



DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA BASEADA EM ROLE-PLAYING GAME (RPG) PARA ENSINO DE ANÁLISE INSTRUMENTAL

Vânia de Oliveira Alves – vaniaalves@usp.br*

Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de Lorena*
Estrada Municipal do Campinho, s/nº*
12.602-810 – Lorena – São Paulo*

Maria da Rosa Capri – mariarosa@usp.br *

Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de Lorena*
Estrada Municipal do Campinho, s/nº *
12602-810 – Lorena – São Paulo*

Resumo: *Este trabalho apresenta o desenvolvimento de uma metodologia de ensino em engenharia baseada em um Role-Playing Game (RPG), ou Jogo de Interpretação de Personagens. O RPG é um jogo de caráter cooperativo e não competitivo, que conta com a presença de um narrador, responsável por conduzir a interação entre os jogadores. Características como a presença de elementos históricos em seu enredo, a diversidade de missões atribuídas aos jogadores, a liberdade de ação dentro das regras estabelecidas e a possibilidade de junção de ensino e avaliação na mesma plataforma mostram-se favoráveis ao desenvolvimento de aspectos éticos e comportamentais, além do conhecimento técnico, na área de Engenharia. O enredo do RPG abordou o rompimento de barragem de rejeitos de mineração em Mariana/MG, ocorrido em 2015. A metodologia foi aplicada por quatorze semanas com alunos do curso de Análise Instrumental da graduação em Engenharia Química da EEL USP, no primeiro semestre de 2017. A avaliação preliminar da metodologia foi feita com base em matriz de competências, que indicou o favorecimento do pensamento crítico, da capacidade de adaptação, das habilidades de redação técnica e de comunicação oral, da capacidade de propor intervenções na realidade estudada e da adoção de linguagens diferentes na comunicação com diferentes públicos. A percepção das autoras é de que a metodologia foi importante para ampliar o contato entre alunos e docente no decorrer do semestre, a discussão e a assimilação dos conceitos teóricos, aproximando a realidade profissional e o contexto da sala de aula.*

Palavras-chave: *Ensino em Engenharia, RPG, Análise Instrumental, Ética.*

1 INTRODUÇÃO

O ensino na área tecnológica é reconhecido por priorizar os aspectos técnicos das variadas áreas de especialização da engenharia (BAZZO, 2002). No entanto, cresce o consenso acerca da necessidade de inclusão, desde o ciclo inicial da formação em engenharia, de debates sobre influências mútuas que emergem da convivência entre sociedade, ciência e



tecnologia - não apenas em disciplinas específicas, já contempladas nas grades curriculares, mas dentro do contexto de cada disciplina da área técnica/profissionalizante.

A problematização apresenta-se como um dos caminhos para a inserção desta abordagem em sala de aula. Para além da mera proposição de questões, a problematização caracteriza-se pela identificação e discussão de conflitos intrínsecos à situação apresentada (ZANOTTO; ROSE, 2003). Um dos exemplos mais pertinentes desta intrincada relação, e com grande potencial como problematização para os currículos do ensino superior, refere-se à segurança na operação de barragens.

Historicamente, são inúmeros os registros de rompimentos de barragens que desencadearam agravos ao longo do século XX, em países como EUA, França e Itália (BRASIL, 2005). No Brasil, eventos de grande magnitude foram registrados em Orós/CE (COLLISCHONN, 1997); Nova Lima, Cataguases e Belo Horizonte (BRASIL, 2005) e, mais recentemente, em Mariana/MG (LOPES, 2016).

No âmbito legal, o Brasil dispõe de uma Política Nacional de Segurança de Barragens (BRASIL, 2003), cujos princípios norteadores descrevem, entre outros aspectos, que:

- a segurança de uma barragem deve ser considerada nas fases de planejamento, projeto, construção, primeiro enchimento e vertimento, operação e desativação;
- a população deve ser informada e estimulada a participar das decisões que influam na segurança de barragens;
- o empreendedor é responsável pela segurança e pelos prejuízos a terceiros que possam advir do mau funcionamento da barragem.

Parcela significativa do cumprimento destes preceitos repousa na responsabilidade técnica atribuída aos profissionais da engenharia. O Código de Ética Profissional da categoria, em seu artigo 8º, destaca que a prática profissional em engenharia é norteada pelos seguintes princípios (CONFEA, 2014, p. 28-29):

- objetivo: engenharia como bem social da humanidade, e o profissional como agente capaz de exercê-lo, visando a preservação e o desenvolvimento harmônico do ser humano, de seu ambiente e de seus valores;
- natureza: engenharia como bem cultural da humanidade, construído permanentemente pelos conhecimentos técnicos, científicos e artísticos, e manifestado pela prática tecnológica a serviço da melhoria da qualidade de vida do ser humano;
- honradez: engenharia baseada em condutas honestas, dignas e cidadãs;
- eficácia: engenharia baseada no cumprimento responsável e competente dos compromissos profissionais, por meio de técnicas adequadas para assegurar os resultados propostos, a qualidade nos serviços/produtos e a segurança;
- intervenção profissional: engenharia baseada nos preceitos do desenvolvimento sustentável para a intervenção sobre ambientes naturais e construídos e para a incolumidade das pessoas, de seus bens e de seus valores.

Deste modo, ressalvada a importância de uma profunda reflexão sobre as posturas filosóficas que têm subsidiado as práticas pedagógicas nos cursos de engenharia (BAZZO, 2002), também se faz necessário o delineamento de metodologias que aproximem as complexas realidades sociais para o contexto da sala de aula dos cursos de graduação. Deve-se, portanto, empreender o esforço de desenvolver capacidades como o “aprender a aprender”, a identificação de problemas, a autocrítica, a resolução de problemas, a interação em equipe e a proposição de intervenções no meio estudado, bem como as habilidades de análise de textos



e argumentação (AMARAL et al., 2016) aliadas ao conhecimento técnico - sempre que possível, de forma simultânea, assim como as situações reais requerem do profissional e do cidadão a mobilização das diversas competências para a tomada de decisão.

Contribui para este intento a aplicação ao ensino de jogos baseados em métodos cooperativos. Tais métodos envolvem o trabalho de alunos em pequenos grupos, de modo com que todos tenham oportunidade de participar da tarefa coletiva designada sem a supervisão direta e imediata do professor (COHEN, 1992). Por isso, o trabalho cooperativo estimula os estudantes a serem solidários, responsáveis, criativos e autônomos, além de reduzir a ansiedade associada aos processos avaliativos.

A adoção de métodos cooperativos fundamenta-se em duas vertentes, que justificam a melhora no aprendizado: a desenvolvimentista (segundo a qual as tarefas interativas produzem conflitos cognitivos que expõem os alunos a pensamentos de alta qualidade) e a motivacional (segundo a qual os aprendizados individuais implicam em recompensas, normas e sanções que favorecem o alcance dos objetivos coletivos) (SLAVIN, 1987).

O sucesso de estratégias cooperativas depende de métodos de trabalho bem estruturados, que favoreçam o foco, a clareza sobre as tarefas solicitadas e a compreensão da importância do engajamento individual para a aprendizagem coletiva. Dentre os elementos que conferem tais características aos jogos educativos, podem ser elencadas a presença de (BARBOSA & JÓFILI, 2004; PERKOSKI, 2015; SALDANHA & BATISTA, 2009):

- objetivos definidos, com conteúdos acadêmicos mesclados à narrativa;
- cenários que reflitam a experiência no mundo real;
- liberdade de interagir no jogo por meio de um conjunto de regras;
- união de ensino e avaliação da aprendizagem na mesma plataforma;
- viabilidade de uso do material em larga escala.

O Role-Playing Game (RPG), ou Jogo de Interpretação de Personagens, além de reunir as características acima, diferencia-se pelo foco na narrativa ficcional atrelada à histórica (FRANCISCO, 2011), pelo enredo normalmente sem fim (CRAWFORD, 1984) e pela maior variedade de situações complexas propiciadas aos alunos em relação aos jogos convencionais (RODRIGUES, 2004). Apesar disso, as potencialidades do RPG ainda não têm sido devidamente exploradas e estudadas no ensino superior.

Com base nos referenciais expostos, este trabalho apresenta a percepção das pesquisadoras a partir do desenvolvimento de uma metodologia de ensino de engenharia baseada em um Role-Playing Game (RPG) sobre a temática do rompimento da barragem de rejeitos de mineração em Mariana/MG.

Foi adotada, ainda, a matriz de competências elaborada por Amaral *et al.* (2016) com o intuito de contribuir para o delineamento de um perfil diferenciado ao profissional de engenharia, alinhado às responsabilidades técnicas da profissão e aos princípios éticos previamente elencados neste trabalho. Assim, dentro da problematização proposta para os estudantes – rompimento da barragem de rejeitos de mineração em Mariana/MG – a matriz de competências foi utilizada de modo a avaliar a capacidade de compreensão dos preceitos e das implicações da Política Nacional de Segurança de Barragens, bem como dos princípios do Código de Ética Profissional da categoria, a partir da mobilização de informações de diferentes fontes.

A seguir, são descritos os sujeitos de pesquisa, o procedimento de elaboração da metodologia e sua validação com base na matriz de competências proposta por AMARAL *et al.* (2016).



2. PERCURSO METODOLÓGICO

2.1 Caracterização dos sujeitos de pesquisa

A disciplina de Análise Instrumental é semestral e compõe o currículo do sexto semestre da graduação em Engenharia Química da Escola de Engenharia de Lorena, campus da Universidade de São Paulo (EEL USP). A carga horária total da disciplina é de 60h, distribuídas entre quinze aulas semanais com quatro horas de duração cada.

O projeto foi aplicado pelas autoras, sendo a primeira autora mestranda em Projetos Educacionais de Ciências na mesma instituição, e a segunda autora a docente da turma e a responsável pelo conteúdo programático da disciplina.

A abordagem do programa completo da disciplina de Análise Instrumental por meio de um RPG foi proposta aos alunos na primeira semana de aula e foi aceita por unanimidade pelos estudantes. A turma em que a proposta didática foi implementada contava com doze alunos - critério que foi considerado importante, num primeiro momento, para favorecer o monitoramento das atividades em grupo. Esta primeira implementação, em escala piloto, teve o intuito de validar a metodologia e de delinear as adaptações necessárias para atuar com turmas cujo total de vagas (atualmente, trinta e seis) esteja totalmente preenchido.

2.2 Narrativa do RPG e conteúdo programático

A temática do rompimento da barragem de rejeitos de mineração em Mariana/MG e de seus inúmeros desdobramentos socioambientais esteve presente na disciplina de Análise Instrumental tanto no fim do 2º semestre de 2015, logo após o evento, como no 1º semestre de 2016, por meio de estudos de caso propostos em aulas pontuais.

Este tema também foi selecionado em continuidade ao projeto de mestrado da primeira autora, cujo intuito foi promover a alfabetização científica entre estudantes do ensino médio de uma escola pública, no 2º semestre de 2016, por meio de um RPG. Esta adaptação do RPG para o ensino superior, no entanto, abrangeu todo o programa da disciplina (Quadro 1).

Quadro 1 – Conteúdo programático da disciplina Análise Instrumental

Item	Conteúdos	Descrição
1	Introdução à Análise Instrumental	Correlação entre métodos analíticos instrumentais e por via úmida.
2	Preparo de amostras	Preparo em meio sólido, meio líquidos aquoso e não aquoso. Solubilização, digestão, fontes de energia aplicadas ao preparo e à estabilização de amostras.
3	Introdução aos Métodos Espectroanalíticos	Natureza da energia radiante. Espectro eletromagnético. Interação da radiação com a matéria. Absorção seletiva. Absortividade. Lei de Beer-Lambert. Curvas analíticas.
4	Métodos Espectroanalíticos (UV/Visível, Absorção Atômica, Emissão Atômica, Infravermelho)	Instrumentação. Determinações simultâneas. Interferências. Origem do espectro de emissão atômica. Fontes de atomização e de excitação. Calibração. Aplicações. Interpretação de resultados. Experimentos.
5	Métodos Eletroanalíticos (Potenciometria e Condutimetria)	Instrumentação. Métodos diretos e indiretos. Aplicações e interpretação de resultados. Experimentos.
6	Métodos Cromatográficos (Cromatografia a Gás e Cromatografia Líquida de Alta Eficiência)	Conceitos básicos dos métodos de separação. Fases móvel e estacionária. Cromatografia planar em papel e em camada delgada. Cromatografia em coluna: cromatografia a gás e cromatografia líquida de alta eficiência. Instrumentação. Aplicações e interpretação de resultados. Experimentos.



Fonte: Adaptado do Sistema Acadêmico de Graduação da USP - Jupiterweb
Disponível em: <<https://uspdigital.usp.br/jupiterweb/obterDisciplina?sgldis=LOQ4001&verdis=2>>

2.3 Elaboração do RPG

O Role-Playing Game (RPG), ou Jogo de Interpretação de Personagens, concentra-se na evolução de uma história, contada por um narrador, também chamado de mestre (HORTA & ALMEIDA, 2012), papel que foi interpretado pelas pesquisadoras.

Em relação aos jogadores, há a possibilidade de que a expressão de suas ações ao longo do jogo seja feita de modo virtual ou presencial (SALDANHA & BATISTA, 2009). Neste trabalho, optou-se por adotar a modalidade presencial, utilizando a carga horária completa das quatorze semanas de aula – totalizando, portanto, quatorze rodadas de RPG.

Foi elaborado um enredo fictício, com finalidade didática, ainda que baseado em reportagens sobre fatos e denúncias de contaminações reais. Nele, os doze alunos da disciplina teriam sido convidados a colaborar, como equipe técnica, para a realização de análises químicas rotineiras ou emergenciais, decorrentes do rompimento da barragem de rejeitos de minérios em Mariana/MG. O RPG contou, portanto, com um único personagem-jogador, representado pelo grupo total de alunos.

Outra categoria de personagens do RPG é a dos *Non-Player Characters* (NPCs), isto é, Personagens Não Jogadores. São personagens que aparecem no enredo com o intuito de oferecer dicas, informações, perguntas ou outras demandas aos personagens-jogadores. Como NPCs, o RPG desenvolvido neste trabalho incluiu pessoas físicas (moradores da região afetada, fazendeiros, jornalistas) e jurídicas (Ministério Público, órgãos de saneamento básico e de fiscalização ambiental dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo), sempre ressaltando o caráter fictício e didático das proposições, embora adaptado de notícias e questionamentos reais decorrentes deste evento.

Quanto ao tempo da narrativa - isto é, o período decorrido entre o evento e a chegada da equipe até Mariana – este foi um dado negociado com os alunos, que decidiram pela atuação no tempo presente: portanto, após um ano e meio do rompimento da barragem. Este dado foi importante para o desenvolvimento das rodadas do RPG, pois viria a interferir na interpretação de denúncias ou de análises que apontassem eventuais efeitos crônicos por contaminações ambientais.

Para o desempenho de cada uma das rodadas do jogo, a equipe total de alunos teve a liberdade para subdividir-se – já que, no RPG, é permitido aos jogadores construírem coletivamente suas próprias histórias, dentro das regras propostas pelo jogo. Assim, nas atividades que envolveram o laboratório formaram-se quatro grupos com três componentes cada, enquanto nas atividades em sala de aula formaram-se duas equipes com seis integrantes cada.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultado, é apresentado no Quadro 2 a metodologia de ensino desenvolvida, destacando como diversas estratégias didáticas foram aliadas e inseridas na proposta do RPG ao longo das semanas. Foram utilizadas 14 semanas para esta proposta didática, sendo a última semana de aula (15^a) destinada à avaliação escrita individual, que será realizada em data posterior à submissão do artigo e, portanto, não será abordada neste trabalho.

Organização



Promoção





Quadro 2 – Estratégias didáticas incorporadas ao RPG de Análise Instrumental

Semanas	Abordagem	Inserção na narrativa fictícia do RPG
1 ^a , 2 ^a , 3 ^a , 4 ^a , 5 ^a	Aulas expositivas, ministradas pela docente da disciplina	Workshop ministrado pela narradora (docente da disciplina), por meio do qual as variadas técnicas instrumentais foram apresentadas à equipe de alunos, a fim de que posteriormente pudessem colaborar com análises químicas na região afetada pelo rompimento da barragem de Mariana/MG.
6 ^a , 7 ^a , 8 ^a	Aulas em laboratório de Análise Instrumental	Etapas de treinamento em habilidades práticas e em procedimentos de segurança em laboratório, com auxílio do técnico do laboratório didático, que precedeu o envio da equipe de alunos ao acampamento em Mariana/MG.
9 ^a , 10 ^a , 11 ^a , 12 ^a , 13 ^a , 14 ^a	Sessões de RPG, <i>stricto sensu</i>	Estadia em Mariana/MG, recebendo demandas de análises químicas (fictícias, adaptadas de reportagens) por parte da população, do Ministério Público e de órgãos ambientais locais.
todas	Uso da internet (<i>wifi</i> da universidade)	Pesquisas por dados requisitados em sala de aula.
todas	Uso do ambiente virtual <i>Moodle</i> (Stoa)	Canal para postagem da narrativa da aula em formato pdf, para consulta. Postagem de informações adicionais. Postagem das solicitações de análises e relatórios. Recebimento das atividades. Postagem de <i>feedbacks</i> . Recebimento de dúvidas.

Fonte: Dados da pesquisa

Embora todo o programa da disciplina tenha sido adaptado ao formato de um RPG, as sessões da 9^a à 14^a semana foram chamadas de *stricto sensu*, pois as anteriores haviam consistido em etapas conduzidas pela docente (no papel de narradora) para que os alunos se familiarizassem com o formato do jogo enquanto aprendiam conceitos básicos de técnicas analíticas - sem, ainda, realizar qualquer solicitação de tarefas (ações) para os alunos. As sessões da 9^a à 14^a semana, por sua vez, foram completamente conduzidas pelos estudantes, permanecendo a pesquisadora e a docente, narradoras do jogo, apenas como mediadoras em eventuais dúvidas e na condução de consensos dos grupos.

Os Quadros 3, 4, 5, 6, 7 e 8 descrevem o enredo, os materiais fornecidos e as atividades solicitadas, respectivamente, entre a 9^a e a 14^a rodadas de RPG.

Quadro 3 – Sessões de RPG na 9^a semana

Enredo	Materiais fornecidos para a sessão em curso	Solicitações para a sessão seguinte
Moradores da região do Rio Gualaxo temem ingerir água contaminada e boatos de contaminação no leite materno em povoados vizinhos. Tambores de defensivos agrícolas são encontrados, com rótulos rasurados, em meio à lama.	<ul style="list-style-type: none"> Nome comercial de defensivo agrícola. Artigos científicos (FLORES <i>et al.</i>, 2004; CALDAS <i>et al.</i>, 2011; PRATES <i>et al.</i>, 2011; CORRALO <i>et al.</i>, 2016; VANNUCHI <i>et al.</i>, 1992) Visita ao laboratório didático para conhecer cromatógrafo (HPLC) Conteúdo da narrativa em pdf (no <i>Moodle</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> Identificar características de defensivo agrícola a partir do nome comercial fornecido. Interpretação de cromatograma. Discussão da viabilidade (ou não) de adaptar uma técnica de cromatografia gasosa para líquida (HPLC) Discussão de diferenças no preparo de amostras para detecção de defensivo agrícola organoclorado.

Fonte: Dados da pesquisa



Quadro 4 – Sessões de RPG na 10ª semana

Enredo	Materiais fornecidos para a sessão em curso	Solicitações para a sessão seguinte
População questiona veracidade da informação sobre potabilidade da água encanada. Ministério Público requer que jogadores acompanhem as análises de espécies inorgânicas tóxicas e/ou potencialmente tóxicas, realizadas pela empresa abastecedora de água (IGAM).	<ul style="list-style-type: none"> Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011) Catálogo Metrohm – Práticas em Cromatografia de íons: uma introdução (METROHM, 2006) Conteúdo da narrativa em pdf (no Moodle) 	<ul style="list-style-type: none"> Retomada e consenso sobre as discussões da sessão anterior. Cálculo da percentagem de organoclorados pelo Método de Normalização da Área em cromatograma. Discussão da pertinência da cromatografia de íons para a análise rotineira de ânions cloreto, nitrato, nitrito, sulfato e sulfato em água potável. Extensão da discussão para cátions cálcio e magnésio. Uso de supressão química em cromatografia de íons.

Fonte: Dados da pesquisa

Quadro 5 – Sessões de RPG na 11ª semana

Enredo	Materiais fornecidos para a sessão em curso	Solicitações para a sessão seguinte
Interação dos jogadores com o Grupo Independente de Avaliação do Impacto Ambiental (GIAIA)	<ul style="list-style-type: none"> Site da associação GIAIA (giaia.eco.br) Artigos científicos (GRANER <i>et al.</i>, 1998; MARQUES, 1999) Conteúdo da narrativa em pdf (no Moodle) 	<ul style="list-style-type: none"> Retomada e consenso sobre as discussões da sessão anterior. Discussão dos parâmetros instrumentais e da metodologia adotada para determinação de metais por ICP-OES Discussão sobre pertinência da determinação de cromo total, cromo trivalente e cromo hexavalente. Elaboração de técnica analítica para especiação de cromo. Discussão de artigo sobre determinação da DQO.

Fonte: Dados da pesquisa

Quadro 6 – Sessões de RPG na 12ª semana

Enredo	Materiais fornecidos para a sessão em curso	Solicitações para a sessão seguinte
População passa a fazer uso de água de poços artesianos em Governador Valadares/MG. Reportagem indicava contaminação da água subterrânea por cromo e manganês. Limitante: laboratório contava apenas com equipamento para análises espectrométricas.	<ul style="list-style-type: none"> Resolução CONAMA 357 Amostras de água subterrânea provenientes de Governador Valadares (simulação) Acesso ao laboratório didático Modelo de norma técnica Conteúdo da narrativa em pdf (no Moodle) 	<ul style="list-style-type: none"> Retomada e consenso sobre as discussões da sessão anterior. Desenvolvimento, em sala de aula, de procedimento para análise de cromo e manganês nas amostras de água, para verificar atendimento ou não aos padrões da Resolução CONAMA 357. Realização do procedimento no laboratório. Solicitação de elaboração de norma técnica para o procedimento realizado, partindo de modelo fornecido.

Dados: Fonte da pesquisa



Quadro 7 – Sessões de RPG na 13ª semana

Enredo	Materiais fornecidos para a sessão em curso	Solicitações para a sessão seguinte
Reunião entre as equipes para avaliar normas técnicas elaboradas e padronizá-las. Confraternização da equipe antes da partida de mariana/MG.	<ul style="list-style-type: none"> Conteúdo da narrativa em pdf (no Moodle) 	<ul style="list-style-type: none"> Retomada e consenso sobre as discussões da sessão anterior. Elaboração de normas técnicas com procedimento completo para replicação de todas as análises realizadas. Agendamento de duas reuniões para a semana seguinte: uma com o órgão ambiental, a fim de apresentar as normas técnicas, e outra com representantes das comunidades afetadas.

Fonte: Dados da pesquisa

Quadro 8 – Sessões de RPG na 14ª semana

Enredo	Materiais fornecidos para a sessão em curso	Solicitações para a sessão seguinte
Reuniões com especialistas do órgão ambiental local e com comitiva de moradores. Apresentação das normas para órgão ambiental. Apresentação das informações coletadas para representantes da população local. Elaboração voluntária de material informativo para moradores de comunidades locais. Discussão final sobre a necessidade de estabelecer comunicação efetiva com os diferentes públicos.	<ul style="list-style-type: none"> Conteúdo da narrativa em pdf (no Moodle) Compartilhamento de todos os materiais elaborados (normas técnicas, apresentações e materiais informativos) por meio do Moodle. 	<ul style="list-style-type: none"> Fechamento, discutindo pontos relevantes. Retorno da equipe de Mariana/MG para a EEL USP.

Fonte: Dados da pesquisa

3.1. Avaliação do processo

A avaliação da metodologia desenvolvida foi feita pelas pesquisadoras com base na matriz de competências proposta por AMARAL *et al.* (2016) e é apresentada no Quadro 9. As duas primeiras colunas referem-se à matriz de competências, e a terceira coluna contém a avaliação da metodologia feita pelas autoras.

Quadro 9 – Avaliação da metodologia com base em AMARAL *et al.* (2016) (continua)

Matriz de competências AMARAL <i>et al.</i> (2016)		Percepção das autoras
Competência	Descrição	RPG de Análise Instrumental
Criatividade e Inovação	Capacidade de criar novos processos e produtos	Favoreceu o desenvolvimento do pensamento crítico e da capacidade de adaptação às condições disponíveis para realização de análises químicas (presença ou não de determinado equipamento, domínio de determinada técnica em detrimento de outras, tempo e custo de diferentes modalidades de análises). Subsidiou a criação de normas técnicas para procedimentos realizados no laboratório didático e para experimentos discutidos a partir de artigos científicos.
Solução de Problemas	Capacidade de resolver problemas complexos	Proposição de tomada de decisão para os órgãos ambientais locais a partir do conjunto de análises químicas realizadas na estadia fictícia em Mariana/MG.

Fonte: Dados da pesquisa.



Quadro 9 – Avaliação da metodologia com base em AMARAL *et al.* (2016) (continuação)

Comunicação	Capacidade de utilizar diferentes linguagens para transmitir mensagens e produzir conteúdo	Desenvolvimento de habilidades comunicativas entre colegas de equipe ao longo das semanas, para discussão de respostas dissonantes e alcance de consensos. Desenvolvimento da redação técnica na confecção de normas, bem como do compromisso ético de comunicar-se, em linguagem apropriada, para público de especialistas (órgão ambiental) e de leigos (comitiva de moradores da região).
Literacia da Informação	Gestão do conhecimento e seleção da informação	Capacidade de mobilizar informações de diferentes fontes, como reportagens e artigos científicos, bem como conhecimento técnico acerca das técnicas de análise envolvidas, a fim de desenvolver propostas de intervenção na realidade estudada.
Literacia de Mídia	Compreensão de diferentes linguagens de mídia e seus usos	Discussão das diferenças de linguagem adotada para comunicação com diferentes públicos. Uso de vídeos, reportagens escritas, fotografias jornalísticas como subsídio para cada rodada do RPG.
Literacia em Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs)	Conhecimento de diferentes ferramentas e seus usos e atualização em relação a elas	Uso de internet em sala de aula, para buscas de informações necessárias ao andamento das atividades da rodada. Uso da plataforma Moodle Stoa, como canal de comunicação permanente entre narradoras (pesquisadoras) e jogadores (alunos).

Fonte: Dados da pesquisa.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do exposto, consideramos que a metodologia desenvolvida e aplicada em escala piloto viabilizou o aperfeiçoamento de características fortemente desejáveis em uma estratégia didática para o ensino superior, a saber:

- 1) o aprofundamento em conhecimento técnico, especializado, proveniente da interpretação e discussão de materiais como artigos científicos, catálogos de equipamentos, laudos de análises químicas, e também por meio da interação com a experiência da docente, no papel de narradora;
- 2) o permanente exercício de aspectos comportamentais e éticos pertinentes à prática profissional da engenharia, como o rigor técnico, o sigilo profissional, o compromisso com a qualidade e a segurança das intervenções propostas.

Continuaremos a avaliar a metodologia a partir da percepção dos estudantes, por meio dos *feedbacks* orais fornecidos ao longo das rodadas e do *feedback* escrito, que será solicitado durante a avaliação escrita individual, a fim de aperfeiçoarmos o delineamento da metodologia para futuras aplicações em outras turmas da disciplina Análise Instrumental.

Agradecimentos

Ao técnico de laboratório Bruno Cortez pelo auxílio na condução das atividades.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, S. F.; GARCIA, A. O.; SILVA, R. A.; VERASZTO, E. V. O ensino de engenharia e competências para inovação: uma proposta inicial. Anais: XLIV – Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Natal: UFRN, 2016.
- BARBOSA, R. M. N.; JÓFOLI, Z. M. S. Aprendizagem cooperativa e ensino de química – parceria que dá certo. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 10, n. 1, p. 55-61, 2004.
- BAZZO, W. A. A pertinência de abordagens CTS na educação tecnológica. *Rev. Iberoamericana de Educación*, v. 28, p. 83-99, 2002.
- BRASIL. Congresso Nacional. Projeto de Lei nº 1181 de julho de 2003. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens – PNSB e cria o Conselho Nacional de Segurança de Barragens – CNSB e o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens – SNISB. Brasília, DF, julho 2003.
- _____. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, DF, 2011
- BRASIL, Lucas Samuel Santos. UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, Programa de Pós-graduação em saneamento, meio ambiente e recursos hídricos. Utilização de modelagens uni e bidimensional para a propagação de onda de cheia proveniente de ruptura hipotética de barragem. Estudo de caso: barragem de Rio de Pedras – MG, 2005. 222p, il. Dissertação (Mestrado).
- CALDAS, S. S.; GONÇALVES, F. F.; PRIMEL, E. G. Principais técnicas de preparo de amostra para a determinação de resíduos de agrotóxicos em água por cromatografia líquida com detecção por arranjo de diodos e por espectrometria de massas. *Química. Nova*, São Paulo, v. 34, n. 9, p.1604-1617, 2011.
- COHEN, E. G. Restructuring the classroom: conditions for productive small groups. *Issues in Restructuring schools*, n. 2, p. 4-7, abr. 1992.
- CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA (CONFEA). Código de Ética Profissional da Engenharia, da Agronomia, da Geologia, da Geografia e da Meteorologia. 9. ed. Brasília, 2014. 80 p, il.
- COLLISCHONN, Walter. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Análise do rompimento da barragem de Ernestina, 1997. 213p, il. Dissertação (Mestrado).
- CORRALO, V. S.; MORAIS, M. M.; BENEDETT, A.; FERRAZ, L. Presença de pesticidas organoclorados no leite materno: fatores de contaminação e efeitos à saúde humana. *Hygeia*, Uberlândia, v. 12, n. 22, p. 101 - 108, 2016.
- CRAWFORD, Chris. *The art of computer game design*. Berkeley: McGraw-Hill, 1984. 81 p, il.
- FLORES, A. V.; RIBEIRO, J. N.; NEVES, A. A.; QUEIROZ, E. L. R. Organoclorados: um problema de saúde pública. *Ambiente & Sociedade*, Campinas, v. 7, n. 2, p. 112-125, 2004.
- FRANCISCO, Ricardo Jeferson da Silva. UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA, Centro de Letras e Ciências Humanas. Os jogos de interpretação de personagens e suas perspectivas no ensino de história, 2011. 227p, il. Dissertação (Mestrado).
- GRANER, C. A. F.; ZUCCARI, M. L.; PINHO, S. Z. Determinação da demanda química de oxigênio em águas por espectrofotometria simultânea dos íons crômio(III) e dicromato. *Eclética Química*, Araraquara, v. 23, p. 31-44, 1998.



- HORTA, A. S.; ALMEIDA, L. F. Projeto Alius Educare: RPG para a educação e conscientização ambiental. Anais: XI SBGAMES. Brasília: UnB, 2012.
- LOPES, L. M. N. O rompimento da barragem de Mariana e seus impactos socioambientais. Sinapse Múltipla, Betim, v. 5, n. 1, p. 1-14, jun. 2016.
- MARQUES, Maria Nogueira. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, IPEN. Cromatografia de íons aplicada na especiação de cromo hexavalente em amostras de interesse ambiental, 1999. 63p, il. Dissertação (Mestrado).
- METROHM. Práticas em Cromatografia de Íons – Uma introdução. 2. ed. Herisau: Metrohm Ltda, 2006. 144 p, il.
- PERKOSKI, Izadora Ribeiro. UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA, Departamento de Psicologia Geral e Análise do Comportamento. Desenvolvimento e avaliação de um jogo educativo para o ensino de comportamentos de prevenção do bullying escolar, 2015. 100p, il. Dissertação (Mestrado).
- PRATES, C. B.; GEBARA, S. S.; RÉ-POPPI, N. Análise de pesticidas organoclorados em água usando a microextração em fase sólida por headspace com cromatografia gasosa e espectrometria de massas. Química Nova, São Paulo, v. 34, n. 7, p. 1260-1264, 2011.
- RODRIGUES, Sonia. Role-Playing Game e a pedagogia da imaginação no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. 207 p, il.
- SALDANHA, A. A.; BATISTA, J. R. M. A concepção do Role-Playing Game (RPG) em jogadores sistemáticos. Psicologia, Ciência e Profissão, Brasília, v. 29, n. 4, p. 700-717, 2009.
- SLAVIN, R. Development and motivational perspectives on cooperative learning: a reconciliation. Child development, v. 58, p. 1161-1167, 1987.
- VANNUCHI, M. T. O.; ANTUNES, L. A. F.; PINOTTI, M. H. P. Resíduos de pesticidas organoclorados em leite materno no município de Londrina, PR. Semina: Ciências Biológicas e da Saúde, Londrina, v. 13, n. 2, p. , 52-57, 1992.
- ZANOTTO M, ROSE T. Problematizar a própria realidade: análise de uma experiência de formação contínua. Revista Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 45-54, 2003.

INSTRUCTIONS DEVELOPMENT OF METHODOLOGY BASED ON A ROLE-PLAYING GAME (RPG) TO TEACH INSTRUMENTAL ANALYSIS

Abstract: *This work presents the development of an engineering teaching methodology in a Role-Playing Game (RPG). RPG is a cooperative game with a master or narrator which conducts the interaction between the players. Characteristics such as diversity of missions that can be attributed to the players, freedom of action within the established rules, noncompetitive character and possibility to unite teaching and evaluation in the same platform contributes with the purpose of develop behavioral and technical training, as well as disciplinary knowledge. The theme of RPG covered the disruption of a mining tailings dam in Mariana, Brazil, on November 5th 2015. The methodology was applied along fourteen weeks with students of Instrumental Analysis of Chemical Engineering degree from EEL USP in the first semester of 2017. A preliminary evaluation of the methodology based on a matrix of competencies indicates improvement of skills as criticism, adaptability, technical writing, oral communication and ability to propose interventions in the studied reality. The perception of*

Joinville/SC – 26 a 29 de Setembro de 2017
UDESC/UNISOCIESC
“Inovação no Ensino/Aprendizagem em
Engenharia”



COBENGE 2017
XLV CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA

the authors is that this methodology contributes to broaden the contact between students and teacher along the semester and also expanded the discussion and assimilation of the theoretical concepts, approaching the professional reality and the context of classroom.

Key-words: *Engineering teaching, RPG, Instrumental analysis, Ethic.*

Organização



Promoção

