM DOS MODELOS ATÔMICOS ABORDADOS EM AULA

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Química
Departamento de Físico-Química
Disciplina: QUI03009 – Radioquímica

Modelos atômicos

4 - Nagaoka

O objetivo desta atividade é compreender a evolução dos modelos atômicos e sua relação com as descobertas no campo da radioatividade e da mecânica quântica.

A partir das informações encontradas no seguinte endereço eletrônico <http://www.iq.ufrgs.br/ead/fisicoquimica/modelosatomicos>

e de outras informações obtidas em referências adicionais que você deve procurar sobre o assunto, responda as seguintes perguntas:

- 1- Descreva as principais características do modelo atômico de Nagaoka.
- 2- Explique como as ideias de Nagaoka influenciaram Rutherford.
- 3- Explique quais ideias do modelo de Nagaoka podem ser consideradas ainda hoje válidas e estão incorporadas ao modelo atômico atual.
- 4- Qual a principal característica do modelo atômico de Nagaoka que se mostrou incompatível com os resultados experimentais?

Fonte: Elaboração da autora.

ANEXO 4

REPORTAGEM USADA COMO INTRODUÇÃO AO TEMA DE EFEITOS BIOLÓGICOS DAS RADIAÇÕES

CIÊNCIA & TECNOLOGIA

COMIDA

Fruteira radiante

Alimentos recebem banho de radiação para eliminar doenças e durar mais na prateleira

CELINA CORTES

Quando se fala em irradiação de alimentos há quem pense em mais uma fonte de contaminação, como se não bastassem os agrotóxicos. O processo, no entanto, foi adotado na alimentação dos astronautas e nos hospitais americanos que tratam de soropositivos. Tudo pela garantia de ter verduras, frutas, carnes e grãos livres de bactérias, fungos ou vírus. Esse aparente paradoxo é uma realidade em Manaus, onde começou a funcionar, no ano passado, o primeiro centro de irradiação do País. Em dezembro será a vez de a Central de Abastecimento do Estado do Rio de Janeiro (Ceasa) disponibilizar três irradiadores para tratar 300 mil toneladas de alimentos ao ano, um investimento de US\$ 35 milhões. Há ainda projetos para instalar o sistema em São Paulo, Belo Horizonte e Belém.

O produtor contrata os serviços pagando R\$ 0,10 por quilo. O banho de radiação elimina doenças e prolonga a vida útil da comida. Uma banana irradiada resiste por até três semanas e as batatas chegam a durar um ano sem apodrecer. "O tomate pode ser conservado por dois meses e ser vendido fora da safra", diz o diretor da Ceasa, Luiz Fernando Anchite. Para o produtor, o ganho é líquido e certo. Para o consumidor, os técnicos afirmam que não há riscos.

No ser humano, a radiação pode ter efeito cancerígeno. Os raios atingem o material genético (DNA) das células, provocando mutações. "Aplicada aos alimentos, a radiação tem dez milhões de

chances de acertar apenas os vírus e as bactérias contra uma única de danificar a estrutura do alimento. Tudo depende do tempo de exposição", explica Fernando Nuno de Souza, da Tec Ion, fornecedora da tecnologia. A irradiação é usada em países desenvolvidos desde 1980. O método mais comum, adotado em Manaus, é o da radiação gama, emitida pelo mineral radioativo cobalto 60. Na Ceasa carioca será adotada a pasteurização eletrônica com o uso de raios X. "É como se os alimentos ficassem mumificados. O processo não alte-



LONGA VIDA A irradiação retarda o apodrecimento

ra o gosto nem as propriedades nutricionais", salienta o engenheiro agrônomo gaúcho Airton Castagna.

A irradiação tem o aval da Organização Mundial de Saúde e da Agência Internacional de Energia Atômica. No Brasil, qualquer instalação é aprovada antes pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen). O atual cenário de perdas agrícolas é assustador: segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), um terço dos 17,7 milhões de toneladas de frutas produzidas ao ano no País apodrece antes de chegar à boca do consumidor. ■

ISTOÉ/1665-29/8/2001

Fonte: Revista Istoé, edição de 29/08/2001.

Energia

O núcleo da questão

A tecnologia atômica brasileira pode ser fruto de pirataria ou ser original. O mundo quer vê-la

Na semana passada, representantes da Agência Internacional de Energia Atômica (Aiea) visitaram a fábrica de urânio em Resende, no Rio de Janeiro, para estabelecer os procedimentos da inspeção, que deverá ocorrer nos próximos meses. Ainda não há um acordo formal sobre o que será mostrado. Existem suspeitas de que o sigilo todo se deva ao fato de o desenho das centrífugas nacionais ser fruto de pirataria — e uma simples inspeção visual bastaria para desmascarar a cópia. As autoridades brasileiras rejeitam essa tese. Sustentam que, para checar a quantidade de urânio que entra e sai da fábrica, não é preciso ver as centrífugas. O argumento é que a

tecnologia brasileira não apenas é original como desperta cobiça. Caso os equipamentos sejam exibidos, eles podem vir a ser copiados. O segredo industrial a ser preservado combinaria fatores como dimensão das máquinas, tipo de material utilizado e detalhes da tecnologia de levitação, desenvolvidos pela Marinha.

“Não vamos jogar fora uma vantagem competitiva enorme”, afirma o almirante Alan Arthou, diretor do Centro Tecnológico da Marinha. O Brasil se beneficiou por ter demorado a entrar nas pesquisas do ciclo do urânio, o que fez somente no início dos anos 80. Incorporando tecnologias emergentes, o país chegou à levitação, que reduz o

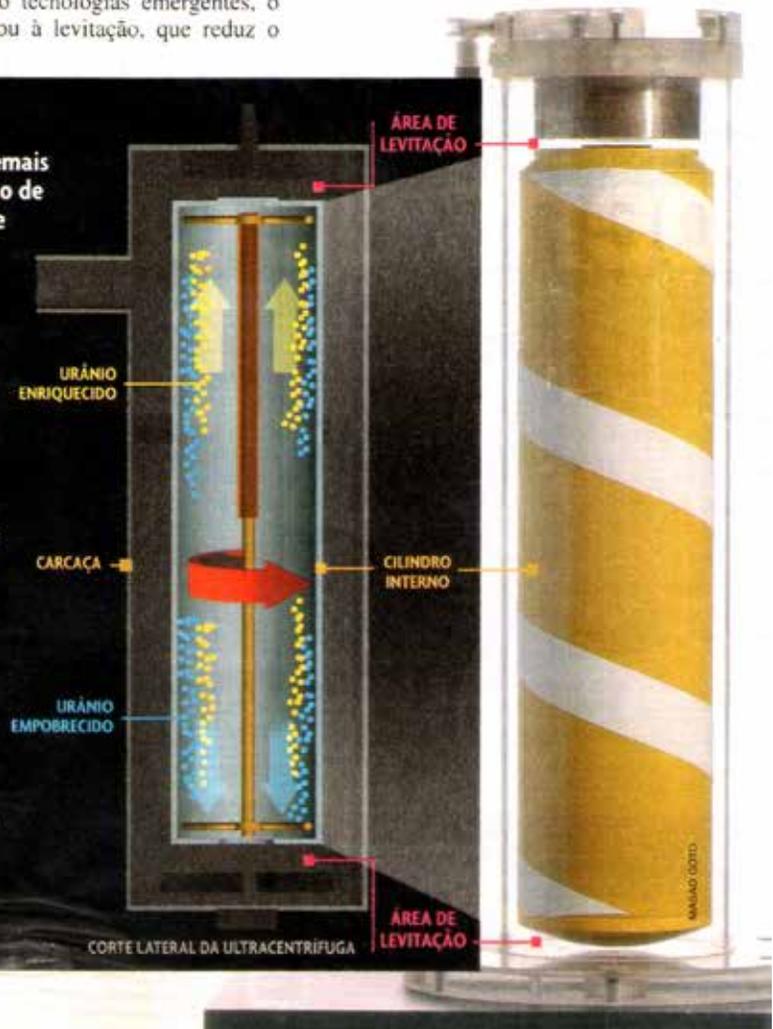
desgaste do equipamento e é trinta vezes mais econômica que outros métodos (veja quadro abaixo). Essa tecnologia é um dos trunfos do país para planos ambiciosos na geração de energia nuclear. Um artigo publicado na semana passada na revista *Science*, a mais prestigiada do mundo, afirma que a usina de Resende pode produzir urânio suficiente para seis ogivas nucleares. O artigo é apenas mais um round da inevitável e legítima pressão internacional para que o Brasil seja mais transparente nessa questão. A proliferação nuclear é um pesadelo atual equiparado ao terrorismo. É ingênuo imaginar que a comunidade internacional, por mais respeito que o pacifismo brasileiro suscite, vá dormir em paz sem saber em detalhes as reais intenções atômicas representadas pelas centrífugas de Resende. ■

Ronaldo França

A polêmica flutuante

A ultracentrífuga brasileira se diferencia das demais existentes no mundo porque utiliza um processo de levitação. O cilindro em seu interior permanece inteiramente suspenso e gira movido por um dispositivo eletrônico

- 1 Toda ultracentrífuga é composta, basicamente, de dois cilindros. A centrifugação ocorre dentro do cilindro interno
- 2 No equipamento brasileiro, o cilindro interno é mantido suspenso, em posição vertical, por ímãs poderosos, na base e no topo. Um programa de computador regula essa altura aumentando ou diminuindo a potência dos ímãs
- 3 O cilindro gira impulsionado por um motor eletromagnético. É como se ímãs rodassem fazendo com que o cilindro os acompanhe. Só que tudo ocorre eletronicamente
- 4 Um composto de urânio, em forma gasosa, é introduzido no cilindro por um tubo. Começa a centrifugação
- 5 Os átomos de urânio são separados. O urânio 235, mais leve, permanece no centro e é retirado por um coletor localizado na parte superior, enquanto o urânio 238, mais pesado (urânio empobrecido), se desloca para a borda do cilindro e é sugado por outro coletor



VEJA, OUTUBRO/2004.

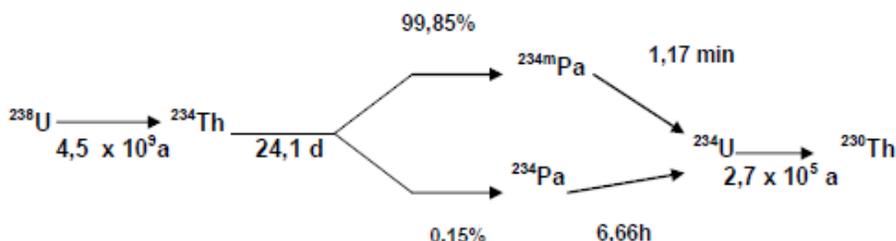
Fonte: Revista *Veja*, outubro/2004.

ANEXO 6

ROTEIRO DE UM DOS EXPERIMENTOS

PRÁTICA 2 - SEPARAÇÃO RADIOQUÍMICA DO ^{234m}Pa A PARTIR DO URÂNIO E DETERMINAÇÃO DE SUA MEIA VIDA

Família do Urânio:

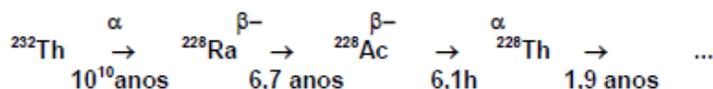


No urânio purificado de laboratório, não se restabeleceu o equilíbrio secular, podendo-se considerar somente os quatro primeiros membros da série.

OBJETIVO: Separar o Pa do restante da família.

CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DO MÉTODO:

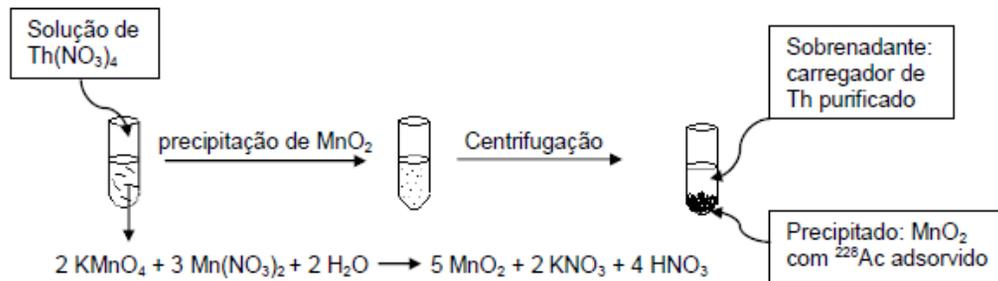
1. Meia vida do ^{234m}Pa : 1,17 min. Por isso, o método de separação deve ser muito rápido;
2. Não existe Pa inativo na natureza. Logo, não se pode usar um carregador isotópico. Então, vamos usar MnO_2 recém precipitado, que é um poderoso adsorvente não específico. Particularmente, adsorve muito bem os actinídeos. Como a adsorção é um processo rápido, é bastante adequado para esse caso;
3. Mas o MnO_2 adsorve também o ^{234}Th ($t_{1/2} = 24,1$ dias), cuja atividade é razoavelmente elevada e interfere na determinação da meia vida do Pa. Usa-se, então, um carregador de retenção para o ^{234}Th , para que permaneça em solução, enquanto Pa é adsorvido;
4. Todo o Th que existe na natureza é radioativo. Entretanto, usando-se um isótopo de meia vida bastante longa (ou seja, de atividade muito baixa), ele não chegará a interferir nas contagens. Assim, usa-se o ^{232}Th como carregador:



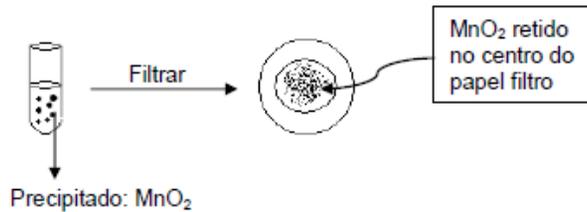
5. Surge agora outro problema: o ^{228}Ac é muito ativo e deve ser eliminado do carregador de Th. Como o MnO_2 é bom adsorvente para actinídeos, faz-se inicialmente uma purificação do carregador de tório, removendo-se o Ac.

Em resumo a experiência consiste em:

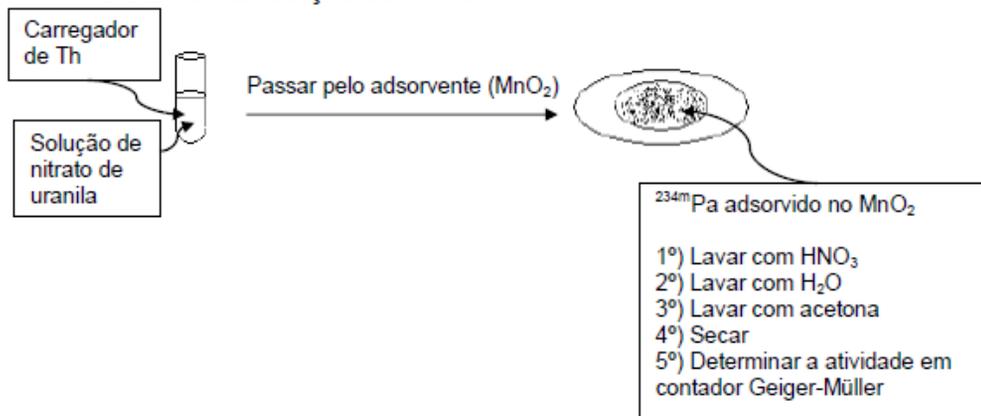
1ª PARTE: PURIFICAÇÃO DO CARREGADOR DE TÓRIO:



2ª PARTE: PREPARAÇÃO DO ADSORVENTE PARA O $^{234\text{m}}\text{Pa}$:



4ª PARTE: SEPARAÇÃO DO $^{234\text{m}}\text{Pa}$:



3ª PARTE: ENSAIO DA SEPARAÇÃO

Para ter certeza de que todo o procedimento será realizado em cerca de 1 minuto, deve-se fazer um ensaio dos procedimentos, empregando água em lugar da solução de nitrato de uranila.

REFERÊNCIAS

- BROWN, C. A.; ROCHOW, E. G. *J. Chem. Ed.*, n. 10, p. 521-523, 1951.
- MÖBIUS, S. *Experiments for training in nuclear and radiochemistry*. Karlsruhe: Kernforschungszentrum Karlsruhe Universität, 1987.
- OVERMAN, R. T.; CLARK, H. M. *Radioisotope Techniques*. New York: McGraw-Hill, 1960.
- PASCAL, P. *Nouveau traité de chimie minérale*. Tome XII. Paris: Masson, 1956.

ANEXO 7

EXEMPLOS DA ATIVIDADE “CONSULTOR CIÊNCIA HOJE”

SEMESTRE LETIVO 2014/2

QUI03009 – RADIOQUÍMICA TRABALHO INDIVIDUAL FINAL – 2014/2

Você recebeu uma correspondência da Revista *Ciência Hoje* convidando para atuar como consultor da revista na seção “O leitor pergunta”.

A pergunta que você deve responder é a seguinte:

“É verdade que em OKLO existiu um reator nuclear natural? Qual a chance de ele entrar em operação novamente?”

João da Silva, por e-mail.

Sua resposta deve ser consistente e completa, porém concisa. Considerando que a Revista *Ciência Hoje* é uma revista de divulgação científica, a resposta deve ser passível de compreensão por parte de leitores que não tenham profundos conhecimentos científicos.

Por restrições de espaço na diagramação da revista, as respostas enviadas à seção “O leitor pergunta” devem ter extensão máxima de 1 página tamanho A4, com todas as margens uniformes de 2 cm, sendo digitadas em letra tipo Arial tamanho 12 e com espaçamento simples entre linhas. Respostas fora dessas especificações não serão aceitas pelo Editor.

QUI03009 – RADIOQUÍMICA TRABALHO INDIVIDUAL FINAL – 2014/2

Você recebeu uma correspondência da Revista *Ciência Hoje* convidando para atuar como consultor da revista na seção “O leitor pergunta”.

A pergunta que você deve responder é a seguinte:

“Por que a radioterapia com feixe de prótons é considerada mais precisa para o tratamento de tumores cancerígenos (no cérebro, por exemplo) do que a feita com radiação gama?”

João da Silva, por e-mail.

Sua resposta deve ser consistente e completa, porém concisa. Considerando que a Revista *Ciência Hoje* é uma revista de divulgação científica, a resposta deve ser passível de compreensão por parte de leitores que não tenham profundos conhecimentos científicos.

Por restrições de espaço na diagramação da revista, as respostas enviadas à seção “O leitor pergunta” devem ter extensão máxima de 1 página tamanho A4, com todas as margens uniformes de 2 cm, sendo digitadas em letra tipo Arial tamanho 12 e com espaçamento simples entre linhas. Respostas fora dessas especificações não serão aceitas pelo Editor.

Fonte: Elaboração da autora.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL – UFRGS
DEPARTAMENTO DE ENSINO DE QUÍMICA
QUI03009 – RADIOQUÍMICA

Professora: Tânia Denise Miskinis Salgado

Aluna: [REDACTED]

João da Silva, por e-mail:

“Porque a radioterapia com feixe de prótons é considerada mais precisa para o tratamento de tumores cancerígenos (no cérebro, por exemplo) do que a feita com radiação gama?”

Radiações são ondas eletromagnéticas ou partículas que se propagam com uma determinada velocidade. Contêm energia, carga elétrica e magnética. Podem ser geradas por fontes naturais ou por dispositivos construídos pelo homem. Possuem energia variável desde valores pequenos até muito elevados. A radioterapia utiliza radiação ionizante de alta energia como, por exemplo, raios-x, raios gama, e partículas radioativas (partículas alfa e beta, nêutrons e prótons). Como o objetivo da radioterapia é destruir células malignas que se dividem rapidamente sem lesar permanentemente os tecidos saudáveis circunvizinhos, alguns métodos radioterápicos foram desenvolvidos.

O método da radiação gama ocorre a partir de fontes de isótopos radioativos, como por exemplo, de pastilhas de cobalto, cério, irídio ou sais de rádio que geram raios gama com energia variável. Esses aparelhos são usados como fontes externas, mantendo distância da pele que variam de 1 cm a 1 m, servindo para o tratamento de lesões superficiais, semiprofundas ou profundas, dependendo da quantidade da radiação gerada pelo equipamento.

A radioterapia com feixe de prótons é um desses métodos desenvolvidos para o tratamento de câncer no cérebro, pescoço, próstata e medula espinhal, onde os feixes de prótons atravessam tecidos sem causar muitos danos, mas são eficazes na destruição de células malignas. A terapia de prótons é baseada na utilização de partículas de carga positiva elementares de núcleos de átomos de hidrogênio - ou seja, os prótons, que têm uma massa muito maior do que os elétrons. Os prótons são acelerados a uma velocidade cerca de metade da velocidade da luz, determinando sua energia de radiação, que atinge até 230 MeV, permitindo alcançar e danificar tumores até uma profundidade de aproximadamente 30 cm.

A radioterapia com feixe de prótons é considerada mais eficiente porque os prótons causam poucos danos aos tecidos que atravessam, liberando sua energia após uma determinada profundidade no tecido, ou seja, no tumor que é o alvo. É uma radiação mais precisa (permite melhor confinamento da dose de radiação), sendo mais intensa no tumor e mais fraca antes de chegar nele. Após atingir o tumor, a radiação é cessada. Acredita-se que esta terapia pode liberar doses mais altas de radiação e, ao mesmo tempo diminuir os efeitos colaterais nos pacientes. Na radioterapia convencional (feita com radiação gama), a radiação já é muito grande na superfície do corpo do paciente e segue diminuindo sua intensidade, que passa pelo tumor com força média e se mantém ativa na área seguinte, até se dissipar ao tocar a outra extremidade da pessoa, causando sérios danos aos tecidos saudáveis atingidos.

[REDACTED]
Departamento de Química,
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Fonte: Trabalho elaborado por um aluno da disciplina.

QUI03009 - RADIOQUÍMICA
TRABALHO INDIVIDUAL FINAL - 2015/1

Você recebeu uma correspondência da *Revista Ciência Hoje* convidando para atuar como consultor da revista na seção “O leitor pergunta”.

A pergunta que você deve responder é a seguinte:

“É verdade que se usa radiação para verificar o preenchimento das latinhas nas fábricas de refrigerantes? Quer dizer que estamos consumindo bebidas radioativas?”

João da Silva, por e-mail.

Sua resposta deve ser consistente e completa, porém concisa. Considerando que a *Revista Ciência Hoje* é uma revista de divulgação científica, a resposta deve ser passível de compreensão por parte de leitores que não tenham profundos conhecimentos científicos.

Por restrições de espaço na diagramação da revista, as respostas enviadas à seção “O leitor pergunta” devem ter extensão máxima de 1 página tamanho A4, com todas as margens uniformes de 2 cm, sendo digitadas em letra tipo Arial tamanho 12 e com espaçamento simples entre linhas. Respostas fora dessas especificações não serão aceitas pelo Editor.

QUI03009 - RADIOQUÍMICA
TRABALHO INDIVIDUAL FINAL - 2015/1

Você recebeu uma correspondência da *Revista Ciência Hoje* convidando para atuar como consultor da revista na seção “O leitor pergunta”.

A pergunta que você deve responder é a seguinte:

“Como é possível alterar a cor de pedras preciosas ou semipreciosas por irradiação? Com que finalidade se faz isso?”

João da Silva, por e-mail.

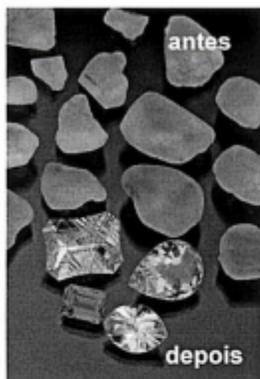
Sua resposta deve ser consistente e completa, porém concisa. Considerando que a *Revista Ciência Hoje* é uma revista de divulgação científica, a resposta deve ser passível de compreensão por parte de leitores que não tenham profundos conhecimentos científicos.

Por restrições de espaço na diagramação da revista, as respostas enviadas à seção “O leitor pergunta” devem ter extensão máxima de 1 página tamanho A4, com todas as margens uniformes de 2 cm, sendo digitadas em letra tipo Arial tamanho 12 e com espaçamento simples entre linhas. Respostas fora dessas especificações não serão aceitas pelo Editor.

Fonte: Elaboração da autora.

João Silva, por e-mail.

"Como é possível alterar a cor de pedras preciosas ou semipreciosas por irradiação? Com que finalidade se faz isso?"



Pedras preciosas ou semipreciosas são irradiadas para alterar sua cor melhorando sua condição inicial e consequentemente agregar valor comercial.

Elementos radioativos na crosta terrestre levam milhões de anos para alterar a cor das pedras enquanto que a irradiação artificial pode levar algumas horas.

Existem diferentes fontes de radiação para alterar a cor de gemas (pedras preciosas ou semipreciosas). As fontes mais utilizadas são: os raios X, os raios gama, irradiação por nêutrons e aceleradores de partícula.

Para os **raios X** utiliza-se equipamentos de fácil obtenção, entretanto proporciona baixa uniformidade da cor, pouca penetração na gema e por isso não é um processo comercialmente viável.

A radiação mais usada são os **raios gama** (fonte Cobalto-60). Eles têm boa penetração na gema, dão cor com boa uniformidade e não deixam resíduo radioativo. A estabilidade da cor final depende da gema tratada.

A irradiação por **nêutrons** penetra mais que as anteriores, dá colorido mais intenso, mas deixa a gema radioativa. Desse modo, é preciso esperar que essa radioatividade se dissipe para poder comercializar o produto. Diamantes assim tratados ficam verdes e, se a irradiação for seguida de tratamento, adquirem cor amarelo-canário. Tanto esta cor quanto o verde não podem ser distinguidos a olho nu das mesmas cores de origem natural.

Por fim, há os **aceleradores de partículas**, mas estes penetram menos que a radiação gama e são pouco usados.

No processo de irradiação com raios gama promove-se um desequilíbrio eletrônico, ou seja, os elétrons são extraídos de sua localização normal. A mudança na cor depende da nova localização do elétron e da carga do átomo próximo a ele. Esses fatores controlam como a pedra absorve a luz e portanto eles ditam sua cor. Processos térmicos também são utilizados conjuntamente com a irradiação.

No Brasil, um quilo da pedra bruta e sem cor vale muito pouco, cerca de R\$ 20,00, mas uma pedra que já está bruta e colorida pode chegar a valer R\$ 2 mil por quilo.



Instituto de Química

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Fonte: Trabalho elaborado por um aluno da disciplina.

ANEXO 8

EXEMPLO DE ESTUDO DE CASO USADO NO SEMESTRE LETIVO 2014/1

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA - DEPARTAMENTO DE FÍSICO-QUÍMICA
QUI 03 009 - RADIOQUÍMICA**

CASO Nº 2

Considere a seguinte situação.

O Escritório da CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear sediado no Campus do Vale da UFRGS foi requisitado para atender à seguinte ocorrência:

Em junho de 2011, um rapaz que residia em Caçapava do Sul-RS sentiu-se mal, apresentando náuseas, vômito, diarreia e dor de estômago. Procurou um posto de saúde e informou ao médico que tinha certeza de que seus sintomas teriam sido causados por contaminação radioativa devida à ingestão de água da torneira, pois essa água estaria contaminada em consequência do acidente ocorrido no Reator Nuclear de Fukushima, no Japão.

Em relação à situação descrita, responda:

1. Quais providências iniciais devem ser tomadas pelo médico que está atendendo o rapaz?
2. O técnico designado pelo Escritório da CNEN, ao chegar a Caçapava do Sul, deve tomar quais providências em relação a:
 - monitoramento do rapaz quanto à contaminação externa e interna;
 - coleta de amostras de água;
 - determinação de atividade das amostras.
3. As atividades que forem determinadas nas amostras coletadas devem ser comparadas com o que, para que os valores obtidos possam ser adequadamente interpretados?
4. Quais foram, aproximadamente, os índices de radiação observados no Japão, após o acidente de Fukushima?
5. Como se comporta o alastramento da contaminação no ambiente, após um acidente desse tipo?
6. Qual a extensão atingida, aproximadamente, pela contaminação decorrente do acidente?
7. Qual a dose de radiação mínima que o rapaz deveria ter recebido para chegar a apresentar os sintomas descritos?
8. Dê o seu parecer: é provável que os sintomas apresentados pelo rapaz sejam devidos à contaminação radioativa, como ele alega?

Fonte: Elaboração da autora.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA - DEPARTAMENTO DE FÍSICO-QUÍMICA
QUI 03 009 - RADIOQUÍMICA**

Caso nº 5

Considere que a seguinte situação tenha ocorrido em um Laboratório de Radioquímica.

O material para a realização de uma prática de Radioquímica foi preparado e deixado pronto, sobre uma bandeja de aço inox revestida com papel absorvente, até o dia seguinte, quando a prática seria realizada. Entre os materiais, encontrava-se uma solução de nitrato de urânio [$UO_2(NO_3)_2$], fechada em um recipiente hermético, além de vidrarias e um filtrador a vácuo que já haviam sido utilizadas para a realização da mesma prática no dia anterior, por um outro grupo de alunos. Durante a noite, um vazamento de água no laboratório situado acima deste provocou a inundação de parte do Laboratório de Radioquímica. A água encheu a bandeja, que transbordou, espalhou-se por cima das bancadas e a seguir espalhou-se pelo chão do laboratório.

No dia seguinte, de manhã, a primeira pessoa a chegar ao laboratório foi um aluno de doutorado. Ele fez algumas medidas com um detector e verificou que o nível de radiação estava apenas um pouco superior à radiação de fundo do local. Assim, decidiu chamar a equipe de limpeza, a qual providenciou a remoção da água e limpeza do chão.

A meia-vida do ^{238}U é de $4,5 \times 10^9$ anos e é um emissor alfa, mas seus produtos de decaimento emitem também radiação beta e gama.

1. O aluno de doutorado procedeu corretamente ao ingressar no laboratório inundado e depois fazer as medidas do nível de radiação?
2. O aluno de doutorado procedeu corretamente ao chamar a equipe de limpeza e permitir a remoção da água e a limpeza do chão?
3. Caso a equipe de limpeza estivesse adequadamente preparada para realizar tal procedimento, quais seriam os EPIs que eles deveriam estar usando para isso?
4. Uma vez que se verificou que houve o incidente, quem deve ser avisado, imediatamente?
5. Como as pessoas referidas no item 4 devem proceder neste caso?

Fonte: Elaboração da autora.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA - DEPARTAMENTO DE FÍSICO-QUÍMICA
QUI 03 009 - RADIOQUÍMICA**

Caso nº 4

Leia a crônica “Ensinaamentos de um PET Scan”, de David Coimbra, publicada no Caderno Vida de *Zero Hora*, em 08/06/2013. Disponível em: <http://zh.clicrbs.com.br/rs/vida-e-estilo/vida/noticia/2013/06/david-coimbra-ensinaamentos-de-um-pet-scan-capitulo-4-4163127.html>

Em relação ao “PET Scan”, ou Tomografia por Emissão de Pósitrons, responda:

1. Quais são as características do pósitron?
2. O que acontece quando um pósitron encontra um elétron, no meio material?
3. Por que esse evento pode ser usado para fazer um exame como a Tomografia PET?
4. O cronista diz que: “Note que evento único: eles estão injetando uma substância radioativa em você. Quando fizeram isso em mim, fiquei pensando: e se adquirir superpoderes? Não foi uma aranha radioativa que mordeu Peter Parker e o transformou em Homem-Aranha?” É possível alguém adquirir “superpoderes” por meio de radiação?
5. O cronista diz que “eles injetam nas suas veias uma substância que imita a glicose”. Isso é verdade? Que substância é injetada no paciente? Qual o isótopo radioativo empregado para esse exame? Qual a sua meia-vida e quais as características do seu decaimento radioativo? (Consulte uma tabela de núclídeos)
6. Explique o que o cronista quis dizer com “Quando aparece um ponto do seu corpo com altos índices de consumo dessa falsa glicose, soam os alarmes: é ali que está acantonado o inimigo”.
7. Apresente exemplos de resultados de exames que mostrem imagens dos tumores.
8. Que outras aplicações tem a Tomografia PET, além da identificação de tumores cancerígenos? Mostre alguns exemplos.

Fonte: Elaboração da autora.

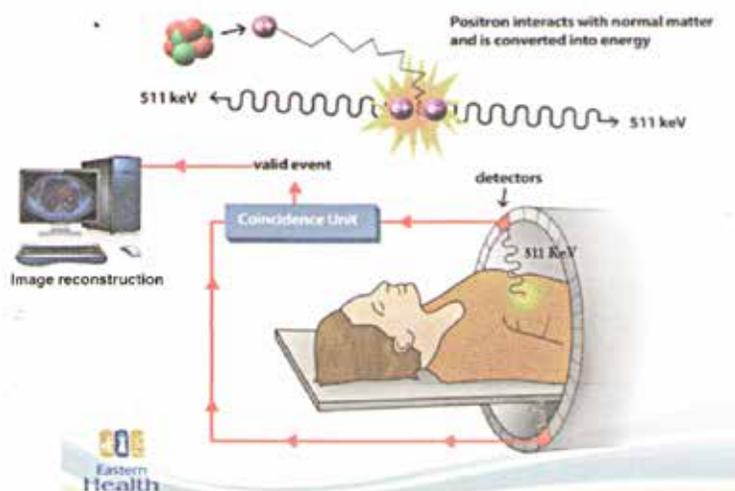


Figura 3. Esquemas de funcionamento de um equipamento PET Scan.

4. O cronista diz que: *“Note que evento único: eles estão injetando uma substância radioativa em você. Quando fizeram isso em mim, fiquei pensando: e se adquirir superpoderes? Não foi uma aranha radioativa que mordeu Peter Parker e o transformou em Homem-Aranha?”* É possível alguém adquirir “superpoderes” por meio de radiação?

Não. No caso específico da emissão de pósitrons, onde ocorre rápida aniquilação do pósitron emitido, a radiação de 2γ é liberada, com energia total de $2 \times 0,511 = 1,02$ MeV. Os raios γ são ondas eletromagnéticas, de mesma natureza, porém maior energia, do que a luz visível; não têm massa nem carga; são muito mais penetrantes que as partículas alfa e beta, causando, entretanto, menos ionização; são absorvidas por alguns centímetros de chumbo ou outros materiais densos e podem penetrar vários metros no ar.

A irradiação de material biológico pode resultar em transformação de moléculas específicas (água, proteína, açúcar, DNA, etc.), levando a consequências que devem ser analisadas em função do papel biológico desempenhado pelas moléculas atingidas. Os efeitos das citadas transformações moleculares devem ser acompanhados nas células, visto serem estas as unidades morfológicas e fisiológicas dos seres vivos. O DNA, por ser responsável pela codificação da estrutura molecular de todas as enzimas das células, passa a ser a molécula chave no processo de estabelecimento de danos biológicos. Ao sofrer a ação das radiações, a molécula de DNA pode sofrer mutações gênicas ou quebras.

As mutações gênicas correspondem a alterações induzidas na molécula de DNA que resultam na perda ou na transformação de informações codificadas na forma de genes. A introdução de mutações no genoma de uma célula é considerada indispensável para a indução de um câncer por ação das radiações. No entanto, mutações radioinduzidas não evoluem obrigatoriamente para câncer.

Apesar do PET Scan expor o paciente a radiação ionizante, são realizados diversos cuidados para limitar a dose. O isótopo de flúor radioativo no traçador FDG produz uma dose de cerca de 5-7 mSv. Um adicional de 23-26 mSv, no entanto, pode ser adquirido a partir da tomografia computadorizada que normalmente acompanha o PET scan. Portanto, o componente de PET do PET/CT é responsável por cerca de 20% da dose de radiação, com a porção da tomografia computadorizada contabilizando cerca de 80% da dose de radiação.

Fonte: Trabalho elaborado por um aluno da disciplina.

4

FILMES COMO ELEMENTOS MOTIVADORES PARA REPENSAR O ENSINO DE BIOLOGIA: CONTRIBUIÇÕES DE UMA DISCIPLINA

1 Graduada em Ciências Biológicas, mestre em Ecologia e doutora em Educação – Ensino de Ciências. Pesquisadora da área de Ensino de Biologia. Docente do Departamento de Zoologia do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (USP); rosanalfs@gmail.com

2 Graduado em Ciências Biológicas, mestre em Zoologia e doutor em Biologia Evolutiva. Pesquisador da área de Diversidade Biológica e Microbiologia Evolutiva. Docente do Departamento de Zoologia do Instituto de Biociências da USP; dlahr@ib.usp.br

3 Graduado em Ciências Biológicas, mestre e doutor em Ciências Biológicas (Zoologia). Pesquisador da área de invertebrados. Atualmente é presidente da comissão de Graduação do Instituto de Biociências da USP. Docente do Departamento de Zoologia do Instituto de Biociências da USP; ricrocha@usp.br

JUSTIFICATIVA

Buscamos inserir no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas uma disciplina que possibilitasse a formação de professores de Ciências e Biologia adequada às novas linguagens e desafios propostos pelas tecnologias de informação e comunicação.

A mídia atua

[...] na constituição de sujeitos e subjetividades na sociedade contemporânea, na medida em que produz imagens, significações, enfim, saberes que de alguma forma se dirigem à “educação” das pessoas, ensinando-lhes modos de ser e estar na cultura em que vivem.

(FISCHER, 2002, p. 151)

As novas tecnologias de informação e comunicação possibilitam que os estudantes aprendam sobre ciência a partir de múltiplos meios e precisamos saber como os estudantes podem melhorar a aprendizagem por meio de textos, linguagens, animações,

áudio e vídeo, simulações, entre outros (LEMKE, 2006; SANTOS, 2007). Pesquisas têm trazido algumas contribuições para a análise de mídia em práticas escolares (FAUSTINO; SILVA, 2013, 2014; SILVA; ABREU, 2015). Entendemos que esses instrumentos devem ser contextualizados e problematizados em aulas de biologia, priorizando um contexto colaborativo.

Guimarães (2005) destaca que conectar as práticas docentes às práticas culturais irá demarcar, identificar e expor um conjunto de significações muitas vezes conflitantes das questões da ciência, favorecendo leituras mais densas e atentas das formas de considerar um programa televisivo, um filme, um documentário, um texto jornalístico, entre outros.

Apesar de o uso de recursos de mídia ser prática frequente entre os professores da educação básica, dificuldades e necessidades formativas têm sido identificadas em diferentes pesquisas (KLOSTERMAN; SADLER; BROWN, 2012).

Cabe considerar que o art. 16 da Resolução n. 2/2012, que define as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio dispõe que:

O projeto pedagógico das unidades escolares que ofertam o ensino médio devem considerar:

[...]

VIII - **utilização** de diferentes mídias como processo de dinamização dos ambientes de aprendizagem e construção de novos saberes;

[...]

XX - **Produção** de mídias nas escolas a partir de promoção de atividades que favoreçam as habilidades de leitura e análise do papel cultural, político e econômico dos meios de comunicação na sociedade. (BRASIL, 2012, grifo nosso)

Além disso, a Deliberação n. 111/2012, do Conselho Estadual de Educação do Estado de São Paulo, que fixa Diretrizes Curriculares Complementares para a Formação de Docentes para a Educação Básica, destaca em seu artigo 9º, item II, a necessidade da formação contemplar a “utilização das Tecnologias da Comunicação e Informação (TICs) como recurso pedagógico e para o desenvolvimento pessoal e profissional” (SÃO PAULO, 2012).

As investigações sobre mídia e ensino de biologia em processos de alfabetização científica têm indicado que, para o processo de transformação de um objeto de mídia em um recurso didático, são necessárias variadas formas de atividade docente, envolvendo aspectos de mediação, de re-contextualização e de interações discursivas (SILVA; ABREU, 2015). A criação de uma disciplina específica sobre o tema de filmes no ensino de biologia se mostra uma possibilidade de superação desses desafios e de formação de um docente capaz de articular processos de mediação necessários.

CONTEXTO EM QUE O TRABALHO ESTÁ INSERIDO

A disciplina “Filmes e Ensino de Biologia”, do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (código BIZ0439), foi construída com a participação de três professores – uma da área de Educação em Ciências, um da área de Zoologia e outro da área de Microbiologia Evolutiva –, propiciando discussões interdisciplinares entre propostas educativas e conteúdos biológicos. Foi oferecida como disciplina optativa livre para o curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto de Biociências da

USP, pela primeira vez no primeiro semestre de 2015, no período de fevereiro a junho. Na análise e produção dos filmes, o curso enfatizou os três eixos da alfabetização/letramento científico: **natureza da ciência**, discutindo os modelos de ciência e de cientistas expressos em diferentes produções audiovisuais; **linguagem científica**, tratando de como a perspectiva da evolução biológica e da biodiversidade se expressa nos filmes; e **contextualização social**, trazendo elementos para pensar questões sociocientíficas, tais como problemas ambientais, de saúde pública, sexualidade e relações étnico-raciais. Dessa forma, as discussões e produções possibilitadas pela disciplina constituíram uma inovação na formação dos licenciandos da área de Ciências Biológicas.

Todos os dados da disciplina podem ser consultados no programa disponível no sistema de graduação da universidade.⁴ A disciplina foi cursada por 24 alunos, com carga horária total de 90 horas, distribuídas em quatro horas de aula e uma de trabalho por semana. Além dos professores responsáveis, também foram convidados palestrantes relacionados a produção de filmes na web, religião e temas científicos, mostras audiovisuais e trabalhos com filmes para a educação básica e superior.

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Analisar criticamente a presença de conteúdos científicos na mídia, particularmente em filmes, refletindo sobre as formas de expressão da natureza da ciência, da linguagem científica e da contextualização social; problematizar e propor situações didáticas com uso de filmes e ser capaz de produzir um material audiovisual sobre um tema biológico para a educação básica.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Propiciar que os licenciandos em Biologia sejam capazes de:

- Refletir sobre a presença e uso de conceitos biológicos no cinema.
- Analisar criticamente uma amostra de filmes de diferentes gêneros que contemplem questões biológicas.
- Analisar o uso atual da mídia cinematográfica na educação básica.
- Desenvolver sequências didáticas sobre conteúdos biológicos que contemplem o uso de filmes.
- Elaborar material de suporte didático para o trabalho com filmes em ensino de biologia.
- Reconhecer como a relação entre filmes e educação científica aparece no campo de pesquisa em ensino de ciências.
- Valorizar o uso de filmes na contextualização social e histórica de questões ambientais, éticas, saúde pública, sexualidade, religião e relações étnico-raciais.

CONTEÚDOS CURRICULARES ABORDADOS E PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS

O programa da disciplina contempla os seguintes conteúdos curriculares:

- elementos de análise fílmica (narrativa cinematográfica, análise de imagens, enquadramentos, etc.);

⁴ Disponível em: <<https://uspdigital.usp.br/jupiterweb/obterDisciplina?sgldis=BIZ0439&verdis=1>>.

- uso de filmes no ensino de biologia, na perspectiva da alfabetização científica;
- análise de seleção de filmes e de sua aplicação em sala de aula e outros contextos educativos (por exemplo, museus);
- interface entre o uso de filmes e diferentes campos de práxis educativa;
- relações do ensino de biologia com as aplicações científicas, as questões éticas e culturais e o cotidiano dos educandos por meio dos filmes.

A disciplina seguiu uma estrutura que passou da análise crítico-reflexiva, a partir de filmes e referenciais teóricos escolhidos pelos docentes, para uma parte analítica e didático propositiva, partindo de filmes escolhidos pelo próprio grupo, e uma parte de produção autoral, conforme sintetizado na Figura 1.

FIGURA 1 - ESQUEMA DOS EIXOS DO CURSO



Fonte: Elaboração Daniel Laehr.

Os conteúdos curriculares e procedimentos didáticos trabalhados em cada aula estão resumidos no Quadro 1.

QUADRO 1: CRONOGRAMA DOS CONTEÚDOS DA DISCIPLINA E PRINCIPAIS ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS

AULA	CONTEÚDO	RECURSOS
1	Apresentação da disciplina. Filmes no ensino de biologia na perspectiva da alfabetização científica. Levantamento de sentidos sobre filmes no ensino de biologia.	Texto de apoio: Santos, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. <i>Revista Brasileira de Educação</i> , Rio de Janeiro, v. 12, n. 36, dez. 2007. Filme: <i>Sonhos tropicais</i> , seguido de discussão sobre os aspectos sociais e científicos relacionados à saúde pública no século XIX até os dias atuais.
2	Como a natureza da ciência e a figura do cientista são representadas no cinema e quais as implicações para o ensino de ciências?	Texto para leitura prévia e discussão: Oliveira, B. J. Cinema e imaginário científico. <i>Hist. Cienc. Saúde-Manguinhos [on-line]</i> , v. 13, p. 133-150, 2006. Discussão de trechos dos filmes <i>Dr. Strangelove</i> ; <i>A mosca da cabeça branca</i> ; <i>Indiana Jones</i> ; <i>Frankenstein</i> ; <i>A vida de Pasteur</i> ; <i>Matrix</i> ; <i>A criação</i> (vida de Charles Darwin).
3	Elementos da interpretação da linguagem audiovisual (enquadramento, sonoplastia, narrativa, etc.) e estratégias para seu uso na escola.	Texto para leitura prévia e discussão: capítulos do livro: Ferrés, J. <i>Vídeo e educação</i> . Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. Vanoye, F. <i>Ensaio sobre a análise fílmica</i> . São Paulo: Papyrus, 1984. Trechos diversos de filmes educativos, comerciais, publicidade, <i>YouTube</i> , etc.
4	O discurso sobre evolução biológica nos filmes.	Texto para leitura prévia e discussão: Teoria evolutiva, mídia e rock'n'roll: uma análise do videoclipe <i>Do the Evolution</i> . Trechos da novela <i>O Clone</i> ; videoclipe <i>Do the Evolution</i> (Pearl Jam); filmes <i>2001: uma odisséia no espaço</i> ; <i>Andrômeda Strain</i> ; <i>Pokémon</i> .
5	O discurso ambiental nos filmes. Possibilidades de uso de animações na educação básica.	Texto para leitura prévia e discussão: Henning, P. C.; Henning, C. C.; Garré, B. H. Educação ambiental e cinema: produções discursivas em tempos líquidos. <i>Cinema, educação e ambiente</i> . Uberlândia: Edufu, 2013. Filme: <i>Wall-e</i> .
6	Aspectos da biodiversidade no cinema.	Filmes: <i>Microcosmos</i> ; <i>A era do gelo</i> . Palestra sobre a relação entre biologia e religião.
7	A ficção científica e o ensino de biologia.	Textos para leitura prévia e discussão: Rose, C. Biology in the movies: using the double-edged sword of popular culture to enhance public understanding of science. <i>Evolution Biology</i> , v. 34, p. 49-54, 2007. Piassi, L. P. A ficção científica e o estranhamento cognitivo no ensino de ciências: estudos críticos e propostas de sala de aula. <i>Ciência & Educação</i> , Bauru, v. 19, n. 1, p.151-168, 2013. Filmes <i>Gattaca</i> ; <i>O guia do mochileiro das Galáxias</i> .
8	Contribuição de filmes para o trabalho com temas transversais de saúde, sexualidade e relações étnico raciais.	Filmes: <i>E a vida continua</i> ; <i>Blue eyed</i> . Texto para leitura prévia e discussão: Oliveira, B. J. Cinema e imaginário científico. <i>Hist. Cienc. Saúde-Manguinhos</i> , v. 13 (supl.), p. 133-50, 2006.
9	Seminários sobre roteiros para análise e uso de filmes.	Apresentação de filmes escolhidos e roteiros de análise e uso (Anexo 2).
10	Seminários sobre roteiros para análise e uso de filmes.	Apresentação de filmes escolhidos e roteiros de análise e uso (Anexo 2).
11	Mostras audiovisuais: possibilidades para a escola.	Palestra sobre mostras audiovisuais, como o Circuito Tela Verde, Mostra Ecofalante, Anima Mundi, entre outras.
12	A produção audiovisual na internet.	Palestra com uma professora do Instituto de Biociências, que iniciou em anos anteriores um trabalho com produção de filmes sobre biodiversidade, e com o autor do site <i>Nerdologia</i> , com apresentação e discussão de filmes.
13	A linguagem dos documentários e possibilidades de análise e uso na educação básica.	Discussão dos documentários: <i>A ilha das flores</i> ; documentários de história natural (Attenborough); documentários modernos de história natural; Carl Sagan (Pale Blue Dot). Oficina síntese de técnicas de produção de vídeo e sites específicos.
14	Apresentação final das produções de audiovisuais.	Cada um dos sete grupos apresenta sua produção e indica as dificuldades de realização e os motivos da escolha do tema. Todos da classe preenchem o roteiro e avaliam todos os filmes. Cada grupo também produziu um roteiro de apoio ao professor de educação básica no uso do material.
15	Autoavaliação e avaliação da disciplina.	Roda de conversa sobre a avaliação do curso, preenchimento individual do roteiro de autoavaliação e avaliação da disciplina.

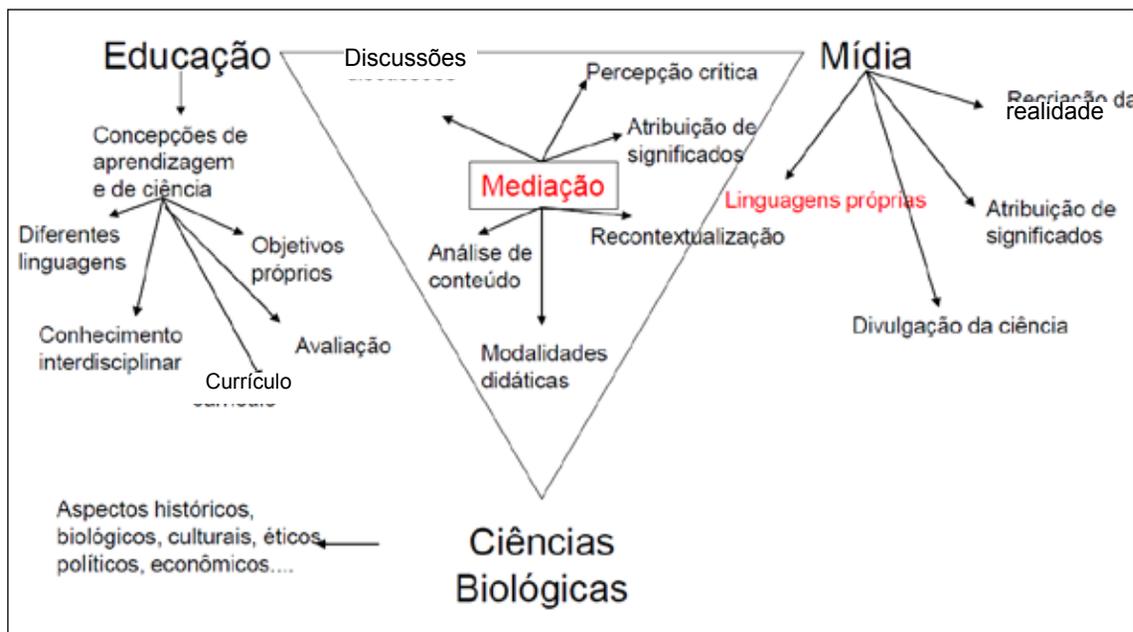
A comunicação de textos e atividades entre os docentes e alunos ocorreu pela plataforma *Moodle Stoa*, que é um ambiente virtual de aprendizagem mantido pela universidade.

As aulas tinham uma parte de discussão do texto e/ou aula expositiva dialogada e uma parte de análise crítica e discussão de filmes, considerando aspectos específicos de cada aula.

Partindo de referenciais teóricos sobre análise fílmica, foram discutidos e exercitados nas atividades da disciplina os processos de desconstrução e interpretação. Segundo Vanoye (1994), “Analisar um filme ou um fragmento é, antes de mais nada, no sentido científico do termo, assim como se analisa, por exemplo, a composição química da água, decompô-lo em seus elementos constitutivos”.

Discutiu-se, ainda, que este processo analítico sobre a área de ensino de ciências estaria envolvendo uma relação entre culturas diferentes: da educação, das mídias e das ciências. Dessa forma, exploramos que a mediação docente de um filme na sala de aula se dá na intersecção dos diferentes aspectos, expressos na Figura 2:

FIGURA 2 - INTERAÇÕES ENTRE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E INDÚSTRIA CULTURAL



Fonte: Adaptado de Trivelato e Silva (2011).

Esse processo de análises crítica e fílmica gerou discussões e produções escritas dos estudantes sobre as representações da ciência e do cientista na mídia (Anexo 1), sobre como temas da evolução biológica e a origem da vida são representados e que aspectos da questão ambiental e da saúde são explorados em filmes comerciais e documentários. Após essa parte, iniciou-se um exercício analítico e reflexivo a partir de filmes escolhidos pelos grupos. Para o seminário 1, os alunos precisavam analisar um filme conforme roteiro por nós elaborado e apresentado no Anexo 2. Na apresentação, também eram utilizados trechos escolhidos de filmes. Um roteiro preenchido por um dos grupos é apresentado como exemplo no Anexo 3.

A terceira e última etapa da disciplina correspondeu à parte de produção autoral dos alunos. No seminário 2 era apresentada a produção de um vídeo original, a partir de um tema da disciplina Ciências, do ensino fundamental II, ou Biologia, do ensino

médio. Esse foi um ponto muito significativo do curso, pois todos ficaram bem satisfeitos com os resultados e gostaram de conhecer as produções dos outros grupos. Estamos em trâmite para que as produções sejam divulgadas no *site* de materiais didáticos do Instituto de Biociências. Alternativamente, criamos uma pasta específica no Dropbox,⁵ onde disponibilizamos as produções. A primeira cena dessa plataforma dos vídeos está no Anexo 4. Os temas escolhidos pelos alunos são muito relevantes para o ensino de ciências e biologia, a saber: célula; embriologia; efeito estufa; hereditariedade; transgênicos; água; e a superação, na história da ciência, da ideia da geração espontânea dos seres vivos. As linguagens utilizadas também foram bastante diversas: *stop motion*⁶ com massinha; *stop motion* com recortes; fotos e/ou desenhos; sobreposição de filmes; fantoches simulando uma batalha de *rap*;⁷ e uso da plataforma do jogo *Minecraft*.⁸ Tais linguagens ficaram extremamente atraentes e adequadas ao público jovem e, ao mesmo tempo, articuladas a conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais da área de Ciências e Biologia.

Além da produção do filme, os grupos tiveram que elaborar um roteiro para o professor, para que o material possa ser utilizado em diferentes contextos e por diferentes professores. Um exemplo de um desses roteiros está no Anexo 5.

AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE APRENDIZAGEM DOS ESTUDANTES

A avaliação foi formativa (inerente ao ensino, continuada, tarefas interligadas, processo), relacionada à participação, em sala de aula, nas leituras e discussões e às diferentes produções dos estudantes (projeto de análise e uso didático de um filme, análises reflexivas em sala de aula, produção de audiovisual, seminários de apresentação de projeto). De forma geral, os critérios envolveram a adequação das produções aos objetivos da disciplina e o comprometimento, a autonomia e a criticidade dos estudantes.

Para avaliação do seminário 1, construímos, juntamente com os alunos, os critérios e pesos expressos no Quadro 2.

QUADRO 2: CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DO SEMINÁRIO 1

Roteiro de análise (2,0 pontos)	Compreensão da linguagem audiovisual, justificativa coerente de escolha, identificação dos aspectos da alfabetização científica.
Proposta pedagógica (4,0)	Criatividade, qualidade de conteúdos abordados (conceituais, procedimentais e atitudinais), coerência com o público-alvo, coerência com os objetivos, exequibilidade, conexão entre conceitos, alfabetização científica, uso de problematizações, potencial para aprendizagem significativa/motivador, propicia autonomia do estudante.
Apresentação (4,0)	Criatividade, clareza, respeito ao tempo, potencial de reflexão e participação da turma, dinamismo, participação equilibrada de todos os membros, recursos utilizados, respostas às colocações...

A avaliação da produção do filme dos estudantes foi realizada por toda a turma conjuntamente, em que cada aluno preencheu e atribuiu uma nota a partir dos critérios e pesos mostrados no Quadro 3. Tais critérios foram construídos e discutidos juntamente com os alunos em uma aula anterior à apresentação das produções.

5 Disponível em: <<https://www.dropbox.com/sh/vghsO945crag8af/AABrSzx4nOzvtNwtDPIWRIUfa?dl=0>>.

6 *Stop motion* é uma técnica de animação com recursos da máquina fotográfica ou do computador. Utilizam-se modelos reais em diversos materiais, como massa de modelar, recortes, desenhos, entre outros. Os modelos são movimentados e fotografados quadro a quadro. Esses quadros são posteriormente montados criando a impressão de movimento. Podem ser acrescentados efeitos sonoros, como fala ou música.

7 Batalhas de *rap* é uma forma improvisada de *rap* – é feita sem letras previamente construídas.

8 *Minecraft* é um jogo eletrônico muito utilizado por crianças e adolescentes. Trata-se de um jogo basicamente feito de blocos, tendo as paisagens e a maioria de seus objetos compostos por eles, permitindo que estes sejam removidos e recolocados em outros lugares para criar construções, empilhando-os.

QUADRO 3: CRITÉRIOS E PESOS PARA A AVALIAÇÃO DAS PRODUÇÕES DOS FILMES DOS ESTUDANTES

Nome do grupo ou do filme (peso)	
1 - grau de autoria (singularidade/originalidade/criatividade) (2,5)	
2 - efeitos de sentido (conteúdo científico/público-alvo/contextos/tempo) (2,5)	
3 - objetivos educacionais (clareza didática) (2,5)	
4 - qualidade técnica (capricho/estética adequada/imagem/som) (2,5)	
Nota final	

Também foi considerada, para a composição da nota final, a autoavaliação realizada pelos estudantes na última aula.

AUTOAVALIAÇÃO DO PROFESSOR FORMADOR

Na avaliação dos estudantes, a disciplina propiciou uma visão muito mais crítica sobre a produção fílmica relacionada a ciências/biologia e ampla gama de utilização em sala de aula. Como ponto negativo, foi indicado o pouco tempo dedicado a aspectos técnicos na produção de TICs. No entanto, os docentes mencionaram que o objetivo do curso não é doutrinar os alunos sobre técnicas específicas, mas sim fomentar a análise, discussão, bem como utilização em sala de aula. Os *softwares* são muitos e surgem novos a cada ano, sendo que a geração de estudantes atual é muito mais apta ao seu uso do que os próprios docentes, o que pode ser comprovado pela boa qualidade dos produtos apresentados.

Em nossa avaliação, a disciplina propiciou, além da construção de conhecimentos relacionados a mídia e ensino, uma participação mais efetiva dos estudantes (inclusive participações propositivas) e a discussão de temas controversos que não seriam objeto de estudo em outras disciplinas do curso. Utilizando os filmes como estopim, os alunos foram entusiasmados a refletir e integrar conceitos biológicos com diferentes problemas socioculturais, fatos históricos, geográficos e políticos da realidade brasileira. A parte analítica e a produção audiovisual dos estudantes, bem como o envolvimento dos grupos na realização dos trabalhos, superaram nossas expectativas em termos de criatividade, coerência e clareza pedagógica.

As discussões do curso, os materiais lidos e os filmes assistidos contribuíram para a formação de um professor crítico e reflexivo. A parte analítica e de produção de filmes colaborou para uma docência adequada aos novos desafios propostos pelas novas tecnologias e a superação do medo de seu uso em sala de aula, possibilitando a construção de aulas mais significativas para os estudantes da educação básica. Além disso, as produções do curso ficarão como um repertório de recursos didáticos para esses futuros professores e para todos que acessarem a página de materiais didáticos do Instituto de Biociências da USP.

Para a equipe, foi superado o desafio de construir uma proposta interdisciplinar, por meio da elaboração de uma proposta por docentes da área da Ciência Básica conjuntamente com a área de Ensino de Ciências, o que favoreceu a criticidade dos estudantes e o enfrentamento de novos desafios da formação de professores de Ciências e Biologia. Além disso, a disciplina possibilitou um papel ativo do aluno durante todo o processo formativo, considerando o caráter autoral das produções, bem como o caráter colaborativo da formação docente, uma vez que a maior parte das produções foi feita em grupo. A autoavaliação e a avaliação do curso, realizadas pelos estudantes em formulário elaborado para este fim (Anexo 6), foram muito positivas, ressaltando

as possibilidades de discussão de questões sociocientíficas possibilitadas pelos filmes, bem como o exercício do pensamento crítico e da criatividade que suas produções permitiram na turma.

No atual momento pelo qual passa a nossa universidade, tem se repensado a inovação em propostas pedagógicas, o que nos deu a oportunidade de apresentar um pôster (Anexo 7) sobre a experiência, que ainda estava em andamento, no 1º Congresso de Graduação da USP, realizado em São Paulo, de 25 a 27 de maio de 2015. Ressaltamos que a experiência de construir uma proposta inovadora em uma universidade já tão consagrada nos proporcionou refletir sobre nosso próprio papel como formadores de futuros professores em uma sociedade que está rodeada por produtos midiáticos e em um contexto que a Ciência não é mais discutida e apresentada somente na escola.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. *Resolução n. 2, de 30 de janeiro de 2012*. Define Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Brasília, DF, 2012.

FAUSTINO, M. T.; SILVA, R. L. F. Construção de saberes na formação inicial de professores de Biologia em um subprojeto do PIBID com ênfase na utilização de mídias. *Revista SBEnBio*, v. 7, p. 5630-5640, out. 2014. Disponível em: <<http://www.sbenbio.org.br/blog/revista-sbenbio-edicao-7/>>.

_____. Mídia e ensino de biologia: aspectos de alfabetização científica nos planejamentos de aula construídos por licenciandos. *Enseñanza de las Ciencias*, v. extra, p. 3488-3493, 2013.

FERRÉS, J. *Vídeo e educação*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

FISCHER, R. M. B. O dispositivo pedagógico da mídia: modos de educar na (e pela) TV. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 151-162, jan./jun. 2002.

GUIMARÃES, L. B. Desnaturalizando práticas de ensino de biologia. In: MARANDINO, M.; SELLES, S.; FERREIRA, M. S. (Org.). *Ensino de biologia: conhecimentos e valores em disputa*. Niterói, RJ: Eduff, 2005.

KLOSTERMAN, M. L.; SADLER T. D.; BROWN, J. Science teachers' use of mass media to address socio-scientific and sustainability issues. *Research in Science Education*, v. 42, n. 1, p. 51-74, 2012.

LEMKE, J. L. Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 24, n. 1, p. 5-12, Mar. 2006.

OLIVEIRA, B. J. Cinema e imaginário científico. *História, Ciência, Saúde*, Rio de Janeiro, v. 13 (supl), p. 133-50, 2006.

SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação [on-line]*, v. 12, n. 36, p. 474-492, 2007.

SÃO PAULO (Estado). Conselho Estadual da Educação. Deliberação CEE n. 111/2012. *Diário Oficial do Estado*, seção I, p. 46, 03/02/2012.

SILVA, R. L. F.; ABREU, R. C. S. M. Teaching mediation of media in classes of Sciences. In: CONFERENCE OF THE EUROPEAN SCIENCE EDUCATION RESEARCH ASSOCIATION (ESERA), 11., Helsink, 2015. Disponível em: <<http://www.esera2015.org/materials/proposal-view/?abstractid=2092>>.

TRIVELATO, S. F.; SILVA, R. L. F. *Ensino de ciências*. São Paulo: Cengage Learning, 2011. (Coleção Idéias em Ação).

VANOYE, F. *Ensaio sobre a análise filmica*. São Paulo: Papyrus, 1994.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos professores convidados Anna Claudia Thinen, Atila Iamarino, Sonia Lopes Godoy Bueno e Sergio Mendonça pelas palestras proferidas. Somos especialmente gratos aos alunos pela grande participação na disciplina e, principalmente, pelos excelentes produtos gerados: Amanda Diaz Rossini, Ana Regina Geciauskas Lage Castillo, Andre Melo de Souza, Arthur Bottacin Cambler, Beatriz Ortega San Juan Loureiro, Felipe Leite Mantovani, Gabriel Fujino Cerantola, Jessica Perrucci de Souza, Kamila Drequeceler Pinto, Klaus Becker, Marcelo Kei Sato, Mayara de Almeida Jordano, Nadia Gregorio Domingues, Nina Marcondes Landgraf, Patricia Pereira Lopes Martins, Priscilla Baruffaldi Bittar, Renata Pereira Beco, Ricardo Gabriel Oliveira Maia, Vinicius Montagner, Virginia Gaiba de Franca, Vitor Paiola de Oliveira, Viviane Carnier Casaroli e Viviane C. Capetini.

ANEXO 1

EXEMPLO DE ANÁLISE CRÍTICA REALIZADA POR UMA ALUNA DO CURSO NA SEGUNDA AULA

Com a aula de hoje e com os textos aprendemos sobre o imaginário científico contido no filme como o estereótipo do cientista que é mostrado pela mídia, como um ser maluco que destrói a humanidade, uma mulher incentivada pelo pai a ser cientista que apresenta características masculinas para manter sua posição; e nos filmes biográficos percebemos a intenção polarizante, exagerada e de certo modo tendenciosa presente no roteirista, assim como obtivemos no relato do trabalho intenso de uma descoberta uma maneira condizente com a realidade.

Pedagogicamente, vimos com o texto que é necessária uma alfabetização científica, uma compreensão do conhecimento científico que possibilite o diálogo, um aprendizado, cumprindo assim com a função social da educação científica, e fazendo com que o aluno adquira a capacidade de ler, compreender e expressar opiniões sobre ciência e tecnologia.

Dessa maneira, a utilização de filmes em sala de aula visa integrar aspectos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos.

Com a aula de hoje e com os textos aprendemos sobre o imaginário científico contido no filme como o estereótipo do cientista que é mostrado pela mídia, como um ser maluco que destrói a humanidade, uma mulher incentivada pelo pai a ser cientista que apresenta características masculinas para manter sua posição; e nos filmes biográficos percebemos a intenção polarizante, exagerada e de certo modo tendenciosa presente no roteirista, assim como obtivemos no relato do trabalho intenso de uma descoberta uma maneira condizente com a realidade.

Pedagogicamente, vimos com o texto que é necessária uma alfabetização científica, uma compreensão do conhecimento científico que possibilite o diálogo, um aprendizado, cumprindo assim com a função social da educação científica, e fazendo com que o aluno adquira a capacidade de ler, compreender e expressar opiniões sobre ciência e tecnologia.

Dessa maneira, a utilização de filmes na sala de aula visa integrar aspectos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos.

ANEXO 2

ROTEIRO PARA O PRIMEIRO SEMINÁRIO - ANÁLISE DE UM FILME E PROPOSTA PEDAGÓGICA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA (TABELAS 1 E 2)

TABELA 1 - ROTEIRO DE ANÁLISE

Nome do Filme:				
Produtor:				
Ano:				
País:	Duração:	Obtido em:		
Descrição:				
Contexto de produção:				
Justificativa para a escolha:				
Como aspectos da natureza da Ciência e do perfil do cientista são explicitados nos filmes:				
Conceitos que são abordados e/ou explicitados:				
Aspectos sociocientíficos (questões ambientais, políticas, econômicas, éticas, sociais, culturais... relativas à ciência e tecnologia) que são explorados:				
Formato	documentário	reportagem	didático	denúncia
	divulgação	narrativo	ficção	outros
Gênero				
didático	drama	comédia	aventura	suspense
Observações sobre as imagens, cores e enquadramentos e suas representações:				
Observações sobre a sonoplastia e locução e suas representações:				
Observação sobre os personagens apresentados:				
Selecione uma cena que o grupo entende que mereceria maior destaque:				

TABELA 2: PROPOSTA PEDAGÓGICA

Público-alvo/série		
Eixo curricular:		
Objetivos do trabalho com o filme		
Análise dos conteúdos a serem trabalhados		
Encaminhamento com os alunos	Antes de exibir o filme	
	Durante a exibição	
	Após a exibição	
Trechos que destacaria com os alunos		
Atividades avaliativas desencadeadas pelo vídeo		

ANEXO 3

EXEMPLO DO TRABALHO DO SEMINÁRIO 1 DE UM DOS GRUPOS

Alunas: Renata Pereira Beco, Jéssica Perrucci de Souza, Ana Regina G. L. Castillo

ROTEIRO PARA O PRIMEIRO SEMINÁRIO - ANÁLISE DE UM FILME E PROPOSTA PEDAGÓGICA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA

TABELA 1: ROTEIRO DE ANÁLISE

<p>Nome do Filme: Família Dinossauro. 4ª Temporada, Episódio 58: Mudando a Natureza (No original em inglês: Dinosaurs. Season 4, Episode 58: "Changing Nature")</p> <p>Produtor: Michael Jacobs Productions</p> <p>Direção: Tom Trbovich</p> <p>Escrito por: Kirk Thatcher</p> <p>Ano: 1994</p> <p>Data original da primeira exibição nos EUA: 20 de julho de 1994</p> <p>País: EUA Duração: 23 minutos Obtido em: pelo site da Vimeo</p>				
<p>Descrição: Dinosaurs (Família Dinossauros no Brasil e Os Dinossauros em Portugal), é uma série de televisão americana. Apesar de ser concebida como um programa infantil, faz uma crítica bem humorada ao chamado "american way of life" e uma sátira da sociedade e dos costumes da classe média desse país.</p> <p>Produzida pela Disney em parceria com a Jim Henson Productions - a qual concebeu os bonecos que representam os personagens - e a Michael Jacobs Productions, entre os anos de 1991 e 1994, a série trata das aventuras de uma família de dinossauros, a Família Silva Sauro (Sinclair, em inglês), que vive em uma sociedade dominada pelos grandes répteis, onde os humanos são animais selvagens.</p> <p>Descrição do episódio: Cada dia 14 de Maio, os besouros do bando são supostos a retornar à Pangaea para comer as papoulas, que tem um crescimento rápido. Infelizmente, apenas um besouro chamado Stan aparece, sendo descoberto posteriormente a eliminação do bando por uma fábrica de creme de frutas. B.P. Richfield pede ajuda à Dino para livrar a Pangaea das papoulas, o que leva a uma cadeia de eventos que condenaria os dinossauros.</p>				
<p>Contexto de produção: Na década de 90, teve ênfase a questão ambiental, em âmbito mundial. Em 1992, houve a ECO 92, no Rio de Janeiro, com base na conferência de Estocolmo (1972) e no relatório Brundtland (ONU, 1978), que contou com a participação de alguns países para discussão de medidas que prevenissem a destruição do meio ambiente garantindo a existência de outras gerações e introduzindo a ideia do desenvolvimento sustentável e modelo de crescimento econômico, menos consumista e mais adequado ao equilíbrio ecológico.</p> <p>Os temas que foram abordados no evento foram: mudança do clima, ar e água, transporte alternativo, ecoturismo, redução de desperdício e redução da chuva ácida. E com a conferência tivemos também a difusão de biodegradáveis, reciclagem e impacto do ser humano no meio ambiente. Também nessa década, depois do início da série "A Família Dinossauro", o tema dos dinossauros foi grandemente divulgado pelo lançamento do filme "O Parque dos Dinossauros" - 1993 - (em inglês, "Jurassic Park"), do diretor Steven Spielberg, o que reforçou o impacto da série. E ainda tivemos o destaque da figura feminina no ano de 1990 devido a Irlanda ter elegido a primeira mulher presidente, Mary Robinson, que embora não tenha sido a primeira na época moderna - foi na República de Tuva em 1940 a primeira posse - teve-se um grande destaque na época.</p>				
<p>Justificativa para a escolha: Temática tratada de uma forma clara e simples, tempo relativamente curto, possibilitando um melhor aproveitamento de aspectos importantes a discussão.</p>				
<p>Como aspectos da natureza da Ciência e do perfil do cientista são explicitados nos filmes:</p>				
<p>Conceitos que são abordados e/ou explicitados: espécie ameaçada de extinção, o crime corporativo e ambiental, sustentabilidade, ciclo reprodutivo, cadeia alimentar, espécie ameaçada de extinção, crime corporativo e ambiental e formação de Era Glaciais.</p>				
<p>Aspectos sociocientíficos (questões ambientais, políticas, econômicas, éticas, sociais, culturais... relativas à ciência e tecnologia) que são explorados: Antropomorfização dos dinossauros, intervenção humana na natureza, devastação florestal para a expansão econômica, desequilíbrio ecológico, consumismo, supervalorização da figura feminina (retrato da mulher como equilibrada, sensata - a referência familiar - enquanto o homem demonstra incompetência para a solução dos problemas apresentados, relegados à condição de "homem objeto", logo reconhecidos como "sexo frágil").</p>				
Formato	documentário	reportagem	didático	denúncia
	divulgação	narrativo	ficção	outros
			X	
Gênero				
didático	drama	comédia	Aventura	suspense
		X		
<p>Observações sobre as imagens, cores e enquadramentos e suas representações: Plano médio, americano e primeiro plano</p>				
<p>Observações sobre a sonoplastia e locução e suas representações: jingle do jornal, barulho de explosões, músicas de fundo nas cenas mais emocionantes. Locução do tipo In (Âncora do telejornal).</p>				

(Continua)

(Continuação)

Observação sobre os personagens apresentados:

Dino da Silva Sauro - O patriarca da família Sinclair, Earl é o protagonista. Ele é um megalossauro e é descrito como sendo estúpido e sugestível. Earl trabalha como Derrubador de Árvores no WESAYSO Development Corporation. No episódio, ele coordena o "comitê dos cidadãos preocupados" para resolver o problema das papoulas.

Fran da Silva Sauro - A mãe e dona de casa da família Silva Sauro. Fran é mencionado no show como sendo um Allosaurus. Suas quatro barbatanas e pulsos fazem-na se assemelhar a um Dilophosaurus também. Apesar de não ser a líder da família, ela geralmente tem opiniões mais sensatas que a do patriarca da família (Dino).

Robert "Bob" da Silva Sauro - O filho mais velho, ele é um Hypsilophodon. Ele é o único dinossauro no show que é mostrado usando sapatos. Bob frequentemente questiona as antigas tradições de dinossauros. Ele é a muitas vezes a voz da sabedoria entre dinossauros menos cultos e ignorantes.

Charlene da Silva Sauro - A filha de Dino e Fran e filha do meio. Ela foi projetada para ser um dinossauro de aparência genérica (algumas características se assemelham a um Protoceratops). Charlene é elegante e materialista, gastadeira em excesso, vive pedindo dinheiro ao pai e adora ir ao shopping com as amigas. Neste episódio em particular, ela demonstra um comportamento bem diferente, com uma preocupação com o problema dos besouros (ativista ambientalista).

Baby da Silva Sauro - Baby é o mais jovem dos filhos, ele é supostamente um megalossauro como afirma Dino. Porém, em um dos episódios Baby é mostrado como um Ceratosaurus. Seu nome legal é Baby da Silva Sauro, que foi dado a ele pelo Chefe Ancião.

Vovó Zilda - Vovó Zilda tem 72 anos de idade, usa cadeira de rodas e é a mãe de Fran Sauro. Zilda e seu odiado genro, Dino Sauro, não cumpriram a antiga tradição de Dinossauros, que quando um dinossauro completa 72 anos de idade deve ser arremessado no poço de Piche por seu genro. Desde de então, Zilda mora com a família Sauro.

Sr Bradley P. Richfield - É um tirano tricerátopo carnívoro. Trabalha como supervisor executivo da Isso é assim (Wesayso). Aparece ter inteligência superior ao de muitos dinossauros da série, apesar de usá-la mal-intencionado. Tem comportamento semelhante ao de um sociopata.

Roy Hess - É um tiranossauro amansado e melhor amigo de Dino Sauro e também trabalha na mesma empresa junto com o amigo.

Stan - É o último besouro do bando vivo. Ele aparece apenas neste episódio.

Howard Handupme - Âncora do jornal televisivo DNN. É um personagem que apresenta a função de narrador.

Selecione uma cena que o grupo entende que mereceria maior destaque: Quando o besouro aparece, quando Charlene explica na TV o que estava acontecendo e o discurso final do Dino.

TABELA 2 - PROPOSTA PEDAGÓGICA

Público-alvo/ano		6º ano do Ensino Fundamental (II) ou terceiro ciclo. Adolescentes de 10 a 11/12 anos.
Eixo temático:		Meio Ambiente e Vida Proposta Curricular de Ciências no Ensino Fundamental: "... promover uma compreensão acerca do que é a ciência e como o conhecimento científico interfere em nossas relações com o mundo natural, com o mundo construído e com as outras pessoas... ... A ciência representa um patrimônio cultural da humanidade. ...promover uma crescente autonomia dos estudantes...: pensar e agir de modo informado e responsável..." (Casteli <i>et al.</i> , Secretaria da Educação PR)
Objetivos do trabalho com o filme		GERAL: Trazer a visão da transformação do mundo por atividades humanas e suas consequências, com o auxílio dos recursos cinematográficos. ESPECÍFICOS: •Discutir a importância da diversidade de espécies. •Abordar, de modo geral, as relações em cadeias tróficas. •Discutir a importância relativa de valores sociais e econômicos.
Análise dos conteúdos a serem trabalhados		<ul style="list-style-type: none"> • Interação seres vivos e ambiente. • Conceito de recursos. A importância dos recursos. Eles são inesgotáveis? Recursos recicláveis e não recicláveis. • O que é adaptação (conceito em Biologia)? • Valores sociais. Há conflito entre prioridades para a comunidade? Exemplo: pobreza nos centros urbanos e preservação de espécies? Minimização dos riscos. Quais são esses riscos no nosso cotidiano?
Encaminhamento com os alunos	Antes de exibir o filme	Início com breve apresentação do que será o tema da aula: a interação entre espécies e das espécies com o meio.
	Durante a exibição	Nenhuma intervenção. Apresentação do episódio, na íntegra.
	Após a exibição	Aquecimento de discussão: como vocês se sentiram e quais acham que foram as mensagens do filme? Abordagem dos conteúdos com perguntas para discussão geral, direcionando para os objetivos da aula: <ul style="list-style-type: none"> • Quando uma espécie desaparece o que pode acontecer com a comunidade (bioma, ecossistema)? • Os recursos dependem da diversidade de espécies? • O clima depende da diversidade de espécies? • O que é diversidade de espécies? • Como surge a diversidade de espécies? Final com exposição teórica resumindo os conceitos discutidos. (com permissão para perguntas, participação dos alunos mesmo nessa exposição). E vídeo com discurso da menina na ECO 92: https://www.youtube.com/watch?v=-1qwRFpKpjhw
Trechos que destacaria com os alunos		Aguardar que os alunos tragam o que mais chamou sua atenção. Complementar com trechos como: o interesse do pai pela churrasqueira e desinteresse pelos besouros; o aparecimento de Stan (o besouro), último da espécie; a entrevista da Charlene explicando a razão da falta dos besouros; a dificuldade do diretor da empresa em perceber a gravidade da situação; a dificuldade em planejar o reequilíbrio ecológico.
Atividades avaliativas desencadeadas pelo vídeo		Avaliação: dividir a classe em grupos de 3 ou 4 alunos, para trabalho escrito, com uma análise de uma situação modelo de risco ambiental: identificação (exemplos) de recursos e seres vivos, relação entre seres vivos entre si e o meio ambiente, motivos para o desequilíbrio ambiental e o que poderia ser sugerido para prevenção dessa situação de risco. Trabalho a ser feito na classe, no mesmo dia.

ANEXO 4

PRIMEIRA CENA DE CADA UM DOS FILMES PRODUZIDOS



Fonte: Disponível em: <https://www.dropbox.com/sh/vghs0945crag8af/AABrSzx4nOzvtNw_tDP1WR1Ufa?dl=0>

ANEXO 5

ROTEIRO PARA O PROFESSOR CONSTRUÍDO POR UM DOS GRUPOS

MANUAL PARA UTILIZAÇÃO EM SALA DE AULA DO FILME EDUCATIVO: HEREDITARIEDADE “As ovelhas”

ELABORADO POR:

Arthur Cambler

Beatriz Loureiro

Mayara Jordano

Vitor Paiola

PREZADO(A) PROFESSOR(A),

Nas últimas décadas temos assistido a um grande avanço científico e tecnológico na área da genética. Esta área da biologia aparece muito na mídia e é amplamente utilizada em filmes de ficção científica embasando as fantasias dos longa metragens. Com isso, é muito importante o entendimento dos conceitos que permeiam a genética para os alunos poderem, além de entender, julgar, analisar e discutir assuntos a sua volta; sejam eles vistos em filmes, na escola, na TV ou revistas científicas.

Sendo assim, propomos este vídeo no auxílio do ensino de conceitos de genética para Ensino Fundamental II e Médio. Fazemos uma ressalva de que o vídeo não pode ser utilizado como único meio de ensino, é necessário um contexto; como uma aula que explique conceitos como:

Cariótipo → Conjunto de cromossomos de cada célula de um organismo. Herança Biológica (hereditariedade) → Transmissão das informações genéticas de pais para filhos durante a reprodução. Genes → Seguimento da molécula de DNA que contém uma instrução gênica codificada para a síntese de uma proteína. Genótipo → Constituição genética de um indivíduo que em interação com o meio ambiente determina suas características. Fenótipo → Características ou conjunto de características físicas, fisiológicas ou comportamentais de um ser vivo. Cromossomo → Cada um dos longos filamentos presentes no núcleo das células eucarióticas, constituídos basicamente por DNA e proteínas. Cromossomos Homólogos → Cada membro de um par de cromossomos geneticamente equivalentes, presentes em uma célula diploide, apresentando a mesma sequência de locus gênico. Locus Gênico → Posição ocupada por um gene no cromossomo. Homozigótico → Indivíduo em que os dois genes alelos são idênticos. Heterozigóticos → Indivíduos em que os dois alelos de um gene são diferentes entre si. Dominância → Propriedade de um alelo (dominante) de produzir o mesmo fenótipo tanto em condição homozigótica quanto heterozigótica.

Recessividade → Propriedade de um alelo (recessivo) ser expresso somente em homozigose.

Segregação dos Alelos → Separação dos alelos de cada gene que ocorre com a separação dos cromossomos homólogos durante a meiose. Codominância → Propriedade do alelo de um gene expressar-se sem encobrir ou mesmo mesclar sua expressão com a de seu outro

alelo, em indivíduos heterozigóticos. Interação Gênica → Ação combinada de dois ou mais genes na produção de uma mesma característica. Herança Quantitativa (Poligênica) → Tipo de herança biológica em que uma característica é codificada por dois ou mais genes, cujos alelos exercem efeitos cumulativos sobre a intensidade da característica (peso, altura, pigmentação da pele).

Primeira Lei de Mendel → Cada caráter é determinado por um par de fatores genéticos denominados alelos. Estes, na formação dos gametas, são separados e, desta forma, pai e mãe transmitem apenas um para seu descendente.

Segunda lei de Mendel → Os fatores para duas ou mais características segregam-se no híbrido, distribuindo-se independentemente para os gametas, onde se combinam ao acaso.

Sugestão de como utilizar o filme:

- Após dada a aula, com os devidos conceitos, e mostrado o filme, o professor pode levantar questões sobre os resultados dos cruzamentos das ovelhas;
- O professor pode aplicar exercícios de genética
- Se possível, o professor pode criar, juntamente com os alunos, algum ser vivo (por exemplo, moscas) e fazer cruzamento para explicitar os conceitos aprendidos)

Link com o tutorial para cultura de moscas : <http://www.aquaflux.com.br/conteudo/artigos/cultura-de-drosophilas-1345231741.php>

BOA AULA!

ANEXO 6

INSTRUMENTO UTILIZADO NA AUTOAVALIAÇÃO E AVALIAÇÃO DA DISCIPLINA

Sobre a disciplina:

Considerando que este foi o primeiro ano de oferecimento da disciplina, gostaríamos que pudesse completar os seguintes termos:

Que bom....

Que pena....

Que tal...

Considerando sua participação nas discussões, nas leituras e nos trabalhos, bem como seu processo de aprendizagem na disciplina, faça uma autoavaliação descritiva e atribua uma nota ao final.

ANEXO 7

PÔSTER APRESENTADO NO 1º CONGRESSO DE GRADUAÇÃO DA USP,
ANTERIOR AO TÉRMINO DA DISCIPLINA



Filmes como elementos motivadores para repensar o ensino de Biologia: contribuições de uma disciplina

Rosana Louro Ferreira Silva; Daniel J. G. Lahr; Ricardo Pinto-da-Rocha
Departamento de Zoologia/ Instituto de Biociências da USP

Objetivos e Motivação

Partindo do pressuposto que os filmes são recursos importantes para gerar reflexões e aprendizagem, propusemos a criação da disciplina *Filmes e Ensino de Biologia* para o currículo de licenciatura em Ciências Biológicas do IBUSP.

Além desse aspecto, cabe considerar que o Art. 16 da Resolução nº 2/2012, que dispõe sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio dispõe que o *projeto pedagógico das unidades escolares que ofertam o ensino médio devem considerar: VIII – A utilização de diferentes mídias como processo de dinamização dos ambientes de aprendizagem e construção de novos saberes; XX – Produção de mídias nas escolas a partir de promoção de atividades que favoreçam as habilidades de leitura e análise do papel cultural, político e econômico dos meios de comunicação na sociedade* (grifo nosso).

Metodologia e Desenvolvimento

A disciplina está sendo oferecida pela primeira vez neste primeiro semestre de 2015 e tem por objetivo propiciar aos licenciandos em Biologia: 1) refletir sobre a presença e uso de conceitos biológicos em mídias audiovisuais (cinema, filmes, televisão, vídeos, etc); 2) analisar criticamente uma amostra de filmes; 3) analisar o uso atual da mídia na Educação Básica; 4) desenvolver sequências didáticas sobre conteúdos biológicos que contemplem o uso de filmes; 5) elaborar material de suporte didático para o trabalho com filmes em ensino de biologia; 6) reconhecer como a relação entre filmes e educação científica aparece no campo de pesquisa em Ensino de Ciências. O curso foi dividido em duas partes: uma analítica e uma de produção audiovisual (figura 1).



Figura 1 – Esquema dos eixos do curso.

Resultados e Discussões

A primeira parte foi utilizada para introdução à linguagem fílmica e ao uso deste recurso em ensino, partindo, principalmente, de referenciais teóricos da área de análise fílmica (1, 2) uso na educação (3) e alfabetização científica (4) (Figura 2).



Figura 2 – Pressupostos teórico-práticos

O curso enfatizou os três eixos da alfabetização/letramento científico: **natureza da ciência**, discutindo os modelos de ciência e de cientistas expressos em diferentes produções audiovisuais; **linguagem científica**, tratando de como a perspectiva da evolução biológica e da biodiversidade se expressa nos filmes e **contextualização social**, trazendo elementos para pensar questões sociocientíficas, como problemas ambientais, de saúde pública, sexualidade e relações étnico-raciais. Ao final dessa primeira parte os alunos escolheram filmes para a produção de análises reflexivas, sinopses comentadas e sugestões de sequências didáticas para a educação básica.

Na segunda parte os discentes deverão investir em uma pequena produção audiovisual a partir de um tema biológico. A avaliação é formativa, com o foco nas diferentes produções dos estudantes, identificando sua adequação aos objetivos da disciplina e a autonomia e a criticidade dos estudantes.

Conclusões

A disciplina tem propiciado uma participação mais efetiva dos estudantes, inclusive participações propositivas, e a discussão de temas controversos e interdisciplinares. Outros aspectos são a discussão e aplicação de conceitos biológicos frente a questões socioculturais e a produção de recursos didáticos.

Referências Principais

- [01] NAZÁRIO, C.L. Vídeo: reflexões sobre a linguagem e seu uso na educação. In: Pilippe jr.; Pelicioni (ed) *Educação ambiental e sustentabilidade*. São Paulo: Manole, 2005. p. 529-545.
- [02] VANOYE, F. *Ensaio sobre a análise fílmica*. São Paulo: Papirus, 1984.
- [03] FERRÉS, J. *Video e Educação*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- [4] SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Rev. Bras. Educ. [online]*. 2007, vol.12, n.36, pp. 474-492.

Palavras-Chave

filmes, recurso didático, ensino de Biologia, análise, produção