UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA

VÂNIA DE OLIVEIRA ALVES

**Promoção de alfabetização científica em sentido estendido
por meio do desenvolvimento de um *Role-Playing Game*
(RPG)**

Lorena
2018

VÂNIA DE OLIVEIRA ALVES

**Promoção de alfabetização científica em sentido estendido
por meio do desenvolvimento de um *Role-Playing Game*
(RPG)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Projetos Educacionais de Ciências da Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientadora: Profa. Dra. Maria da Rosa Capri

Versão Original

Lorena
2018

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Automatizado
da Escola de Engenharia de Lorena,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Alves, Vânia de Oliveira

Promoção de alfabetização científica em sentido estendido por meio do desenvolvimento de um Role Playing Game (RPG) / Vânia de Oliveira Alves; orientadora Maria da Rosa Capri - Versão Original. - Lorena, 2018.
141 p.

Dissertação (Mestrado em Ciências - Programa de Mestrado Profissional em Projetos Educacionais de Ciências) - Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo. 2018

1. Alfabetização científica. 2. Jogos. 3. Role playing game (rpg). 4. Mapa conceitual. 5. Educação patrimonial. I. Título. II. Capri, Maria da Rosa, orient.

AGRADECIMENTOS

Nestes agradecimentos, elencamos quatro fatores que motivaram o ingresso no Mestrado em Projetos Educacionais de Ciências, em meados de 2015, e o desenvolvimento da temática desta dissertação. Outros tantos poderiam emergir por meio de uma reflexão mais acurada, porém estes quatro permitem visualizar o “fazer científico” como processo feito por muitas mãos e situado em um contexto social e histórico - tal como intentamos apresentar aos estudantes envolvidos neste projeto. São eles: a divulgação dos resultados de avaliações de desempenho em Ciências, como o Indicador de Letramento Científico (ILC) e o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA); a vivência profissional na Vigilância em Saúde de Lorena/SP; a um ainda vago sentimento de que a Escola de Engenharia de Lorena constituiria um patrimônio cultural a ser utilizado na educação em ciências; e a uma residência artística em Ouro Preto/MG.

Em relação à difusão de resultados de avaliações científicas em larga escala, tanto o ILC como o PISA, com enfoques e metodologias distintos, indicavam o baixo desempenho de jovens brasileiros em ciências e a necessidade de elevação do *scientific literacy*. Entender o significado e a extensão dessa expressão tornava-se, portanto, um primeiro importante desafio para desenvolver estratégias de intervenção nesse cenário.

A Vigilância em Saúde, por sua vez, é um órgão municipal do Sistema Único de Saúde (SUS) que possui atribuições variadas e complexas, como inspeções sanitárias e ações educativas sobre riscos do manejo de substâncias químicas (como o formol em salões de cabeleireiro, ou o benzeno em postos de gasolina). A emissão de documentos corriqueiros, por vezes, remetia a eventos calamitosos: o cadastro nacional de equipamentos de raios-X, por exemplo, foi iniciado em resposta (tardia) à exposição goianiense ao célio-137, em 1987. A vivência em meio a essas variadas atribuições remetia tanto à necessidade de rever a vigente noção de “profissional da saúde” (BRASIL, 1997) como de propiciar um ensino de ciências atento à coexistência de saberes biomédicos e populares, com o objetivo de intervir nos determinantes socioambientais e de prevenir riscos e agravos (PORTO, 2017).

Já o *campus* da Escola de Engenharia de Lorena (EEL USP), antes independente e hoje pertencente à Universidade de São Paulo, foi assumido inicialmente como um patrimônio científico a ser explorado para o ensino de ciências

na região, devido ao seu papel de destaque em momentos importantes do desenvolvimento científico e tecnológico brasileiro, como o Programa Nacional do Álcool (Pró-Álcool), iniciativa governamental para enfrentar a crise do petróleo por meio da produção de álcool combustível, e o Projeto Nióbio, que visava desenvolver rota tecnológica de produção de metais especiais de alto valor agregado, com custos menores que os vigentes no mercado. Porém, a pesquisa bibliográfica sobre a gestão e difusão do patrimônio científico indicou um contexto de distanciamento entre universidade e escola, além da necessidade de ampliar a compreensão pública da ciência e de modificar (ou fomentar) a relação entre cientistas e público. Assim, evidenciou-se a necessidade de observar o espaço geográfico mais amplo em que o *campus* estava inserido. Ainda que a perspectiva inicial seja válida e deva ser explorada em trabalhos futuros, a identificação de outros elementos (ou “formas”, como exprimia Milton Santos) no espaço do município de Lorena/SP deslocou esta inclinação inicial e fundamentou o desenho metodológico adotado no trabalho.

Por fim, a estadia em Ouro Preto/MG foi fruto de um projeto cultural paulistano para revisitar o percurso que Mário de Andrade fez em Minas Gerais nos anos 1920, em busca de elementos da “brasilidade”, e que resultou na valorização do legado cultural mineiro como produto genuinamente brasileiro e na criação do atual Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN). Com o propósito de identificar novos elementos desta “brasilidade”, a viagem teve início em 6 de novembro de 2015, dia seguinte ao rompimento da barragem de rejeitos de mineração na cidade vizinha, Mariana/MG. Encontramos os acessos aos locais afetados interditados e as pousadas da região central alojando provisoriamente os desabrigados, em um cenário de grande silêncio, cortado apenas por áudios de *Whatsapp* em que comerciantes nos mostravam “provas” de que a tragédia era anunciada. Víamos moradores nas calçadas, assustados (por paradoxal que pareça) em perderem seus empregos na mineração, que respondia por mais de 80% da renda da cidade (RAMALHOSO, 2015). Emergiu, então, a sensação de que os procurados aspectos da “brasilidade” estavam no conjunto das experiências sociais que se acumulam naquele local – experiências interligadas, mas não restritas ao que é palpável, como as igrejas do barroco ou rococó, intensamente exploradas pelo turismo de Ouro Preto. Daí também a noção de que a interpretação - isto é, a vivência da realidade a partir do ponto de vista de um personagem, de um

jogador/intérprete – poderia ser uma estratégia de ensino-aprendizagem útil para temas de elevada complexidade.

Assim, mais do que a pessoas ou a instituições, de forma pontual, ou ainda ao que é possível ser referenciado dentro das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), agradecemos a todas as experiências que nos auxiliaram a selecionar o tema e a metodologia adotados nesta dissertação.

RESUMO

ALVES, V. O. **Promoção de alfabetização científica em sentido estendido por meio do desenvolvimento de um *Role-Playing Game* (RPG)**. 2018. 141p. Dissertação (Mestrado em Projetos Educacionais de Ciências) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2018.

A expressão *scientific literacy* surgiu nos anos 1950 e tornou-se uma aspiração, dado o relativo consenso de que seja fundamental para a cidadania. Embora indicadores nacionais e internacionais evidenciem defasagens e muitos trabalhos acadêmicos visem aprimorar o *scientific literacy*, restam ainda controvérsias quanto aos significados deste termo e a o escopo de “cidadania” e as formas de articular essas demandas a estratégias didáticas viáveis para o contexto escolar. A dissertação consiste em uma pesquisa qualitativa, de natureza interpretativa e do tipo estudo de caso. Nesse sentido, o trabalho destrincha o termo *scientific literacy* com base em estudos sobre tradução, ensino de língua materna e ensino de ciências, para justificar a adoção do termo “alfabetização científica em sentido estendido” e identificar os elementos que devem estar presentes em uma estratégia didática para sua promoção. A partir desses dados, foi elaborado um *Role-Playing Game* (RPG) aplicado em duas realidades educacionais: o Ensino Médio (Aplicação 1) e o Ensino Superior (Aplicação 2). O RPG desenvolvido foi ambientado em Lorena/SP e adotou como temática o rompimento da barragem de rejeitos de mineração em Mariana/MG. As personagens do RPG eram instituições tidas como patrimônios culturais e/ou representantes de minorias no enredo do jogo. Nas duas aplicações, os estudantes dividiram-se em equipes para interpretar as personagens, cujas ações foram conduzidas por meio de mapas conceituais (Aplicação 1) e verbalmente (Aplicação 2). Os resultados das duas aplicações foram avaliados quanto às particularidades que envolveram sua implementação e quanto à pertinência para a promoção da alfabetização científica em sentido estendido. Evidenciou-se a necessidade de novos arranjos curriculares que viabilizem o exercício, em sala de aula, dos elementos da alfabetização científica em sentido estendido.

Palavras-chave: Alfabetização científica. Jogos. *Role-Playing Game* (RPG). Mapa conceitual. Educação patrimonial.

ABSTRACT

ALVES, V. O. **Promotion of scientific literacy in extended sense through the development of a Role-Playing Game (RPG)**. 2018. 141p. Dissertation (Master of Science) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2018.

Scientific literacy is an expression that appeared in the 1950s and became an aspiration due to the relative consensus that it is fundamental to a citizenship. Although national and international indicators show gaps and many academic papers aim to improve scientific literacy, there are remaining controversies regarding the meanings of this term, the scope of "citizenship" and the ways to articulate these demands to viable didactic strategies for the school context. The dissertation consists of a qualitative research, of an interpretative nature and of the case study type. This work breaks down the term scientific literacy based on studies of translation, mother tongue teaching and science teaching, to justify the adoption of the term "scientific literacy in an extended sense" and to identify elements that must be present in a didactic strategy for its promotion. From these data, a Role-Playing Game (RPG) was elaborated and applied in two educational realities: High School (Application 1) and Higher Education (Application 2). The developed RPG was set in Lorena, SP, Brazil and adopted as theme the breakdown of the mine tailings dam in Mariana, MG, Brazil. The characters of the RPG were institutions considered cultural assets and/or representatives of minorities in the plot of the game. In both applications, students were divided into teams to interpret these characters whose actions were conducted through conceptual maps (Application 1) and verbally (Application 2). The results of the two applications were evaluated regarding the particularities involved in its implementation and the capacity to promote scientific literacy in an extended sense. It was evidenced the need for new curricular arrangements that allow the exercise, in the classroom, of the elements of scientific literacy in an extended sense.

Keywords: Scientific literacy. Games. Role-Playing Game (RPG). Conceptual map. Heritage education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Questão 5 do Questionário Diagnóstico.....	57
Figura 2 – Questão 6 do Questionário Diagnóstico.....	58
Figura 3 – Questão 7 do Questionário Diagnóstico.....	59
Figura 4 – Questão 8 do Questionário Diagnóstico.....	59
Figura 5 – Questão 9 do Questionário Diagnóstico.....	60
Figura 6 – Questão 10 do Questionário Diagnóstico.....	61
Figura 7 – Questão 11 do Questionário Diagnóstico.....	62
Figura 8 – Questão 12 do Questionário Diagnóstico.....	63
Figura 9 – Reprodução do mapa conceitual/EEL USP no software CMaps Tools.....	66
Figura 10 – Reprodução do mapa conceitual/FLONA no software CMaps Tools.....	68
Figura 11 – Reprodução do mapa conceitual/UKA no software CMaps Tools.....	70
Figura 12 – Reprodução do mapa conceitual/IEV no software CMaps Tools.....	72
Figura 13 – Reprodução da junção proposta para os mapas conceituais dos personagens.....	75
Figura 14 – Reprodução do mapa conceitual unificado no software CMaps Tools.....	77
Figura 15 – Processo de operação de uma mineradora.....	79
Figura 16 – Percurso dos rejeitos de mineração provenientes de barragem em Mariana/MG.....	79
Figura 17 – Reprodução das novas proposições (em verde) da personagem Uka.	80
Figura 18 – Reprodução das novas proposições (em verde) da personagem FLONA.....	80
Figura 19 – Reprodução das novas proposições (em verde) da personagem IEV.	81
Figura 20 – Redação entregue pela equipe FLONA.....	83

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Correlação entre competências e habilidades (BRASIL, 2004) e esta pesquisa	36
Quadro 2	Correlação entre conteúdos e habilidades (SÃO PAULO, 2010) e esta pesquisa	37
Quadro 3	Sequência de atividades e materiais utilizados em cada rodada do RPG	46
Quadro 4	Personagens: número de jogadores, questão focal e referências fornecidas	47
Quadro 5	Quatro questões focais auxiliares (dicas) fornecidas a cada personagem.....	48
Quadro 6	Importância de temas científicos e da formação em ciências (nº respostas = 22)	52
Quadro 7	Limites da contribuição científica, questões éticas e religiosas (nº respostas = 22)	53
Quadro 8	Fontes de informação para temas de natureza científica (nº respostas = 22)	58
Quadro 9	Conhecimento sobre temas científicos (nº respostas = 22)	56
Quadro 10	Avaliação de mapas conceituais segundo Novak e Gowin (1984)	64
Quadro 11	Escala de avaliação dos mapas conceituais	65
Quadro 12	Avaliação do mapa conceitual EEL USP na Sessão 1.....	66
Quadro 13	Conceitos e termos de ligação não utilizados pela equipe EEL USP	66
Quadro 14	Avaliação generalista do mapa conceitual da personagem EEL USP	67
Quadro 15	Avaliação do mapa conceitual FLONA na Sessão 1	68
Quadro 16	Avaliação generalista do mapa conceitual da personagem FLONA.....	69
Quadro 17	Conceitos e termos de ligação não utilizados pela personagem UKA	70
Quadro 18	Avaliação do mapa conceitual da personagem Uka.....	70
Quadro 19	Avaliação generalista do mapa conceitual da personagem Uka.....	71

Quadro 20 – Conceitos e termos de ligação não utilizados pela personagem IEV	72
Quadro 21 – Avaliação do mapa conceitual produzido pela personagem IEV na Sessão 1	72
Quadro 22 – Avaliação generalista do mapa conceitual da personagem IEV	73
Quadro 23 – Avaliação generalista do mapa conceitual unificado (versão 1).....	75
Quadro 24 – Avaliação generalista do mapa conceitual unificado (versão 2).....	78
Quadro 25 – Transcrição da redação da equipe EEL USP	82
Quadro 26 – Conteúdo programático da disciplina Análise Instrumental.....	90
Quadro 27 – Estratégias didáticas incorporadas ao RPG de Análise instrumental	91
Quadro 28 – Descritivo da 9ª sessão (rodada) de RPG.....	92
Quadro 29 – Descritivo da 10ª sessão (rodada) de RPG.....	95
Quadro 30 – Descritivo da 11ª sessão (rodada) de RPG.....	96
Quadro 31 – Descritivo da 12ª sessão (rodada) de RPG.....	97
Quadro 32 – Descritivo da 13ª sessão (rodada) de RPG.....	98
Quadro 33 – Descritivo da 14ª sessão (rodada) de RPG.....	99

LISTA DE SIGLAS

ABRAMUNDO	Instituto Abramundo
BIENAL	Fundação Bienal de São Paulo
CSForAll	National Computation Science Education Consortium
DMC	Digital Media Center of University of Minnesota
EEL USP	Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo
ETEC	Escola Técnica Estadual
FLONA	Floresta Nacional de Lorena
GIAIA	Grupo Independente para a Avaliação do Impacto Ambiental
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Biodiversidade
IGAM	Instituto Mineiro de Gestão das Águas
IEV	Instituto de Estudos Valeparaibanos
ILC	Indicador de Letramento Científico
LC	Letramento Científico
LEMM	Laboratório de Estudos do Movimento Migratório
LEIDETEC	Laboratório de Estudos de Identidades e Tecnociência
NPC	Personagem Não Jogador
OECD	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PISA	Programa Internacional de Avaliação de Estudantes
RPG	<i>Role-Playing Game</i> (Jogo de Interpretação de Personagens)
UKA	Instituto Uka – Casa de Saberes Ancestrais

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1	Teoria da Aprendizagem Significativa e os Mapas Conceituais	19
2.2	As Metodologias Ativas e o <i>Role-Playing Game</i> (RPG).....	20
2.3	<i>Scientific Literacy</i> na perspectiva da tradução.....	23
2.4	Alfabetização e letramento em língua materna.....	24
2.5	Alfabetização e letramento em ciências.....	25
2.6	A alfabetização científica em sentido estendido.....	28
2.6.1	Oferta de processos dialógicos e horizontais	28
2.6.2	Oferta de diferentes narrativas	29
2.6.3	Abordagem temática (problematização)	31
2.6.4	Sinergia entre educação formal, não formal e informal.....	32
2.6.5	Formulação de teses.....	33
3	METODOLOGIA	34
4	APLICAÇÃO 1 - ENSINO MÉDIO.....	36
4.1	Caracterização dos sujeitos de pesquisa	36
4.2	Elaboração do RPG Minérios em Jogo.....	37
4.2.1	Tema	38
4.2.2	Personagens	38
4.2.3	Narração.....	43
4.2.4	Cenário.....	44
4.3	Sequência de atividades do RPG	45
4.3.1	Sessão 1.....	47
4.3.2	Sessão 2.....	49
4.3.3	Sessão 3.....	49
4.3.4	Sessão 4.....	49
5	RESULTADOS – APLICAÇÃO 1	51
5.1	Questionário Diagnóstico	51
5.2	Sessão 1.....	63
5.3	Sessão 2.....	76
5.4	Sessão 3.....	78
5.5	Sessão 4.....	81

6	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS – APLICAÇÃO 1.....	84
7	APLICAÇÃO 2 – ENSINO SUPERIOR.....	89
7.1	Caracterização dos sujeitos de pesquisa.....	89
7.2	Redesenho do RPG Minérios em Jogo.....	89
7.3	Sequência de atividades.....	90
8	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS – APLICAÇÃO 2.....	100
9	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	107
	REFERÊNCIAS	110
	APÊNDICE A – Conceito de Alfabetização Científica em sentido estendido	124
	APÊNDICE B – Fichas dos Personagens: UKA, FLONA, EEL e IEV.....	125
	APÊNDICE C – Transcrição do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido fornecido aos sujeitos de pesquisa.....	127
	APÊNDICE D – Enredo da Sessão 1 (Aplicação 1)	128
	APÊNDICE E – Sessão 2 (Aplicação 1).....	129
	APÊNDICE F – Enredo da Sessão 3 (Aplicação 1).....	136
	APÊNDICE G – Respostas dadas à Questão 5 do Questionário Diagnóstico (Aplicação 1)	137
	APÊNDICE H – Respostas dadas à Questão 6 do Questionário Diagnóstico (Aplicação 1)	139
	APÊNDICE I – Respostas dadas à Questão 10 do Questionário Diagnóstico.....	140

1 INTRODUÇÃO

A necessidade de promoção do chamado “letramento científico” tem sido amplamente difundida no contexto da educação em ciências, em decorrência, principalmente, do baixo desempenho de estudantes do ensino básico brasileiro em avaliações de larga escala.

No âmbito internacional, a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) promove trienalmente o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), cujo público alvo são jovens com mais de quinze anos de idade e a partir do sétimo ano de estudo. O Brasil participa desde 2000 e avalia seus estudantes quanto a habilidades de leitura em língua materna, matemática e ciências, consideradas “essenciais para a completa participação em sociedades modernas” (OECD, 2013). Em relação ao letramento científico, o PISA propõe uma escala de pontuação com seis níveis, sendo o nível 6 o de maior proficiência.

O desempenho brasileiro na edição mais recente do PISA (ano de 2015) permaneceu pífio, com mais de 75% dos participantes classificados nos níveis 1 e 2, enquanto outros 4% não alcançaram pontuação suficiente para o nível 1.

Já no contexto nacional, em 2014 o Instituto Abramundo estabeleceu o Indicador de Letramento Científico (ILC), diante da “progressiva exigência de uso e interpretação de conhecimentos e informações técnico-científicas nas diferentes dimensões da vida social contemporânea” (GOMES, 2015). Tomando como base o próprio PISA e o Indicador de Alfabetismo Funcional (INAF), já consolidados no cenário nacional, o estudo propôs uma escala de pontuação com quatro níveis, sendo o nível 4 o de maior proficiência.

Também neste caso, apenas 3% dos jovens brasileiros entre 15 e 24 anos obtiveram pontuação máxima, estando os demais nos níveis elementares.

Embora com enfoques e metodologias distintos, PISA e ILC têm o mérito de estimular a troca de experiências para o aperfeiçoamento das práticas de ensino e de indicar a necessidade de elevação do “letramento científico” de jovens brasileiros - desafio que se reflete, de maneira especial, no ensino de ciências desenvolvido em instituições escolares.

Porém, estas avaliações não sugerem ações para a elevação do letramento científico, o que dificulta a implementação de intervenções com esse propósito. Sob

o viés da avaliação formativa, é importante que atividades desenvolvidas em sala de aula forneçam não apenas dados em si, mas também possíveis direcionamentos para o aperfeiçoamento das ações em curso (FERREIRA; CARVALHO, 2004).

Iniciativas têm sido desenvolvidas no âmbito acadêmico com o objetivo de incrementar esse conjunto de habilidades científicas, seja por meio de argumentação (SCARPA; TRIVELATO, 2012), objetos virtuais de aprendizagem (AIRES; LAMBACH, 2010; DIÓRIO; RÔÇAS, 2013), ou atividades de leitura, escrita e divulgação científica (CARBONESE *et al.*, 2011; FEJES *et al.*, 2012; SOARES; COUTINHO, 2009; YAMADA; MOTOKANE, 2013).

Suisso e Galieta (2015), em revisão sobre o tema, defendem que tais trabalhos expõem uma naturalização das concepções de alfabetização/letramento científico entre pesquisadores de ensino de ciências; ou seja, a preocupação não seria mais destrinchar os conceitos, mas investigá-los em ação. No entanto, os mesmos autores afirmam que as formas pelas quais o indivíduo torna-se “letrado cientificamente”, o sentido de “cidadania”, de “tomada de decisão socialmente responsável” ou de “práticas sociais em ciências”, e o que seria a “completa participação em sociedades modernas” ou o “uso e interpretação de conhecimentos e informações técnico-científicas”, permanecem temas pouco debatidos e esclarecidos.

É preciso, portanto, recorrer ao histórico deste campo de estudos. Segundo Cunha (2017), quando determinada área do conhecimento não possui tradição em pesquisas científicas no país, é comum que as referências iniciais sejam apresentadas em língua estrangeira. Assim aconteceu com a área de ensino em ciências e, em específico, com a temática *scientific literacy*. Esta expressão nasce nos Estados Unidos nos anos 1950, quando a comunidade científica mobiliza-se para obter apoio popular diante dos vultosos investimentos necessários para fazer frente ao soviético Sputnik. Então, o ensino de ciências foi alçado a patamar equivalente ao da leitura e ao da escrita, e os cidadãos passaram a se preocupar com uma educação que capacitasse os jovens para uma nova sociedade, em constante aprimoramento científico e tecnológico (LAUGKSCH, 1999).

Em território brasileiro, além da noção de *scientific literacy*, os primeiros trabalhos em ensino de ciências receberam também contribuições da noção francesa de *culture scientifique* (ou *scientific culture*) e da noção anglo-saxã de *public understanding of science* (atualizada para *public engagement with science and technology*) (TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2013).

Assim, o presente trabalho justifica-se, em primeiro lugar, pela necessidade de delimitar em que consistem as habilidades mencionadas por Suisso e Galieta (2015) e de refletir acerca da expressão *scientific literacy* e seus desdobramentos. Esta primeira etapa tem o objetivo de entender em que medida ações educativas em ensino de ciências podem contribuir para o incremento destas habilidades, para, a partir daí, serem elaboradas intervenções pedagógicas em coerência com os princípios identificados.

Nesse sentido, o trabalho tem como objetivo geral apresentar o escopo do *scientific literacy* no contexto brasileiro e de propor diretrizes para a elaboração de ações educativas que promovam essas habilidades no ambiente escolar.

Este objetivo geral desdobra-se nos seguintes objetivos específicos:

- a) Compreender a expressão *scientific literacy* a partir da junção de três perspectivas: estudos sobre tradução, ensino de língua materna e ensino de ciências;
- b) Diferenciar conceitualmente os termos que traduzem *scientific literacy* (letramento científico, alfabetização científica) e a alfabetização científica em sentido estendido, justificando a adoção do último em detrimento dos demais;
- c) Definir marcadores/indicadores de alfabetização científica em sentido estendido, que sirvam de roteiro para elaborar intervenções pedagógicas;
- d) Propor a adoção do *Role-Playing Game* (RPG) como estratégia didática de promoção da alfabetização científica em sentido estendido;
- e) Desenvolver um *Role-Playing Game* de caráter pedagógico, que contemple os marcadores/indicadores de alfabetização científica em sentido estendido;
- f) Aplicar o *Role-Playing Game* desenvolvido em dois contextos educativos: Ensino Médio e Ensino Superior;
- g) Avaliar o *Role-Playing Game* desenvolvido quanto ao potencial de promoção da alfabetização científica em sentido estendido.

Assim, a pergunta de pesquisa pode ser descrita como: “É possível promover alfabetização científica em sentido estendido, em diferentes contextos educativos, a partir de um *Role-Playing Game* desenvolvido especificamente para esta finalidade?”.

A dissertação encontra-se dividida em oito capítulos. O capítulo 2, Referencial Teórico, inicia com a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e o papel dos mapas conceituais. A seguir, introduz as metodologias ativas, com

destaque para o *Role-Playing Game* (RPG). Então, analisa o termo *scientific literacy* com base nos estudos sobre tradução, ensino de língua materna e ensino de ciências, para delimitar o escopo da alfabetização científica em sentido estendido e, a partir daí, o desenho metodológico das Aplicações 1 e 2. Os capítulos 3 a 5 referem-se à Aplicação 1 (Ensino Médio) e os capítulos 6 a 7 referem-se à Aplicação 2 (Ensino Superior). Por fim, o capítulo 8 apresenta as considerações finais, seguidas pela apresentação das referências e de apêndices úteis à compreensão das aplicações do jogo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Teoria da Aprendizagem Significativa e os Mapas Conceituais

A Teoria da Aprendizagem Significativa, desenvolvida por Ausubel na década de 1960, foi pioneira ao fornecer um marco psicoeducacional para explicar atividades de ensino e de aprendizagem no contexto escolar. Caracteriza-se por favorecer o uso posterior do conhecimento adquirido, em novos contextos, e fundamenta-se na presença de subsunçores (conjunto de conceitos-base, sob a qual é tecida uma rede complexa, que depende das relações estabelecidas entre os conceitos novos e os já pertencentes à estrutura cognitiva do educando).

Segundo esta teoria, a aprendizagem significativa é viabilizada quando o estudante está engajado, ou seja, aplica processos mentais para enfrentar o problema proposto. O conteúdo ministrado também deve mostra-se potencialmente significativo, tanto lógica (em relação à natureza do conteúdo) como psicologicamente (em relação à experiência prévia do estudante) (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 20; PELIZZARI, 2002).

Em situações nas quais a ausência de elementos subsunçores possa inviabilizar o processo de aprendizagem significativa, Ausubel propõe o uso de organizadores prévios, materiais introdutórios elaborados para anteceder e tratar genericamente os conteúdos de interesse (MOREIRA, 2008; RIBEIRO; SILVA; KOSCIANSKI, 2012).

A aprendizagem significativa é, portanto, um processo de ancoragem seletiva e não arbitrária, que depende de subsunçores, da forma como o material didático é organizado, da motivação e da bagagem prévia de conhecimentos relevantes do aprendiz. Por isso, é adotada como “pano de fundo” para todo o desenvolvimento metodológico apresentado neste trabalho.

Uma das formas de representação gráfica da aprendizagem significativa é o mapa conceitual, ferramenta desenvolvida na década de 1970, por Joseph Novak e equipe, com o propósito de facilitar a visualização de mudanças na maneira pela qual crianças compreendiam a ciência. Segundo o próprio desenvolvedor da técnica de mapeamento conceitual, a princípio sua pesquisa utilizava-se de entrevistas e transcrições, mas verificou-se grande dificuldade em identificar mudanças específicas apenas analisando este material. Então, a incorporação dos mapas

conceituais mostrou-se útil para a troca de ideias e a elaboração conjunta de novos conhecimentos (NOVAK; CAÑAS, 2010).

Em mapas conceituais, duas expressões são importantes: “conceito” e “termo de ligação”. Os conceitos são abstrações de uma regularidade observada no ambiente e são representados por um rótulo ou etiqueta. Por exemplo, o conceito de cachorro remete a uma diversidade de animais de espécies, hábitos e tamanhos diferentes, mas que podem ser reunidos sob esta etiqueta. Os primeiros conceitos são apreendidos ainda na primeira infância e, posteriormente, são adquiridos sob mediação da linguagem. Já os termos de ligação não têm essa característica: em geral são conjunções ou preposições que permitem estabelecer uma relação de sentido entre dois ou mais conceitos.

Assim, aliando-se conceitos e termos de ligação, criam-se proposições que, em conjunto, respondem a uma questão focal dada inicialmente.

O *software* CmapTools® , por sua vez, fornece recursos para a confecção individual ou conjunta de mapas conceituais, permite o acréscimo de anotações e comentários e armazena os mapas em servidores, que podem ser acessados por qualquer pessoa cadastrada e conectada à internet (NOVAK; CAÑAS, 2010).

2.2 As Metodologias Ativas e o *Role-Playing Game* (RPG)

Em relação à filiação teórica, as metodologias ativas derivam de duas correntes principais: a desenvolvimentista e a motivacional.

A primeira defende que as tarefas interativas produzem conflitos cognitivos e expõem os alunos a pensamentos de alta qualidade, melhorando o aprendizado. Já a segunda entende que os aprendizados individuais geram recompensas aos demais membros do grupo, além de normas e sanções que favorecem os objetivos educacionais (SLAVIN, 1987).

Embora haja diferenças em relação ao conjunto de estratégias que cada tipo de metodologia ativa oferece para alcançar os objetivos educacionais, há semelhanças no que se refere à problematização, ao papel do professor mediador, à reflexão contínua sobre a prática e à característica de método cooperativo de aprendizagem.

Sobre este último aspecto, Cohen (1992) afirma que os métodos cooperativos devem envolver o trabalho de alunos divididos em pequenos grupos, de modo que

todos tenham oportunidade de participar de uma tarefa coletiva sem a supervisão direta do professor. Para Barbosa e Jófili (2004) o trabalho cooperativo estimula os estudantes a terem solidariedade, responsabilidade, criatividade, iniciativa e menor grau de ansiedade, desde que a estruturação dos métodos de trabalho em grupo evite a dispersão, forneça clareza quanto às tarefas a serem desempenhadas e à importância do papel de cada integrante para a aprendizagem coletiva.

Os jogos, quando aplicados ao ensino, tornam-se métodos cooperativos de aprendizagem (SALDANHA; BATISTA, 2009). Além disso, o jogo “transpõe a vida real para uma esfera que, embora temporária, tem orientação e regras próprias” e também “introduz, na confusão da vida e na interpretação do mundo, uma perfeição temporária e limitada: ele cria ordem” (NUNES, 2004).

Dentre os jogos adaptados para o ensino, o *Role-Playing Game* (RPG), ou Jogo de Interpretação de Personagens, é uma modalidade baseada em uma narrativa (ficcional, mas atrelada à histórica), contada por um narrador (ou mestre), e que permite aos jogadores construir/ interpretar coletivamente seus próprios personagens (FRANCISCO, 2011; HORTA; ALMEIDA, 2012; PERKOSKI, 2015; SALDANHA; BATISTA, 2009) em um enredo, idealmente, sem fim (CRAWFORD, 1982).

Em comparação aos jogos convencionais, o RPG oferece uma conduta mais ativa e dinâmica e uma maior variedade de situações complexas aos jogadores, o que justifica sua crescente adoção no âmbito pedagógico (NUNES, 2004; RODRIGUES, 2004).

A elaboração de um RPG deve contemplar os seguintes passos: seleção do tema, época e local em que a aventura ocorre; criação de situações em que o tema será vivenciado na aventura; elaboração de elementos estimuladores (como ameaças, tempo restrito, recompensas) ao longo da narrativa; e socialização do conhecimento e do aprendizado ao longo das rodadas (sessões) do jogo.

Em busca por artigos referentes ao termo "*Role-Playing Game*", realizada por meio da plataforma *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), foram obtidos vinte e um resultados, dentre os quais seis foram eliminados após a triagem dos resumos indicar temas diversos do escopo deste trabalho – como esportes, gestão hídrica, artes cinematográficas, tratamento psicológico e política.

Dos quinze restantes, referentes ao *Role-Playing Game*, seis eram de cunho teórico e nove descrevem aplicações de diferentes RPGs.

No primeiro grupo, Peña e colaboradores (2013) fornecem extensa revisão bibliográfica acerca dos objetivos de pesquisa mais comuns em artigos com o tema “jogos massivos online para múltiplos jogadores” – categoria na qual está incluído o RPG. Os resultados apontam predominância de estudos realizados nos EUA, Canadá e Itália, referentes a quatro vertentes principais: o jogo em si, as experiências de jogo, a arquitetura dos jogos e a aplicação ao ensino.

Já González-Campo, Solarte e Vargas (2013) avaliam como a interação entre jogadores se desenvolve ao longo do RPG, com base nos estudos de Lacan, e propõem que ela ocorre por meio da linguagem, com a construção de significados (concebidos no mundo virtual) e significantes (concebidos na vida real), sendo que os últimos permitiriam a materialização dos primeiros na forma de “avatares”.

Madrid e Alvarado (2009), por meio da perspectiva sociológica, analisam a construção de sujeitos virtuais nas interações simbólicas que, no decorrer do jogo, delineiam sociedades e códigos sociais equivalentes aos da realidade concreta.

No âmbito da psicologia, Guimarães e Simão (2008) identificam no exercício do RPG a participação de elementos importantes para o desenvolvimento humano, em decorrência de o jogo intercalar momentos de tensão e inquietação a outros de convergência e compartilhamento de ideias e de posicionamentos. Ainda, Vives et al., 2017 compõem uma equipe multidisciplinar de profissionais da saúde, que indica o RPG para favorecer o desenvolvimento cognitivo de crianças com deficiência. Na mesma linha, Nascimento, Araújo e Miguéis (2009) analisa o papel do jogo de interpretação no desenvolvimento da criança e da organização do ensino na infância, com base na teoria histórico-cultural.

Maya, Ojeda e Maldonado (2017), no entanto, criticam pesquisas que focam apenas o aspecto do desenvolvimento cognitivo desencadeado pelo RPG, trazendo à tona outras questões como o perigo de vício, de retraimento social e de estímulo ao hábito do consumo em jogadores sistemáticos. Araújo, Oliveira e Cemi (2011), por sua vez, apontam o RPG justamente como uma forma de enfrentar o tema da dependência química, seja de forma preventiva (entre jovens do ensino médio) ou como tratamento (para jovens dependentes).

Quanto aos artigos do segundo grupo, que abordam a aplicação do RPGs, Saldanha e Batista (2009) pesquisam as motivações de jogadores sistemáticos para a prática do jogo, encontrando como principal elemento o encontro e a interação entre amigos.

Já Rodríguez, Lopez e González (2015) adaptam um texto literário a quatro diferentes modais, entre eles o RPG, para fomentar o desenvolvimento de soluções colaborativas para problemas da vida cotidiana.

Nas aplicações do RPG ao ensino, Soares e colaboradores (2015) adotaram o RPG na formação profissional de estudantes de graduação em Enfermagem, enquanto Randi e Carvalho (2013) o utilizaram para o ensino de biologia celular entre estudantes de medicina, estabelecendo comparação com desempenho obtido pelos alunos em aulas convencionais. Rosa (2012) utiliza RPG para o ensino de cálculo diferencial e integral em curso na modalidade à distância. Samagala e Peduzzi (2004), por sua vez, desenvolve módulo didático baseado em RPG para a abordagem de aspectos da física moderna junto ao Ensino Fundamental. Também para esta faixa etária, Vanini (2014) resenha a tese de Rosa (2008) sobre educação matemática por meio de RPG.

Assim, a partir das referências consultadas, verificou-se aprofundamento nos estudos sobre a potencialidade do RPG para o desenvolvimento cognitivo, social e cidadão, ainda que, quando transposto para o ambiente escolar, os trabalhos indiquem maior foco na apreensão ou não de conteúdos disciplinares frente a outras formas de aula, em detrimento destes elementos que efetivamente caracterizam o jogo.

2.3 *Scientific Literacy* na perspectiva da tradução

Definir “tradução” pode parecer uma tarefa fácil: basta uma mensagem, duas línguas e uma reformulação (ESTEVES, 2016). Nord (1997, p. 28) acrescenta, ainda, o aspecto da funcionalidade na relação entre texto de origem e texto traduzido. Isto é, o objetivo da tradução define quais elementos do original serão preservados e quais podem (ou devem) ser adaptados.

Esta noção ideal de “boa tradução” varia entre épocas e entre culturas. No ocidente, o conceito remonta ao processo de tradução da Bíblia e, por isso, carrega uma visão altamente idealizada do tradutor, ao qual é imposto compromisso de fidelidade tanto com o autor do original (sentidos e intenções imprimidos no texto) como com o leitor de destino da tradução (que deve receber exatamente o que foi fornecido pelo original) (BEATO, 2012; BRANCO, 2014; LAGES, 2002, p. 12).

No entanto, correntes contemporâneas afastam esse entendimento tradicional da tradução como mera repetição da totalidade do sentido do original ou como apagamento autoral do tradutor. Derrida, por exemplo, entende que “herdar um arquivo significa repeti-lo, reafirmando-o e relançando-o com uma contra-assinatura” (DERRIDA, 1986). Em Willemssen (1986), esta “contra-assinatura” consiste em soluções criativas próprias, como posfácios que registram momentos em que a tradução “estancou”, ou seja, esbarrou no “impossível de se dizer” do original e abriu espaço para a criação. Também as propostas do movimento antropofágico, encabeçado por Oswald de Andrade, e do projeto concretista dos irmãos Campos e de Décio Pignatari convergem nesse sentido e podem ser aplicadas ao processo de tradução: a produção importada original deve ter seu valor reconhecido, mas não deve ser imitada acriticamente, e sim “deglutida” e reelaborada para que se torne, inclusive, um produto de exportação.

Essas perspectivas indicam que a tradução une criatividade à “deglutição” da cultura do outro, e resulta em uma transcrição (ou seja, uma tradução criativa no contexto cultural de destino) (BEATO, 2012; BRANCO, 2014; LAGES, 2002, p. 12; TAGATA, 2017). A criatividade preenche lacunas encontradas pelo tradutor a partir das condições de uso da tradução (contexto, convenções de uso e intenções do falante), em um processo que compreende elementos linguísticos e culturais como indissociáveis e específicos de cada comunidade de fala (CARDOZO, 2011; ESTEVES, 2016; RAJAGOPALAN, 2013, p. 35-54; ROSAS, 2003; SANTOS, 2016; TAGATA, 2017). Assim, a tradução é retratada não só a partir de uma teoria do significado, mas de uma teoria da ação (ESTEVES, 2016; SOUZA FILHO, 1990, p. 11).

2.4 Alfabetização e letramento em língua materna

No âmbito dos estudos sobre o ensino da língua materna, são atribuídos significados diferentes para a alfabetização e o letramento. À alfabetização, atribui-se o conhecimento mais restrito dos códigos da escrita, como o domínio do alfabeto de “A” a “Z”, da formação de sílabas ou da grafia correta de palavras. Já o letramento refere-se às práticas sociais nas quais as habilidades de leitura e de escrita estão envolvidas, tais como as estratégias adotadas para a leitura de um jornal ou para a escrita de uma carta.

Estas definições de alfabetização e de letramento podem implicar na noção de que o letramento seja “mais importante”, tenha escopo mais amplo, ou ainda que dependa da alfabetização para se efetivar. Porém, em relação ao letramento, Teixeira (2013) ressalta a relevância, e de certa forma a suficiência, da imersão em ambientes grafocêntricos – com fácil acesso a livros e outros materiais gráficos – para que o indivíduo, criança ou adulto, aproprie-se das práticas sociais de leitura e escrita. Soares (2004) remete à capacidade de as crianças folhearem livros de forma idêntica aos adultos, mesmo não estando alfabetizadas; e de adultos analfabetos conhecerem exatamente a estrutura de uma carta e serem capazes de ditá-la a uma escriba, como foi retratado pelo filme *Central do Brasil* (CENTRAL..., 1998). Estas observações demonstram que o letramento pode ocorrer – e comumente ocorre – de forma independente da alfabetização. A alfabetização não é *requisito*, mas pode, sim, *eleva a criticidade* deste letramento. Retomando os exemplos fornecidos em Teixeira (2013), ao ser alfabetizada, a criança poderia perceber que o livro que folheava estava “de cabeça para baixo”, e o adulto que ditava a carta à escriba poderia verificar se o que foi escrito corresponde efetivamente ao que foi solicitado, ou ainda poderia ele mesmo escrever a carta.

Nenhum desses processos – alfabetização ou letramento - constitui condição suficiente para alcançar a perspectiva de transformação incluída no conceito de alfabetização defendido por Freire (1987). A definição freireana de alfabetização incorpora a necessidade de compreensão crítica durante o ato da leitura; lê-se, portanto, não só a palavra, mas essencialmente o seu contexto (FREIRE, 1987, p. 12). Em outras palavras, para ele, “a memorização mecânica da descrição do objeto não se constitui em conhecimento do objeto” (FREIRE, 1987, p. 17).

Assim, o conhecer, na visão freireana, requer um processo dialógico, com estabelecimento de relações entre texto e contexto e de refinamento da curiosidade, para alçar o sujeito à posição de ser transformador da realidade. Por isso, denominaremos este processo de “alfabetização em sentido estendido”.

2.5 Alfabetização e letramento em ciências

Os termos “alfabetização científica” e “letramento científico” tendem a ser interpretados de forma análoga à discussão conceitual entre alfabetização e letramento anteriormente apresentada: a alfabetização científica se restringiria ao

domínio de conceitos científicos, enquanto o letramento envolveria a prática social deste conhecimento. Por isso, a expressão “letramento científico” vem sendo preferencialmente adotada no âmbito do ensino de ciências (CUNHA, 2017; GOMES, 2015; MARQUES; MARANDINO, 2017; OECD, 2013; SANTOS, 2007; WATANABE; GURGEL; MUNHOZ, 2014).

Também em raciocínio análogo, o letramento científico independe da alfabetização científica, ou seja, do domínio de conceitos e técnicas usadas nas ciências. Tais saberes deixam de ser centrais e passam a ser vistos como um meio de ampliação da criticidade (AULER; DELIZOICOV, 2001), a partir do letramento científico prévio, que se deve a inúmeros fatores. Um deles é a mediação da mídia. Embora apresente a ciência de forma eventualmente estereotipada, com incorreções conceituais, ou ainda desfigurando a natureza, os objetivos e os limites de validade do conhecimento científico, a omissão ou desinteresse de cientistas em ampliar a compreensão pública da ciência faz com que essa tarefa persista nas mãos dos canais de concessão pública (televisão, rádio e internet) (PECHULA, 2007). Estes, por sua vez, assumem “finalidade educativa e cultural, mesmo em seus aspectos informativo e recreativo, e são considerados de interesse nacional” (BRASIL, 1963), o que justificaria por si só uma maior proximidade entre a educação escolar e cultura das mídias (ZANCHETTA JÚNIOR, 2017). Outro fator relevante para o letramento em ciências é a própria escola, ambiente no qual se desenvolvem a maior parte das pesquisas em ensino de ciências (GUIMARÃES, VASCONCELLOS, 2006).

Shen (1975) contribui para a compreensão das práticas sociais em ciências, características do letramento científico, ao classificá-las em três categorias. As de cunho cotidiano envolvem o recebimento de informações, como nas campanhas em prol da amamentação e da vacinação para prevenir epidemias. As práticas sociais de caráter cívico requerem uma reflexão mais acurada para a emissão de opiniões sobre problemas sociais. Já a terceira categoria é a das práticas sociais de cunho cultural, em que a ciência é admirada como fonte de ampliação do saber humano.

Com base nas categorias de Shen (1975), vários autores apresentam suas definições para letramento científico. Abrangendo as duas primeiras categorias, o PISA entende letramento científico como a capacidade de “usar conhecimento científico, identificar questões e extrair consequências a partir de evidências” e, então, “compreender e ajudar a tomar decisões a respeito do mundo natural e das mudanças nele introduzidas pela atividade humana” (OECD, 2013); o ILC defende

“o domínio de habilidades e conhecimentos de gêneros e tipos textuais e de conceitos científicos para compreender situações propostas, explicá-las e resolver problemas” (GOMES, 2015); e Santos (2007) descreve a compreensão “das limitações do conhecimento científico e das questões ambientais, políticas, econômicas, éticas, sociais e culturais” como características do letramento científico. Na terceira categoria, Shamos (1995) aponta a capacidade de ler, discutir e escrever o vocabulário científico coerentemente em contextos não técnicos, e de compreender a ciência como um empreendimento cultural, bem como os impactos da tecnologia na saúde e na segurança humana e do meio ambiente, enquanto Driver et al (1994) entendem letramento científico como processo de enculturação, isto é, de conhecimento das regras, dos valores, da linguagem e dos meios de expressão da ciência.

As concepções categorizadas por Shen não incluem uma perspectiva de transformação social a partir do letramento científico. Por isso, outros pesquisadores procuraram avançar a compreensão de alfabetização científica de forma mais alinhada à perspectiva freireana da alfabetização em língua materna (que, no item anterior, chamamos de “alfabetização em sentido estendido”).

É o caso, por exemplo, de Chassot (2003), que apresenta alfabetização científica como “o conjunto de conhecimentos que permitiria a homens e mulheres fazer uma leitura do mundo onde vivem e compreender as necessidades de transformá-lo”. Para isso, o autor defende uma maior proximidade das aulas de ciência com o fator “incerteza”.

Também Auler (2003) entende que a “alfabetização científica” potencializa a participação de mais segmentos da sociedade civil “não apenas na avaliação dos impactos pós-produção, mas principalmente na definição de parâmetros em relação ao desenvolvimento científico-tecnológico” (grifos da autora). Santos (2009, p. 23-49), por sua vez, parte do princípio de que, embutido em qualquer sistema de conhecimento, encontra-se um ideal de sociedade, e que as mudanças sociais e culturais de nosso tempo requerem modos alternativos de construção de conhecimento, de forma a combater valores hegemônicos que perpetuam desigualdades sociais. Hountondji (2009, p. 119-132), em seu relato sobre a atividade científica no continente africano, defende a formulação de “conjuntos originais de problemas”, fundamentados na “sólida apropriação do legado intelectual internacional” e enraizados na experiência local.

As concepções destes autores são conectadas e reunidas neste trabalho dentro do conceito de “alfabetização científica em sentido estendido”, apresentado a seguir.

2.6 Alfabetização científica em sentido estendido

Percebe-se, a partir desta exposição, que a compreensão brasileira do termo *scientific literacy* incorpora várias contribuições externas (acepções de origem em diferentes países, notadamente EUA, Inglaterra e França) e internas (transcrições decorrentes dos processos de tradução), bem como estudos sobre alfabetização e letramento no âmbito do ensino da língua materna e do ensino de ciências. Este caráter histórico e socialmente situado faz com que *scientific literacy* seja um conceito de difícil definição em caráter absoluto (LAUGKSCH, 1999) e, por isso, é necessário que pesquisadores explicitem o posicionamento e a compreensão a partir da qual fundamentam suas análises (MARQUES; MARANDINO, 2017).

Assim, cinco principais aspectos (marcadores/indicadores) devem ser destacados e considerados para a elaboração de estratégias didáticas dentro do conceito de “alfabetização científica em sentido estendido” (Apêndice A).

- oferta de processos dialógicos e horizontais;
- oferta de diferentes narrativas;
- abordagem temática (problematização);
- sinergia entre educação formal, informal e não formal;
- formulação de teses.

2.6.1 Oferta de processos dialógicos e horizontais

Fabício (2008, p. 46-52) discorre sobre a noção de diálogo entre culturas, entendendo-o como fundamental para a construção de uma ética contemporânea de caráter não generalista, universal, mas construído democraticamente por diferentes atores sociais, diante de questões reais e complexas, e na intersecção entre discurso e ação. Segundo esse entendimento, valores não podem ser estabelecidos *a priori*, fora do contexto a se aplicam, mas sim a partir da interação com o outro.

Há um relativo consenso quanto à contribuição da Natureza da Ciência como forma de promover, em sala de aula, a ética coletiva, a tomada de decisões

socialmente responsável e a aplicação do princípio da precaução (BRASIL, 2001; 2002a; 2002b; CONRADO, NUNES-NETO, EL-HANI, 2014; SANTOS, MORTIMER, 2001; SCHWARTZMAN; CHRISTOPHE, 2009).

Mais especificamente, a promoção de processos dialógicos por meio da inserção da “Natureza da Ciência” consiste em apresentar ou ressaltar, nas práticas pedagógicas, características de dois grandes grupos (MOURA, 2014):

Grupo 1) Consensos sobre como a ciência é feita:

- a) inexistência de um método científico universal;
- b) conexão entre teoria e observação/ experiência (embora sem relação de causa e consequência);
- c) influência de variados contextos (sociais, culturais, políticos);
- d) presença de imaginação, crenças do cientista e influências externas.
- e) mutabilidade, dada a busca explicação para fenômenos dinâmicos.

Grupo 2) Semelhança entre processos de diferentes campos disciplinares, quanto às/aos:

- a) atividades: presença de observação e experimentação, embora cada campo disciplinar as faça a seu modo;
- b) objetivos e valores: presença de propósitos, interpretados de acordo com a tradição filosófica que os subsidiam;
- c) metodologias: presença de parâmetros não aleatórios, em parte considerados consensuais e, outros, variando grandemente entre os diversos campos disciplinares;
- d) produtos: resultados (hipóteses, teorias, leis, dados experimentais) gerados a partir do cumprimento dos objetivos e das metodologias peculiares a cada campo disciplinar; tais resultados são comunicados e geram outros produtos (artigos, trabalhos em congressos).

2.6.2 Oferta de diferentes narrativas

A ciência possui uma linguagem específica, pouco acessível, que se opõe à linguagem cotidiana, linear e dinâmica, produzida por um narrador em uma sequência de eventos (BRAGA; MORTIMER, 2003). Por isso a aprendizagem em ciências pode ser entendida, também, como um processo estruturado por gêneros de

discurso e por formas de estabelecer ligações semânticas entre eventos, objetos e pessoas (SEPÚLVEDA; EL-HANI, 2006).

Ao longo da trajetória de implementação do ensino de ciências e de suas reformulações, no cenário nacional e internacional, a ênfase inicial na formação de cientistas foi deslocada para uma compreensão da ciência como fundamento para o exercício da cidadania (AZEVEDO, 2008; NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2000; SANTOS, 2006; SCHWARTZMAN; CHRISTOPHE, 2009). Cada enfoque da educação em ciências (formação de cientistas x formação para a cidadania) utiliza como subsídio um tipo de narrativa – ou seja, valoriza aspectos diferentes do processo de construção da ciência.

No caso do ensino para a formação de especialistas, narrativas destacam grandes feitos de cientistas e momentos de genialidade, ainda que nem sempre tenham veracidade comprovada. Como exemplos, pode-se citar o clamor “Eureka!” (“Descobri!”) dado por Arquimedes ao deduzir a Lei do Empuxo em uma banheira, ou a observação da queda da maçã por Isaac Newton, que teria permitido a dedução da Lei da Gravitação Universal.

Esse enfoque narrativo, embora forneça aos estudantes uma “árvore genealógica” do conhecimento, oculta influências do momento histórico sobre a pessoa do pesquisador, o pertencimento (ou não) à determinada comunidade de pesquisadores e o prestígio desfrutado neste grupo (RIBEIRO; MARTINS, 2007, p. 304). Os mesmos autores afirmam que o foco na genialidade de Arquimedes pode favorecer o distanciamento e a consequente sacralização da figura do cientista, enquanto Moraes (1997) ressalta a contribuição de textos religiosos, místicos e herméticos na trajetória intelectual de Isaac Newton.

Já no âmbito do ensino de ciências para a formação cidadã, as narrativas aproximam-se da historiografia tradicional, com o objetivo de tecer inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade, entre os valores e crenças dos cientistas, e entre estes e o contexto em que estavam situados. A ciência é apresentada como atividade humana e socialmente construída (BOAS et al., 2013).

2.6.3 Abordagem temática (problematização)

A problematização caracteriza-se pela proposição de temas complexos, diante dos quais se deve não só propor soluções, mas identificar e discutir conflitos inerentes à questão (MITRE et al., 2008; ZANOTTO; ROSE, 2003).

Segundo Dewey, o estudante precisa ser apresentado a uma situação-problema instigante, com propósitos definidos, para então buscar as informações e os instrumentos mais adequados para solucionar o desafio. O resultado da aprendizagem é concreto e demonstrado por meio de uma aplicação prática (DEWEY, 2010, p. 23-71; PEREIRA et al., 2009). Já sob o referencial da aprendizagem significativa, tais problemas devem fazer referência a conteúdos potencialmente significativos e que estimulem uma postura proativa do aluno (NOVAK, CAÑAS; 2010).

Em Paulo Freire, a problematização é um processo em que o sujeito busca soluções para um problema não explícito e torna-se capaz de interferir na situação identificada, transformando a si mesmo e à realidade no entorno em decorrência das ações empreendidas (FREIRE, 1987). Ricardo (2003), ao traçar paralelo entre a visão do pedagogo Paulo Freire e do físico Gérard Fourez, destaca que o ensino de ciências deve ocorrer “em seu contexto e não como verdade que tenha fim em si mesma” e que, em consequência, “as teorias e modelos científicos não serão bem compreendidos se não se sabe por que, em vista de que, e para quem foram inventados”.

Independente do viés adotado, a problematização é um instrumento de reflexão sobre a realidade, produção de conhecimento e promoção da autonomia do estudante. Para Santos (2007), a própria natureza do conhecimento científico faz com que seu ensino seja uma via de mão dupla, não sendo possível ensinar conteúdos de forma neutra, sem contextualizar seu caráter social, ou discutir a função social do conhecimento científico sem compreender seu conteúdo. Essa contextualização difere de exemplos ilustrativos e de aplicações tecnológicas presentes em livros didáticos, definidos pelas próprias Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2004, p. 101) como:

tratamentos periféricos, quase que para satisfazer eventuais curiosidades, sem esforço de tratar da dimensão ou do significado conceitual e, muito menos, de preocupação por uma abordagem referida no contexto real e tratamento interdisciplinar, com implicações que extrapolem os limites ali definidos.

Mortimer (2002), em conferência sobre a elaboração de uma agenda de pesquisas em educação científica, ironiza o “privilégio” brasileiro em contar com uma variedade de problemas potencialmente úteis para serem problematizados nas aulas de ciências. Essa postura de observar a realidade concreta para, a partir dela, extrair os casos a serem estudados, permitiria ao Brasil contribuir para a transformação de sua realidade social, além de fornecer importantes conhecimentos à comunidade internacional na área de ensino de ciências. Porto (2016), por sua vez, afirma que estes problemas estão profundamente inter-relacionados por conta de um modelo de desenvolvimento econômico que prioriza a extração de bens minerais e a exportação de commodities em detrimento de outros aspectos do bem-estar social.

2.6.4 Sinergia entre educação formal, não formal e informal

Os termos educação formal, não formal e informal são explorados de diferentes maneiras na literatura e nas práticas educativas concretas, mas em geral pautam-se na dimensão física do espaço escolar: dentro ou fora da escola.

Assim, o ensino formal ocorre dentro da escola e caracteriza-se pela “alta institucionalização, gradação cronológica e estrutura hierárquica” (MARQUES; MARANDINO, 2017; PÉREZ; MOLINÍ, 2004, p. 4).

Porém, a escola não tem detém o monopólio da educação, por isso deve haver uma relação de complementaridade entre as modalidades educativas - não para “suprir deficiências”, mas para amplificar as respectivas potencialidades, de forma sinérgica (GUIMARAES; VASCONCELLOS, 2006; MARQUES; MARANDINO, 2017; TRILLA et al., 2003, p. 87-114).

O ensino não formal e o informal ocorrem fora da escola. O ensino não formal envolve instituições, meios e atividades, de caráter plural, organizado e sistemático, com o objetivo de facilitar certos tipos de aprendizagem a subgrupos da população, mas não outorga “graus” como o sistema oficial (GOHN, 2014, p. 40). Já o ensino informal abrange conhecimentos assistemáticos, fragmentados e ocasionais sobre o mundo natural e a tecnologia, potencializados em função do ambiente e de suas possibilidades (LIBÂNEO, 1996, p. 32-37).

Além da questão do local (dentro/fora da escola), o conteúdo e os objetivos das práticas educacionais também podem ser levados em conta nesta classificação, o que gera sobreposições das diferentes modalidades.

A educação não formal, por exemplo, é um tipo de educação intencional, metódica e com objetivos definidos, mas que apenas não se circunscreve à escola. Por isso, pesquisadores sugerem a existência de um *continuum* entre elas (CATARINO, 2017; GOHN, 2014, p. 40; MARQUES; MARANDINO, 2017; TRILLA et al., 2003, p. 11).

2.6.5 Formulação de teses

Para Jullien (2010, p. 185-190), a tarefa de formular teses passa pela defasagem de linguagens (entre povos e culturas variadas, entre a linguagem cotidiana e a científica). Ao invés de combatidas ou homogeneizadas, essas defasagens constituem “resistências” contra a perda de “formas culturais e coerências de pensamento que poderiam contribuir para o desenvolvimento, como um porvir do cultural e do pensável”.

À luz desta interpretação, é necessário o estímulo ao “trabalho inventivo do pensamento com vistas a instaurar-nos a todos nós como sujeitos possíveis, culturais”, capazes de cocriar soluções para problemas complexos de nossa sociedade. É preciso, portanto, pensar novas formas de produzir conhecimento com base em outros olhares e colaborar na reinvenção da vida social (LOPES, 2008, p. 85-94).

Segundo Rajagopalan (2013, p. 22), “a atividade de formular teorias é algo que se dá como parte de uma prática social”. Santos (2009, p. 45) denomina este processo de “imaginação epistemológica”, pois requer abertura epistemológica a diferentes saberes (muitos deles ignorados por uma racionalidade que exclui boa parte das experiências sociais disponíveis ou possíveis no mundo, por não serem as hegemônicas) e o questionamento das bases de nossa própria racionalidade (que formula, justifica ou favorece frações da realidade em detrimento de outras).

3 METODOLOGIA

A preocupação com o desenho metodológico emerge de estudos realizados sobre e nas salas de aula, que evidenciaram que o mero planejamento de atividades não é suficiente para garantir o sucesso da aprendizagem, mas que a linguagem e a dinâmica discursiva das interações em sala de aula também são de grande relevância (MORTIMER, 2002). Além disso, o “bom uso da teoria ajuda a delimitar o desenho eficaz de um estudo de caso e a generalizar os resultados subsequentes” (MEIRINHOS, 2010).

Por isso, foi adotada uma abordagem qualitativa, de natureza interpretativa e do tipo estudo de caso.

Segundo Minayo (1997), a pesquisa de abordagem qualitativa trabalha com o universo de “significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, em um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos não reduzível à operacionalização de variáveis, como na pesquisa quantitativa”. Em específico, na investigação qualitativa aplicada à educação, o investigador é um educador que pretende melhorar sua prática pedagógica, a partir da premissa de que todos têm potencial para mudar o meio, a si mesmo e tornarem-se agentes de mudança (ALVES; CALDEIRA, 2005; BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 20-34).

Em especial, na pesquisa de abordagem qualitativa de natureza interpretativa busca-se a interpretação, em lugar da mensuração; valoriza-se a indução e assume-se que fatos e valores estão intimamente relacionados, pois a postura neutra do pesquisador é tida como inaceitável. Em seu acontecer natural, defende uma visão holística dos fenômenos, levando em conta todos os componentes de uma situação em suas interações e influências recíprocas (SILVEIRA; BAZZO, 2009).

Dentre os estudos de natureza interpretativa, Yin (2001, p. 32) apresenta o estudo de caso como uma investigação empírica sobre um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto real, especialmente quando fronteiras entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidas. Outros autores descrevem o estudo de caso como uma estratégia de investigação que pode ser desenvolvida ora a partir de um caso bem definido/concreto (um indivíduo, um grupo, uma organização), ora de um caso menos definido/abstrato (decisões, programas, processos de implementação, mudanças organizacionais) (GOMÉZ *et al.*, 1996, p. 1-15; STAKE *et al.*, 1999, p.11-15).

Outro aspecto do estudo de caso é a possibilidade de generalizações ou extrapolações. Embora a finalidade primária dos estudos de caso seja tornar compreensível o caso em si, por meio da particularização, pode-se também fazer “pequenas generalizações” (inferências internas sobre o caso) e “grandes generalizações” (para casos não estudados ou para modificar generalizações pré-existentes), sempre levando em conta as similaridades das condições particulares e contextuais de cada situação e a existência de uma teoria prévia (MEIRINHOS, 2010).

Ainda, Bogdan e Biklen (1994, p. 52) classificam os estudos de caso quanto ao número de casos em estudo: únicos ou múltiplos. Segundo eles, o estudo de múltiplos casos oferece resultados mais convincentes, pois permite contrastar respostas parciais de cada caso analisado e, em caso de conclusões similares, a possibilidade de generalização aumenta. Nesse sentido, ter no mínimo dois casos em estudo deve ser uma meta (MEIRINHOS, 2010; GOMÉZ *et al.*, 1996, p. 1-15).

4 APLICAÇÃO 1 – ENSINO MÉDIO

4.1 Caracterização dos sujeitos de pesquisa

O RPG Minérios em Jogo foi proposto a estudantes do 3º ano do Ensino Médio de uma Escola Técnica Estadual (ETEC) situada em Lorena/SP. A turma contava com vinte e cinco alunos e o projeto foi desenvolvido ao longo do 3º e 4º bimestres de 2016, em aulas semanais de 50 minutos cada, disponibilizadas pelo professor de Química da instituição.

Os quadros seguintes apresentam a correlação entre as competências e habilidades preconizadas para o ensino de Química, disciplina em cuja carga horária o RPG foi aplicado, e a Aplicação 1. O Quadro 1 estabelece correlação entre a pesquisa e as Diretrizes Curriculares Nacionais (BRASIL, 2004).

Quadro 1 – Correlação entre competências e habilidades (BRASIL, 2004) e esta pesquisa

Competências e habilidades	Descrição	Relação com a pesquisa
Comunicação e expressão	Reconhecer e usar a linguagem química; analisar e interpretar textos científicos; buscar informações, argumentar e posicionar-se criticamente.	Uso de materiais (artigos, infográficos, vídeos) fornecidos como subsídios para as ações dos personagens do RPG.
Compreensão e investigação	Identificar variáveis relevantes e regularidades; estabelecer relações; articular conhecimento químico com outras áreas do saber.	Uso de mapas conceituais para identificar a compreensão de conceitos e o estabelecimento de relações com conhecimentos não científicos.
Contextualização e ação	Compreender ciência e tecnologia como integrantes da cultura humana contemporânea; reconhecer e avaliar o desenvolvimento da Química e sua presença no mundo cotidiano, seus impactos na vida social, bem como o identificar o caráter ético do conhecimento científico/ tecnológico e utilizá-lo no exercício da cidadania.	Contribuição para compreensão da ciência por meio da interpretação de personagens que são patrimônios culturais locais, entendendo a relação entre diferentes atores sociais e desenvolvimento científico e tecnológico.

Fonte: Elaborado pela autora.

O Quadro 2 apresenta outra correlação, agora entre a pesquisa e os conteúdos e habilidades do currículo de Química do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2010, p. 130-131), referentes ao período de aplicação do RPG (segundo semestre do 3º ano do Ensino Médio).

Quadro 2 – Correlação entre conteúdos e habilidades (SÃO PAULO, 2010) e esta pesquisa

Conteúdos	Habilidades	Relação com a pesquisa
Perturbação da biosfera pela produção, uso e descarte de materiais e sua relação com a sobrevivência das espécies vivas.	Reconhecer perturbações na biosfera causadas pela poluição das águas e do ar, além de outras ocasionadas pelo despejo direto de dejetos sólidos	Perturbações na biosfera causadas pelas atividades de mineração e pela destinação inadequada de seus rejeitos.
Ciclos biogeoquímicos e desenvolvimento sustentável.	Avaliar custos e benefícios sociais, ambientais e econômicos da transformação e da utilização de materiais obtidos pelo extrativismo.	Avaliar custos e benefícios sociais, ambientais e econômicos da transformação de minérios obtidos de modo rudimentar (garimpos de ouro) e em larga escala (extração de minério de ferro e de nióbio).
Poluição atmosférica, poluição das águas por efluentes urbanos, domésticos, industriais e agropecuários.	Organizar conhecimentos e aplicá-los para avaliar situações-problema relacionadas a desequilíbrios ambientais e propor ações que busquem minimizá-las ou solucioná-las.	Organizar conhecimentos e aplicá-los para avaliar situações-problema referentes a desequilíbrios ambientais decorrentes do processo produtivo da mineração e propor ações que as minimizem ou solucionem.

Fonte: Elaborado pela autora.

O documento propõe o tema direcionador “atmosfera, hidrosfera e biosfera como fontes de materiais para uso humano” por meio do qual se espera que o aluno construa conhecimentos e representações próprias sobre processos de obtenção de materiais a partir destas fontes, identifique poluentes e perturbações nesses sistemas causados por ações humanas, e avalie ações corretivas e preventivas.

4.2 Elaboração do RPG Minérios em Jogo

4.2.1 Tema

Por isso, o evento do rompimento da barragem de Mariana/MG foi escolhido como tema que pusesse em contato os diferentes personagens do jogo e seus respectivos interesses, de modo a incentivar conflitos cognitivos nos estudantes.

Contribuiu, também, o fato de o rompimento da barragem estar completando um ano ao longo do período da primeira aplicação do projeto. Assim, a repercussão midiática do aniversário deste evento pôde cumprir a função de organizador prévio (RIBEIRO; SILVA; KOSCIANSKI, 2012) para o desenvolvimento das atividades.

Inúmeros são os registros de rompimentos de barragens que desencadearam agravos ao longo do século XX, em países como EUA, França e Itália. No Brasil, graves acidentes com barragens vêm se repetindo com alarmante frequência. Em junho de 2001, a barragem de Nova Lima/MG rompeu-se, deixando mortos e um rastro de destruição que atingiu 43 hectares, incluindo córregos e áreas de preservação da Mata Atlântica. Dois anos depois, um reservatório de lixo - rejeito da produção de celulose - rompeu-se em Cataguases, município na região da Zona da Mata, deixando cerca de 600.000 pessoas com abastecimento de água comprometido em três Estados. Também na Zona da Mata, em 2007, a barragem da Mineradora Rio Pomba Cataguá rompeu-se, desalojando aproximadamente 4.000 moradores da cidade de Miraf. No ano de 2014 houve o rompimento de uma barragem desativada da Herculano Mineração enquanto funcionários desta empresa faziam a manutenção do talude. Ainda, muitos acidentes similares não chegam a ser divulgados pela mídia (BRASIL, 2005).

É provável, no entanto, que a maior tragédia socioambiental do país tenha iniciado em 5 de novembro de 2015, com o rompimento da barragem do Fundão, pertencente à *joint venture* Samarco-Vale-BHP Billiton. A lama de rejeitos estendeu-se por toda uma bacia hidrográfica até a foz, na região costeira do Espírito Santo, constituindo um evento de difícil mensuração das violações de direitos e dos agravos socioambientais já estabelecidos e em curso. Uma diversidade de culturas e identidades comunitárias usufruía da bacia hidrográfica do Rio Doce, como bem material e/ou simbólico e por isso encontra-se atualmente em situação de extrema vulnerabilidade (LACAZ *et al.*, 2017).

4.2.2 Personagens

No RPG, os personagens podem ser de dois tipos: jogadores ou não-jogadores - estes, mais conhecidos pela expressão *Non-Player Characters* (NPC).

A diferença entre as duas categorias está na capacidade de intervir no jogo. Enquanto os personagens-jogadores podem agir, tomar decisões com base nas informações disponíveis, os NPC são episódicos, contribuem com dados importantes, mas não podem “agir”, isto é, ser interpretados por nenhum jogador.

O RPG, portanto, pode ser elaborado de forma a conjugar personagens jogadores e não jogadores, ou então contar apenas com personagens jogadores.

Nesta Aplicação 1, foram escolhidas quatro instituições da cidade de Lorena para serem quatro personagens-jogadores do RPG. A princípio, a seleção destas instituições foi feita a partir da perspectiva do patrimônio cultural, porque cada uma delas abriga, a seu modo, “objetos que testemunham o desenvolvimento científico e tecnológico, incluídas as construções arquitetônicas” (GRANATO; LOURENÇO, 2011); “objetos e ações referentes à identidade de uma sociedade” (SOARES, 2003, p. 15-31); “bens cujo usufruto ampliou-se para dimensões planetárias” (CHOAY, 2011, p. 120-133); e ainda “bens de natureza material e imaterial, portadores de referência à identidade, à ação e à memória da sociedade brasileira” (BRASIL, 1988, art. 216).

Posteriormente, a perspectiva geográfica de Milton Santos trouxe a compreensão de que as formas (neste caso, as instituições) não são o “envoltório inerte dos instantes que marcam a evolução da sociedade global, mas a condição para que a História se faça” (SANTOS, 2008, p. 62). Ou seja, a significação de cada lugar só seria encontrada dentro do conjunto de lugares que formam o espaço total, e só assim poderia oferecer contribuições para a alfabetização científica em sentido estendido. Nas palavras do autor (SANTOS, 2008, p. 59):

A sociedade se exprime através de processos, que, por sua vez, desdobram-se através de funções, enquanto estas se realizam mediante forma. Tais formas, sem as quais nenhuma função se perfaz, são objetos, formas geográficas, mas podem também ser formas de outra natureza, como, por exemplo, formas jurídicas. No entanto, mesmo essas formas sociais não geográficas terminam por espacializar-se, geografizando-se.

A turma de alunos se dividiu em quatro equipes e cada uma delas interpretou um personagem, a partir das informações fornecidas nas respectivas Fichas de Personagem (Apêndice B). As instituições escolhidas foram:

- **Instituto de Estudos Valeparaibanos (IEV)**

Fundado em 30 de junho de 1973 em Guaratinguetá/SP, e posteriormente transferido para o Centro Universitário Salesiano de Lorena/SP, o IEV é uma entidade cultural sem fins lucrativos, cuja missão institucional é a defesa do patrimônio ambiental, histórico e cultural, bem como a centralização dos estudos e pesquisas referentes à região do Vale do Paraíba.

Dentre suas finalidades está a manutenção de bibliotecas, arquivos, filmoteca e mapoteca, além da promoção de simpósios, congressos, seminários, cursos e pesquisas em sua região de abrangência (IEV, 2010).

O Instituto de Estudos Valeparaibanos personifica no jogo as comunidades cujas identidades, experiências de vida e memória social estejam fortemente conectadas à paisagem. Personifica, também, uma percepção ambiental que extrapola o que é natural e palpável, e alcança as práticas cotidianas e o sentimento de pertencimento.

- **Instituto Uka – Casa dos Saberes Ancestrais**

Concebido por um grupo de profissionais indígenas e nãoindígenas com o intuito de prestar serviços educacionais referentes à temática indígena e afro brasileira no currículo escolar brasileiro, o Instituto Uka tem a missão de promover a consciência da presença e da importância das culturas indígenas na formação da identidade brasileira. Este propósito é desenvolvido por meio da qualificação de gestores, educadores e estudantes; da realização e divulgação de pesquisas, estudos e documentos; de cursos presenciais e on-line, mesas-redondas, debates, seminários; e da qualificação de jovens indígenas para o exercício do magistério com abordagens e metodologias específicas (UKA, 2018).

O Instituto Uka oferece um espaço permanente de atendimento ao público em Lorena/SP (no qual funciona a Biblioteca Bartolomeu Campos de Queiroz, voltada ao público infantil) a fim de facilitar o acesso aos projetos e programas da instituição.

No âmbito do RPG, o Instituto Uka representa questões como os territórios indígenas não demarcados, que oferecem grande insegurança às populações indígenas - e mesmo os demarcados, alvos de constantes invasões e apropriações, notadamente para a pecuária e a extração de minérios - além de aspectos simbólicos, como a concepção do Rio Doce para o povo Krenak, relatada em entrevista pelo cacique Leonir Boka (LACAZ *et al.*, 2017; TORRE; CAMPOREZ, 2017):

A lama atingiu até o nosso jeito de pensar, o dia de amanhã. A gente vive um dia após o outro. O rio era um meio forte onde se praticava a cultura, e hoje não pode ser praticado mais. A gente fazia as caçadas, ritual sagrado com nossos velhos nas ilhas do Watu. Assim como o Rio Doce morreu, nossa cultura vai morrendo.

E ainda (TORRE; CAMPOREZ, 2017):

Mesmo que o homem branco conseguir a tecnologia, é difícil acreditar que um dia vai trazer o rio de volta. Os índios estão muito tristes. Muitos não conseguem nem sair de casa depois que o Watu morreu. Ficamos sem identidade de índio.

- **Floresta Nacional de Lorena (FLONA)**

A FLONA Lorena é uma área institucionalizada para a preservação e a conservação da flora, da fauna e dos recursos hídricos, que integra o conjunto de unidades de conservação da Mata Atlântica declarada em 2008 pela UNESCO como Reserva da Biosfera.

Sua missão é promover o uso múltiplo e sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas. Esta tarefa se desdobra em ações de: garantia da proteção dos recursos hídricos, das belezas cênicas e dos sítios históricos e arqueológicos; fomento ao desenvolvimento da pesquisa científica básica e aplicada, educação ambiental e das atividades de recreação, lazer e turismo; e o fortalecimento de Conselhos Consultivos com representantes de órgãos públicos, organizações da sociedade civil e populações tradicionais (ICMBIO, 2016).

A FLONA, no RPG, personifica a necessidade de preservação, conservação ou reconstituição de inúmeras ambientes, inclusive unidades de conservação, atingidos pela dispersão dos rejeitos ao longo da bacia hidrográfica do Rio Doce e da área litorânea do Espírito Santo. Apenas neste Estado, quatro unidades de

conservação federais, além de seis estaduais e sete municipais foram direta ou indiretamente impactadas. Nesse sentido, por onde o rejeito passou, deixou um material denso e amarronzado que se acumulou nas margens e tende a causar assoreamento, dificultar a reconstituição da vegetação ripária e a favorecer a retomada da contaminação no período de chuvas (LEMM; LEIDETEC; GIAIA, 2016).

- **Escola de Engenharia de Lorena (EEL)**

A EEL é uma instituição de ensino superior que integra a Universidade de São Paulo (USP). Sua missão é o exercício de atividades de ensino, pesquisa e extensão universitária, sendo a pesquisa notadamente voltada a áreas de interesse estratégico para o país, como biotecnologia industrial, metais refratários, química e meio ambiente (SÃO PAULO, 1991).

No RPG, a EEL personifica esforços da comunidade científica em posicionar-se a favor de uma ciência cidadã, alinhada aos processos participativos de produção de conhecimento, em detrimento de uma ciência “neutra e objetiva”, produtora de indicadores para os “tomadores de decisão”. Para tanto, estabelece uma aliança com movimentos sociais que buscam conhecer os territórios e as tragédias que decorrem do desenvolvimento, mas também sistematizar denúncias e promover experiências de transformação (LACAZ *et al.*, 2017). Enfrenta, por isso, pressões para o uso social do conhecimento que requerem, por sua vez, adaptações de estrutura e de financiamento - tendo como referência o mundo, mas mantendo o foco no Brasil (CHAIMOVICH, 2000):

Solidificar o sistema de C&T [ciência e tecnologia] não determina o desenvolvimento por si só, mas deve estar relacionado aos sistemas nacionais de inovação, com a incorporação de valor a produtos de exportação, com a solução de graves problemas de distribuição de renda e com o acesso a saúde no país.

4.2.3 Narração

O RPG é um jogo conduzido por um narrador, também chamado de mestre, que propõe situações com base nas quais serão tomadas as decisões (ou ações) por parte dos jogadores. Para melhor compreender o papel da narração, a pesquisadora assistiu encontros (sessões) de RPG na unidade do Serviço Social do Comércio (SESC) de Taubaté/SP, nos dias dez e vinte e quatro de setembro de 2016 para presenciar.

Nestas sessões, o mestre conduzia a narrativa propondo situações para as quais o jogador deveria tomar uma decisão com base em suas habilidades inatas e nos recursos de que dispunha. Esta decisão era transmitida a todos, oralmente, e enquanto este jogador fazia anotações em uma ficha previamente fornecida (ficha do personagem), a sessão prosseguia com as ações dos jogadores subsequentes. O contexto e as decisões tomadas anteriormente pelos personagens eram constantemente recapitulados, para evitar que os jogadores tomassem decisões desconexas da realidade do jogo e garantir que todas as ações influíssem igualmente no prosseguimento. As duas sessões contaram com onze participantes, dois deles iniciantes na atividade.

Após o encerramento, a pesquisadora conversou com o narrador. Ele informou que a constante retomada do contexto da história, e das habilidades e recursos detidos pelo jogador da rodada, não é prática rotineira no RPG, mas é recomendada quando há jogadores iniciantes, para auxiliá-los a não fugir do enredo, embora sempre possuam a liberdade de agir em coerência com suas habilidades e com os recursos disponíveis (INFORMAÇÃO VERBAL). Ainda, comentou que um número excessivo de jogadores dificulta o prosseguimento do jogo, dado o aumento da complexidade das decisões a serem tomadas (que devem ser coerentes com as ações prévias dos demais jogadores, havendo, assim, muitas variáveis a considerar) e da possibilidade de dispersão (INFORMAÇÃO VERBAL). Para sanar esta dificuldade, o narrador estava em busca de autorização da unidade para prover um horário complementar para a prática de RPG e, assim, dividir o grupo atual em dois times (INFORMAÇÃO VERBAL).

Assim, na Aplicação 1, a pesquisadora assumiu o papel de narradora e, a cada sessão (rodada), novas intervenções eram propostas aos personagens. O professor da turma foi orientado a não realizar intervenções no decorrer das atividades.

4.2.4 Cenário

O cenário, pano de fundo para o desenvolvimento do jogo, foi definido como a cidade de Lorena/SP, na qual estão situadas as instituições-personagens e onde foi aplicado o projeto. No entanto, à luz do tema “mineração”, foi preciso planejar como esse cenário comportaria discussões entre os personagens em torno da questão mineradora. Planejou-se então que Lorena seria a sede de uma investigação sobre impactos da atividade mineradora no passado (século VIII, período de intenso garimpo de ouro em Minas Gerais, ao qual remeteram as Sessões 1 e 2), no presente (extração e beneficiamento de minério de ferro, também em Minas Gerais, ao qual remeteu a Sessão 3) e no futuro (exploração sustentável de nióbio em Minas Gerais e na região Amazônica, ao qual remeteu a Sessão 4), e em que cada personagem deveria contribuir com informações relevantes para ampliar a compreensão dessa temática.

Ainda durante as sessões acompanhadas no SESC Taubaté/SP, observou-se que o RPG era conduzido oralmente pelo narrador. Esta opção foi corroborada por relatos de *blogs* consultados, em que se verificou que a argumentação inerente ao RPG pode ser mediada de diferentes formas: por plataformas específicas, como *RRPG Firecast*, *Fantasy Grounds II*, *Roll20*, *Talukko* (TOTAL RPG, 2015); por tabuleiros físicos, como *Rifts*, *Mundo das Trevas*, *Traveller*, *Call of Cthulhu*, *Savage Worlds* (STAMATO, ?); pela adoção da vestimenta dos personagens, à semelhança de um teatro (CATRACA LIVRE, 2016); por *chats* de redes sociais (ÁSBEL, 2015), verbalmente (NUNES, 2004), ou ainda por qualquer outro modo definido em comum acordo entre os participantes.

Assim, na Aplicação 1 optou-se por utilizar mapas conceituais como plataforma para o RPG. Por isso, parte do Questionário Diagnóstico elaborado para a Aplicação 1 procurou avaliar a compreensão de mapas conceituais por parte dos estudantes, antes do desenvolvimento das sessões de RPG. Essa escolha está alinhada à observação de Souza e Boruchovitch (2010) de que os mapas conceituais não devem ser adotados de forma desligada de uma proposição teórica clara e de metas preestabelecidas, constituindo, assim, um meio e não um fim em si mesmo.

Além disso, quando empregados no ensino, os mapas conceituais podem ser utilizados na avaliação, permitindo identificar padrões de aprendizagem significativa (NOVAK; CAÑAS, 2010).

Dentre as possibilidades de avaliação de mapas conceituais compiladas por Silva (2015) em revisão sobre o assunto, é possível delinear duas vertentes para a pontuação de mapas conceituais: a adoção da gradação numérica (CRONIN; DEKKER; DUNN, 1982; NOVAK; GOWIN, 1984, p. 1-15) ou da gradação de conceitos, com o uso de termos como “exemplar”, “aceitável”, “adequado”, entre outros (CSFORALL, 2000; DMC, 2004; MCMURRAY, 2014).

4.3 Sequência de atividades

O primeiro encontro com os alunos ocorreu no laboratório de informática da escola, previamente agendado pelo professor de Química. Foi apresentado o projeto de pesquisa e ressaltado que a participação dos interessados seria voluntária. A proposta foi aceita pelos alunos presentes e, então, foi fornecido a todos os estudantes duas vias do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (um do aluno e outro do responsável).

Em data anterior, durante a apresentação desta proposta à escola, já havia sido obtido o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido com a diretor da instituição de ensino e com o docente da turma.

A seguir, foi aplicado um questionário diagnóstico, elaborado e disponibilizado por meio da plataforma Google Forms (GEHRINGER, 2010). A referência (HILL; HILL, 1998) forneceu orientações para a redação e distribuição das perguntas e para conferir maior clareza estética ao questionário. O objetivo era identificar aspectos importantes para a caracterização inicial dos estudantes: percepção sobre a ciência; capacidade de identificar informações solicitadas e de fazer inferências; e compreensão de mapas conceituais. Estes itens constituíram três blocos, totalizando doze questões.

O Bloco 1, referente à percepção sobre a ciência, contou com quatro questões de múltipla escolha, adaptadas de (SERRAO et al, 2016) com base nos dados do Indicador de Letramento Científico (GOMES, 2015). O Bloco 2 incluiu questões dissertativas e de múltipla escolha para verificar a capacidade de localizar informações em diferentes formatos (tabelas, textos, fotografias) e de fazer inferências. O Bloco 3 procurou identificar a compreensão de informações apresentadas em mapas conceituais.

O Quadro 3, a seguir, descreve a sequência didática da Aplicação 1.

Quadro 3 – Sequência de atividades e materiais utilizados em cada rodada do RPG

Contrato pedagógico <u>Data:</u> 30 set. 2016 <u>Duração:</u> 50 minutos	* Apresentação do projeto de pesquisa (5 min); * Breve referência ao enredo (5 min); * Apresentação e preenchimento dos termos de consentimento livre e esclarecido (10 min); * Aplicação do questionário diagnóstico com os participantes (30 min).	<u>Local:</u> Laboratório de informática. <u>Materiais:</u> * Termos de Consentimento Livre e Esclarecido para alunos e responsáveis (Apêndice C). * Questionário diagnóstico elaborado no Google Forms
Sessão 1 <u>Data:</u> 14 out. 2016 <u>Duração:</u> 50 minutos	* Introdução ao enredo e divisão dos alunos em quatro equipes (10 min); * Montagem do mapa conceitual da equipe (10 min) * Possibilidade de substituir termos de ligação (10 min). * Possibilidade do uso de dicas (questões focais auxiliares) (10 min). * Primeira junção dos quatro mapas conceituais em um único (10 min).	<u>Local:</u> Sala de aula. <u>Materiais (um para cada equipe):</u> * Ficha do personagem (Apêndice B) * Artigos científicos e textos jornalísticos. * 1 Conjunto de conceitos. * 1 Conjunto de termos de ligação. * 1 Cartolina
Sessão 2 <u>Data:</u> 21 out. 2016 <u>Duração:</u> 50 minutos	* Retomada do enredo (5 min). * Discussão de trechos dos mapas conceituais (10 min). * Junção final dos quatro mapas conceituais (35 min).	<u>Local:</u> Laboratório de informática. <u>Materiais:</u> * Formulários elaborados no Google Forms. * Cartolinas com os quatro mapas conceituais da Sessão 1
Sessão 3 <u>Data:</u> 4 nov. 2016 <u>Duração:</u> 50 minutos	* Retomada do enredo (5 min) * Apresentação do infográfico referente ao rompimento da barragem de Mariana/MG (15 min). * Proposição da inserção de novos conceitos no mapa conceitual unificado da semana anterior (30 min).	<u>Local:</u> Sala de aula. <u>Materiais:</u> * Reportagem e infográfico (TRINDADE, 2015).
Sessão 4 <u>Data:</u> 11 nov. 2016 <u>Duração:</u> 50 minutos	* Retomada do enredo (15 min) * Solicitação de redação jornalística.	<u>Local:</u> Laboratório de informática. <u>Materiais:</u> * Apresentação Orientações.pdf

Fonte: Elaborado pela autora.

4.3.1 Sessão 1

O enredo por meio do qual as ações foram solicitadas aos jogadores está descrito no Apêndice D. Assim, cada instituição-personagem era responsável por levantar diferentes aspectos sobre o garimpo de ouro.

Os alunos organizaram-se por afinidade em quatro equipes, correspondentes aos quatro personagens do RPG. Foram fornecidos a cada equipe dois conjuntos: um conjunto de conceitos e um conjunto de termos de ligação. Com eles, as personagens deveriam montar um mapa conceitual para manifestar seu posicionamento diante da investigação solicitada (questão focal referente ao garimpo de ouro). Para auxiliar a confecção destes mapas, cada equipe também recebeu uma cópia impressa das referências (Quadro 4), além de orientação sobre a criação de proposições (Conceito 1 → termo de ligação → Conceito 2) em um mapa conceitual, embora a compreensão dos mapas já tenha sido avaliada no Questionário Diagnóstico.

Quadro 4 – Personagens: número de jogadores, questão focal e referências fornecidas

Personagem	Nº jogadores	Questão focal	Referências
EEL USP	6	O que vocês, pesquisadores da EEL USP, têm a nos dizer sobre o garimpo de ouro?	BRABO et al, 1999 (artigo científico) PENSAMENTO VERDE, 2014 (texto jornalístico)
FLONA	4	O que vocês, pesquisadores da FLONA, têm a nos dizer sobre a atividade de garimpo?	BRUM, 2000 (trecho de monografia) SOUZA; BARBOSA, 2000 (artigo científico)
Instituto Uka	7	O que vocês, membros do Instituto Uka, têm a nos dizer sobre o garimpo de ouro?	BRABO et al, 1999 (artigo científico) BRESSANE; BARROS; BARCELOS, 2016 (texto jornalístico)
IEV	8	O que vocês, membros do IEV, têm a nos dizer sobre a atividade de garimpo?	EEL USP, 2015 (texto jornalístico) SOUZA; BARBOSA, 2000 (artigo científico)

Fonte: Dados da pesquisa

Nos primeiros dez minutos de atividade, as equipes contaram apenas com as referências, os conceitos e os termos de ligação fornecidos pela pesquisadora.

Nos dez minutos seguintes, os grupos foram autorizados a propor alternativas aos termos de ligação inicialmente sugeridos, caso julgassem necessário.

Nos dez minutos posteriores, foram fornecidas dicas complementares, isto é, questões focais auxiliares (Quadro 5) para a conclusão da atividade. Apenas o personagem FLONA não fez uso destas questões focais adicionais, pois já havia completado a atividade. Nos minutos finais, as quatro equipes foram mobilizadas em uma primeira tentativa de conjugar os quatro mapas conceituais em um único, global.

Quadro 5 – Quatro questões focais auxiliares (dicas) fornecidas a cada personagem

EEL	1) Quais podem ser os dois tipos de hábitos alimentares dos peixes? 2) Como pode ser determinado o elevado nível de mercúrio em peixes? 3) Quem estabelece o valor de referência para o nível de mercúrio em peixes? 4) Que problema pode ser causado pelo garimpo do ouro?
Instituto Uka	1) Quais as espécies de peixes mais consumidas pelo povo Munduruku? 2) Qual a faixa de concentração de Hg nos peixes mais consumidos pelo povo Munduruku? 3) Em que região do país vive o povo Munduruku? 4) Qual foi o relato feito por Maria Leuza Munduruku, representante do povo Munduruku?
IEV	1) Qual a antiga função da Estrada Real? E qual a atual função? 2) No garimpo, qual componente é adicionado para formar uma liga com o ouro? 3) Qual é a estimativa recente de liberação de Hg na Amazônia, por causa do garimpo? 4) Quais as principais características da atividade de garimpo?

Fonte: Dados da pesquisa

4.3.2 Sessão 2

A proposta foi revisitar os mapas conceituais de cada equipe, elaborados no final da sessão anterior. Desse modo, o enredo conduziu os estudantes, desta vez de forma individual, a confrontar trechos do mapa conceitual de sua própria equipe com enxertos dos mapas conceituais que haviam sido feitos pelos demais grupos.

Esta atividade foi conduzida no laboratório de informática da instituição, local previamente reservado pelo professor da turma a pedido da pesquisadora, para que os estudantes pudessem utilizar computadores com acesso a internet. Foram elaborados quatro formulários – um para cada equipe – utilizando a ferramenta Google Forms (GEHRINGER, 2010).

A primeira tela do formulário compunha-se de quatro itens: uma breve introdução, lida pela pesquisadora a todos como forma de retomar a conexão com o jogo; a fotografia do mapa conceitual da respectiva equipe; a reprodução integral deste mapa, feita pela pesquisadora com uso do software CMaps Tools (NOVAK; CAÑAS, 2010); e a solicitação do nome do integrante da equipe.

As telas seguintes apresentavam questões alternativas, nas quais o aluno deveria optar pela maneira mais adequada, a seu ver, de unir trechos de seu próprio mapa conceitual a trechos elaborados pelos demais grupos (Apêndice E).

4.3.3 Sessão 3

Após retomada do enredo do jogo (Apêndice F), a proposta foi apresentar uma reportagem e um infográfico referentes ao rompimento da barragem de rejeitos do beneficiamento de minério de ferro em Mariana/MG, ocorrido em 2015, e sugerir que, a partir desta nova informação, fossem adicionados novos conceitos ao mapa conceitual inicial de cada equipe, com o objetivo de ampliar a compreensão sobre a diversidade de processos e de impactos da atividade mineradora.

4.3.4 Sessão 4

A última sessão de RPG procurou associar todas as informações discutidas nas semanas anteriores para a confecção de uma reportagem referente ao futuro da exploração de nióbio no Brasil. Os jogadores deveriam comentar o Projeto de Lei nº

5807/13 (BRASIL, 2013) e fazer considerações em relação ao Código da Mineração vigente (BRASIL, 1967).

Esse texto seria hipoteticamente publicado em rede social, dado que a turma de alunos era composta por formandos do curso técnico em informática para a internet.

A sessão foi desenvolvida no laboratório de informática, em que os alunos poderiam acessar o mapa conceitual unificado, elaborado nas semanas anteriores, além de todas as referências apresentadas durante as sessões precedentes e outras que julgassem necessárias.

5 RESULTADOS - APLICAÇÃO 1

5.1 Questionário diagnóstico

Os quadros a seguir reúnem as respostas dadas às questões adaptadas de SERRAO et al. (2016), componentes do Bloco 1 do Questionário Diagnóstico. As questões do Bloco 1 foram propostas com o intuito de identificar nos estudantes participantes certos elementos motivadores em relação ao estudo de ciências, bem como a bagagem trazida por eles em relação ao contato e à busca autônoma de conhecimentos científicos - dado que, como ressaltado no Marco Teórico (item 3.5), a interação com as diversas mídias é fundamental, e muitas vezes precede a contribuição escolar, na formação do letramento científico prévio dos estudantes.

As respostas aos dois primeiros itens da Questão 1 indicam predominância de concordância com os pressupostos de que a ciência seja importante para ampliar a compreensão de mundo e as chances de empregabilidade. Isso corrobora os dados analisados por Serrao et al. (2016) a partir de entrevistas do ILC (GOMES, 2015), ressaltadas evidentemente as diferenças de amostragem, que indicam uma percepção com “discreta tendência favorável” da população em relação à ciência. Essa relativa homogeneidade de pensamento (dada a ausência de respostas discordantes) pode ser atribuída à assimilação da cultura escolar e do discurso midiático ao retratar as aplicações do conhecimento científico e o exercício da pesquisa científica. Porém, nos itens seguintes, que avaliam a propensão individual do participante em inteirar-se de novidades no campo científico, começam a surgir respostas discordantes (um terço delas no item 2, e quase a metade nos itens 4 e 5), seja uma discordância total ou parcial ou mesmo a indiferença. Ainda assim, a proporção de participantes que indica concordar total ou parcialmente com os itens 4 e 5 foi superior à encontrada por Serrao et al. (2016), o que pode ser atribuído ao fato de os sujeitos de pesquisa pertencerem a um curso de nível médio associado ao ensino técnico da área de informática.

As respostas dadas à Questão 1 são apresentadas no Quadro 6

Quadro 6 – Importância de temas científicos e da formação em ciências (nº respostas = 22)

Em relação às afirmações abaixo, você:	Concor- da em parte	Concorda totalmente	Não concorda nem discorda	Discorda em parte	Discorda totalmente
A ciência me ajuda a compreender o mundo em que vivo	10	10	2	0	0
Quem tem formação na área científica tem asseguradas boas oportunidades de trabalho	11	6	5	0	0
Procuro estar sempre informado sobre as novidades no campo da ciência e da tecnologia	10	5	2	2	3
Gosto de ler textos sobre temas científicos	9	4	6	2	1
Sempre gostei de estudar ciências	8	5	5	3	1

Fonte: Dados da pesquisa.

Ainda no Bloco 1, a Questão 2 foi proposta para identificar a predisposição dos participantes em adotar posturas que superem mitos (como a ciência restrita ao campo das ciências naturais e suas tecnologias, a superioridade da ciência frente a outras modalidades de saberes, ou a ciência como fonte exclusiva de malefícios à sociedade). Também foram incluídas considerações sobre aspectos éticos e religiosos, para avaliar como os participantes interligam (ou não) estas questões ao exercício da ciência.

As respostas dadas à Questão 2 são apresentadas no Quadro 7.

Quadro 7 - Limites da contribuição científica, questões éticas e religiosas (nº respostas = 22)

Em relação às afirmações abaixo, você:	Concor- da em parte	Concorda totalmente	Não concorda nem discorda	Discorda em parte	Discorda totalmente
Muitas descobertas da ciência, se mal utilizadas, podem trazer enormes riscos para a humanidade	2	19	1	0	0
A religião pode nos ajudar a entender muitas das coisas que a ciência não é capaz de explicar	8	10	2	1	1
O debate ético é necessário, mesmo quando retarda a aplicação de avanços científicos	6	4	8	2	2
Hoje em dia as pessoas dão valor demais à ciência e pouco à espiritualidade	6	2	6	3	5
A ciência trata apenas dos assuntos de Química, Física, Biologia e Matemática	6	2	6	3	5
Conhecimentos históricos podem contribuir para a compreensão de problemas científicos	9	11	1	1	0
Somente a ciência fornece informações importantes para a tomada de decisões	5	2	4	5	6

Fonte: Dados da pesquisa.

Não houve discordância quanto aos potenciais riscos de descobertas científicas mal utilizadas (item 1). Predominou, também, o entendimento de que a religião tenha papel complementar ao da ciência na explicação do universo (item 2), embora não tenha havido consenso quanto aos diferentes pesos dados à ciência e à religiosidade (item 4). Já quanto à necessidade de debate ético (item 3), cerca de metade dos participantes indicou discordância ou indiferença (o que pode ser atribuído tanto o desconhecimento do que seja debate ético – elemento sugerido nas orientações curriculares, mas em geral ausente das aulas de ciências - ou mesmo o

desprezo por este aspecto). Ressalta-se que não houve interferência da pesquisadora durante todo o período de preenchimento dos questionários. Os participantes indicaram abertura a diferentes saberes, somados à ciência, para a tomada de decisão (item 7), com especial concordância quanto à contribuição de conhecimentos históricos (item 6), embora cerca de dois terços indique concordância ou indiferença/dúvida sobre o que pode ser estudado pela ciência.

Também no Bloco 1, a Questão 3 descreve as fontes de informação mais utilizadas pelos respondentes. É relevante a percentagem, ainda que pequena, de estudantes (já no último semestre do Ensino Médio) que relataram desconhecer publicações como revistas, livros especializados e manuais técnicos, programas de rádio ou de TV especializados, artigos científicos, ou mesmo que alegaram não conhecer museus ou centros de pesquisa. Jornais, revistas, livros e artigos de divulgação científica são acessados ocasionalmente pela maioria dos respondentes. A principal fonte de informações dos respondentes é a internet (cabendo, em futuras pesquisas, identificar com mais precisão quais veículos de internet são os mais acessados). Metade dos estudantes alegou visitar museus ou centros de pesquisa de vez em quando. Há relevante percentagem que alega ter conhecimento sobre artigos científicos do campo da ciência e sobre programas de rádio especializados/*podcasts*, mas que nunca os acessou. Caberia, aqui também, em futuras pesquisas, identificar se esta postura deve-se a dificuldades de acesso a este tipo de conteúdo ou a desinteresse pelo assunto ou pelo formato da mídia. Esse perfil difere bastante dos entrevistados descritos por Serrao et al. (2016), cujas principais fontes de informação continuam sendo as de caráter não digital: prioritariamente jornais (50%), revistas (40%) e livros (28%).

Finalizando o Bloco 1, a Questão 4 elenca diversos temas estudados pela ciência e o respectivo domínio desses assuntos pelos participantes. Em todos os temas, foi baixa a percentagem de temas que os estudantes alegaram conhecer bastante e procurar estarem atualizados. Mesmo o tema Informática e Tecnologia, foco do curso técnico cursado pelos participantes, foi indicado por pouco mais de um quarto deles como de interesse rotineiro para atualização. Cerca de metade dos respondentes indicaram conhecer bastante temas como mudanças climáticas, poluição, evolução das espécies e fontes de energia, em detrimento de temas como novos medicamentos, descobertas arqueológicas, engenharia genética, astronomia e

história do desenvolvimento científico. O único tema com pouca discrepância entre as respostas foi robótica e nanotecnologia, já nos demais houve muita variação, o que pode indicar uma lacuna nas oportunidades de discussão entre pares sobre temas científicos diversos, dentro e fora da escola. As respostas dadas às Questão 3 são apresentadas, respectivamente, nos Quadros 8 e 9.

Quadro 8 - Fontes de informação para temas de natureza científica (nº respostas = 22)

Em relação aos itens abaixo, você:	Não conhece/ Nunca ouviu falar	Já ouviu falar, mas nunca leu ou teve acesso	Acessa de vez em quando	Acessa com frequência e procura estar atualizado
Jornais (impressos ou na internet)	0	2	19	1
Revistas (impressas ou na internet)	2	4	16	0
Livros (literatura, autoajuda, religiosos)	0	4	14	4
Livros sugeridos pela escola/programas de treinamento	0	5	16	1
Livros especializados e manuais técnicos	2	7	12	1
Revistas e artigos de divulgação científica (impressos ou na internet)	1	8	9	4
Blogs/sites/redes sociais/canais no Youtube	0	3	3	16
Programas de TV especializados	1	3	16	2
Artigos acadêmicos no campo da ciência	2	14	5	1
Programas de rádio especializados	6	12	3	1
Museus/ centros de pesquisa	2	8	11	1

Fonte: Dados da pesquisa.

Quadro 9 - Conhecimento sobre temas científicos (nº respostas = 22)

Em relação aos temas abaixo, você:	Não sabe nada/quase nada	Conhece pouco/Apenas ouviu falar	Conhece bastante	Conhece bem e procura estar atualizado
Mudanças climáticas e efeito estufa	1	8	13	0
Informática e tecnologia	0	2	14	6
Poluição, uso de recursos naturais e biodiversidade	2	7	13	0
Evolução das espécies e origem da vida	0	6	11	5
Cura de doenças e novos medicamentos	2	13	7	0
Fontes de energia renováveis	1	8	11	2
Animais pré-históricos, fósseis e descobertas arqueológicas	1	12	7	2
Engenharia genética, organismos geneticamente modificados e transgênicos	2	17	2	1
História do desenvolvimento científico	3	15	3	1
Exploração do universo, buracos negros e quedas de asteroides	3	10	5	4
Robótica e nanotecnologia	6	9	5	2

Fonte: Dados da pesquisa.

O Bloco 2, composto por cinco questões, procurou identificar a capacidade de o estudante localizar informações a partir de diferentes fontes e de fazer inferências válidas a partir delas, tomando por base elementos que viriam a compor o RPG (tema, cenário, personagens).

A Questão 5 (Figura 1) abordou a distribuição de minas de nióbio, assunto pertencente não só ao universo da mineração - que viria a ser explorado posteriormente no RPG - como, de forma mais ampla, ao uso de recursos naturais, apontado na Questão 4 (Quadro 9) como de amplo conhecimento pela maioria dos respondentes. As informações fornecidas estavam contidas em uma tabela.

Figura 1 – Questão 5 do Questionário Diagnóstico

A Tabela 1 apresenta informações sobre as três principais minas de nióbio em funcionamento, duas brasileiras e uma canadense:

Tabela 1. Principais Minas de Nióbio.			
Discriminação	CBMM	Anglo American	Niobec
Localização	Araxá, Brasil	Catalão, Brasil	Chicoutimi, Canadá
Reservas (mil t)	+ 500.000	18.000	20.000
Teores (% Nb)	2,50	1,20	0,65
Mineração	Céu Aberto	Céu Aberto	Subterrânea
Ton/ano de FeNb	90.000	6.700	6.800
Vida Útil da Mina	+ 400 anos	+ 20 anos	+ 18 anos

(Fonte: adaptado de ROSKILL information services LTD, 2009).

O Brasil, sozinho, produz 98% do total de nióbio comercializado no mundo. Na sua opinião, há ou não há informações na Tabela 1 que possam justificar o domínio brasileiro neste mercado? Explique.

Sua resposta

Fonte: Dados da pesquisa

A Questão 6 (Figura 2) foi proposta para despertar a atenção dos participantes para a cidade em que estudam (Lorena/SP), que compôs a rota de escoamento do ouro vindo das Minas Gerais e que viria a compor o cenário do RPG. Para isso, foi solicitada uma inferência a partir da associação entre o texto e a fotografia de um monumento lorenense feita pela autora. Sete alunos citaram que o monumento referia-se à Estrada Real, nomeando-a, enquanto seis mencionaram a relação entre a cidade de Lorena e o Caminho do Ouro no século XVIII. Seis alunos referiram-se ao transporte de ouro, sem maiores especificações. Oito alunos elencaram aspectos não aplicáveis e um não soube responder. Sete alunos associaram dois destes itens e os demais citaram apenas um. Nesse sentido, apenas um terço dos participantes indicaram ter familiaridade com esse período histórico da cidade.

Figura 2 – Questão 6 do Questionário Diagnóstico

<p><i>Os caminhos para as minas no século XVIII</i></p> <p>Situadas no interior do centro-sul, as minas eram localidades de difícil acesso. De São Paulo aos núcleos mineradores a viagem era de sessenta dias. Havia três caminhos de acesso. O que foi aberto por Fernão Dias Pais, passava por Atibaia e Bragança e alcançava a Mantiqueira. O outro, saindo de São Paulo, percorria Itaquapecetuba, Mogi das Cruzes, Jacareí, Pindamonhangaba, Guaratinguetá e Lorena para chegar às três principais regiões mineradoras: Ribeirão do Carmo, Ouro Preto e Rio das Velhas. Um terceiro caminho passava por Mogi-Guaçu e correspondia, grosso modo, ao traçado da Estrada de Ferro Mojiana, hoje desativada.</p> <p>Na sua opinião, o que significa este monumento, situado na região central de Lorena?</p> <p>Sua resposta</p>
---	---

Fonte: Dados da pesquisa

As respostas dissertativas dadas à Questão 5 (Figura 1) e à Questão 6 (Figura 2) estão reproduzidas, respectivamente, nos Apêndices G e H. As respostas indicam que a maioria soube identificar a informação explícita sobre o tamanho das reservas como um fator que justifica o domínio brasileiro no setor. Um terço dos respondentes indicou, também, os aspectos da vida útil e da facilidade de extração das minas de céu aberto em relação às subterrâneas. Apenas três mencionaram o teor de nióbio do minério brasileiro como outro fator. Nenhum participante identificou os quatro fatores concomitantemente, cinco alunos fizeram referência a três aspectos, quatro alunos elencaram dois aspectos e oito alunos citaram apenas um aspecto. Cinco alunos, cerca de um quarto dos participantes, não soube citar nenhuma justificativa.

Ainda no Bloco 2, a Questão 7 (Figura 3) consistia em assistir a um vídeo, com 4'02" de duração, sobre o processo de extração e beneficiamento inicial do minério de ferro (VALE, 2013). Então, era solicitada uma informação, que aparecia por escrito durante o vídeo. A questão foi proposta com intuito de avaliar a capacidade de concentração e foco para solucionar um desafio. Era possível reproduzir o vídeo e observar as opções de resposta simultaneamente, bem como

reexibir o vídeo sem ter que abandonar a questão. Oito alunos, cerca de um terço dos participantes, acertaram a questão, marcando a opção “britagem”.

Figura 3 – Questão 7 do Questionário Diagnóstico

Assista ao vídeo "Extração de minério de ferro":

Em qual das etapas do processo, descrito no vídeo, ocorre a diminuição do tamanho das partículas de minério de ferro para menos de 20mm de diâmetro?

☐ Extração

☐ Peneiramento

☐ Transporte

☐ Estocagem

☐ Britagem

☐ Recuperação

☐ Correias

Fonte: Dados da pesquisa

Já na Questão 8 (Figura 4) visava avaliar a capacidade de associar conhecimento conceitual de química a um texto jornalístico. Assim, o aluno era estimulado a observar a estequiometria de uma equação química dada e, a partir dela, opinar sobre o texto disponibilizado (VALE, 2003).

Figura 4 – Questão 8 do Questionário Diagnóstico

“O Nb_2O_5 é encontrado na estrutura do mineral *pirocloro* e utilizado na produção do metal nióbio.

Em casos como o do Nb_2O_5 , mesmo em temperaturas da ordem de 1500°C , não é possível remover o oxigênio pela reação com C(s) ou pelo CO(g) .

Dentre os possíveis métodos para remoção do oxigênio, encontra-se a *aluminotermia*, que é a reação de um óxido com o alumínio metálico.

Este processo só é utilizado como alternativa industrial quando o metal a ser produzido tem um alto valor econômico, já que se gasta muito alumínio nessa reação.

Equação balanceada:

$$0,6 \text{ Nb}_2\text{O}_5 + 2 \text{ Al} \rightarrow 1,2 \text{ Nb} + \text{Al}_2\text{O}_3 + 567,72 \text{ kJ/mol (calor liberado pela reação)}$$

Observando a equação balanceada, você concorda ou discorda da afirmação: “se gasta muito alumínio nesta reação”?

☐ Concordo
 ☐ Não concordo nem discordo
 ☐ Discordo

Fonte: Dados da pesquisa

Metade dos alunos não soube opinar e quatro discordaram da afirmação, indicando incapacidade de associar a estequiometria da reação ao elevado consumo de alumínio metálico afirmado no texto. Sete respondentes concordaram com a afirmação, acertando a questão.

Encerrando o Bloco 2, a questão 9 (Figura 5) visava avaliar a capacidade de extrair informações a partir de um gráfico, também referente à temática da mineração. A maioria dos respondentes (dezenove) optou pela resposta esperada (“favorável”), indicando adequada leitura do gráfico. Houve questionamento de um aluno, em particular, sobre o significado de “saldo”, e foi fornecido este esclarecimento a todos os participantes.

Figura 5 – Questão 9 do Questionário Diagnóstico

Fonte: Dados da pesquisa

O Bloco 3, composto pelas questões 10 a 12, referia-se à interpretação de mapas conceituais, que viriam a ser utilizados como suporte para registro das ações dos jogadores ao longo do RPG.

A questão 10 (Figura 6) visava identificar a capacidade de interpretação de mapas conceituais e de transpor informações fornecidas neste formato para um texto escrito. Dessa forma, foram solicitadas respostas dissertativas para a diferença entre veios e pepitas, levando em conta a informação do mapa conceitual anexo. As respostas dissertativas fornecidas para a Questão 10 são reproduzidas integralmente no Apêndice I. Dezenove estudantes souberam justificar a diferença por escrito, enquanto três não responderam a questão.

Figura 6 – Questão 10 do Questionário Diagnóstico

Fonte: Dados da pesquisa.

Já na questão 11 (Figura 7) esperava-se que o aluno assinalasse as fotos, coloridas, correspondentes a veios de ouro, a partir da definição de “veios” apresentada pelo mapa conceitual anexo. Era necessário, portanto, compreender o significado de “veios”, acessar eventuais conhecimentos prévios sobre o assunto e relacionar esse conhecimento com as imagens fornecidas.

Figura 7 – Questão 11 do Questionário Diagnóstico

Observe o mapa conceitual abaixo: *

```

graph TD
    Ouro([Ouro]) -- na forma de --> Substancia([substância simples])
    Substancia -- encontrado em --> Veios([veios])
    Substancia -- encontrado em --> Pepitas([pepitas])
    Veios -- são --> Incrustacoes([incrustações])
    Incrustacoes -- encontradas em --> Rochas([rochas])
    Pepitas -- são --> Grãos([grãos ou palhetas])
    Grãos -- encontrados em --> Leito([leito de rios])
    Grãos -- podem ter --> Volumes([grandes volumes])
  
```

Assinale apenas as imagens que correspondem, na sua opinião, a “veios” de ouro:

☐ Opção 1

☐ Opção 2

☐ Opção 3

☐ Opção 4

Fonte: Dados da pesquisa.

A maioria dos participantes (dezesseis) apresentou respostas de acordo com o esperado (cinco associando as opções 1 e 4, sete assinalando apenas a opção 4, e quatro escolhendo apenas a opção 1), indicando habilidade em utilizar informações provenientes de mapas conceituais. Outros seis alunos selecionaram, respectivamente, as opções 1 e 3 (duas respostas); as opções 2, 3 e 4 (duas respostas); as opções 3 e 4 (uma resposta) e apenas a opção 3 (uma resposta). Na questão 12 (Figura 8), por sua vez, foi proposta a escolha da opção que complementaria de forma mais adequada o mapa conceitual, a partir da informação fornecida pelo texto anexo. A resposta esperada (opção “c”) foi selecionada por nove respondentes; a opção “b”, por oito; a opção “d”, por três; a opção “a”, por dois; e a opção “e” não foi selecionada por nenhum respondente. Essa variação indicou que a seleção de termos de ligação pode ser uma dificuldade na expressão de ações ao longo do RPG por meio de mapas conceituais, e por isso a estratégia das sessões das semanas seguintes foi revista de modo a incluir a possibilidade de os jogadores alterarem termos de ligação fornecidos no jogo e incorporarem outros, de acordo com seu entendimento do assunto em discussão naquela rodada do RPG.

Figura 8 – Questão 12 do Questionário Diagnóstico

“A atividade de mineração é um dos meios pelos quais os metais entram no ambiente. Depósitos de rejeitos e pilhas de estéril, decorrentes de atividades de mineração, podem ser fontes de contaminação ambiental, pela presença de metais pesados e arsênio.” Parte desta informação é apresentada na forma de mapa conceitual: *

Se você precisasse inserir o trecho "pela presença de metais pesados e arsênio" a este mapa conceitual, qual das opções seria, na sua opinião, a mais adequada?

Fonte: Dados da pesquisa

5.2 Sessão 1

Para identificar com maior profundidade a compreensão de cada equipe em relação aos conceitos usados na montagem dos mapas, foi selecionado o trabalho de Novak e Gowin (1984), cujo enfoque está na qualidade de cada proposição, hierarquia, ligação cruzada ou exemplos incluídos. Os mapas conceituais produzidos pelas quatro equipes durante a Sessão 1 foram avaliados conforme os critérios do Quadro 10.

Quadro 10 – Avaliação de mapas conceituais segundo Novak e Gowin (1984)

Item	Descrição	Pontuação sugerida
Relações válidas	Proposições que estabelecem relações coerentes entre conceitos	1 ponto por relação válida.
Hierarquia	Conceito mais específico subordinado a um mais geral (acima)	Cada hierarquia: 5 pontos.
Ligação Cruzada (LC)	Conexões significativas entre diferentes segmentos da hierarquia de conceitos do mapa	LC válida e significativa: 10 pontos. LC válida, mas que não sintetiza as proposições relacionadas: 2 pontos. Sem LC: 0 ponto.
Exemplos	Eventos científicos ou objetos, instâncias válidas daquelas designadas pelo rótulo de conceito	1 ponto para cada exemplo inserido.

Fonte: Dados da pesquisa

Os mesmos mapas conceituais foram novamente avaliados, agora com base em trabalhos de abordagem generalista, que foram normalizados em uma escala com quatro categorias, de acordo com os critérios e as gradações propostas pelos autores McMurray (2014) (exemplar, bom, aceitável, inaceitável); e DMC (2004) (excelente/bom, adequado, marginal, inadequado). Essa escala é apresentada no Quadro 11. O início desta segunda avaliação foi feito com a equipe EEL USP, como apresentado na sequência.

Quadro 11 – Escala de avaliação dos mapas conceituais

Aspectos avaliados	Proficiente	Básico	Insatisfatório	Rudimentar
Estrutura [1]	É não linear e fornece imagem muito completa ou completa das ideias	Linear, capaz de fornecer imagem das ideias.	Não linear, com algumas relações entre ideias	Inapropriada
Relação [1]	Há indicação da importância relativa de ideias e relações simples e complexas foram eficazmente mapeadas.	Há indicação da importância relativa de ideias e relações simples são mapeadas	Importância relativa de ideias é evidente, mas não muito distintiva; relações são claras, mas há lacunas	Não há diferenciação entre ideias e não se evidencia relações significativas.
Exploratória [1]	Demonstra pensamento complexo ou eficaz e com relações significativas entre ideias, temas e conceitos.	Pensamento definitivo e certa relação entre ideias, temas e conceitos.	Algum pensamento sobre relações entre ideias, temas e conceitos.	Processo de pensamento não é claro.
Comunicação [1]	Informação presente e permite alto ou bom nível de compreensão.	Informação presente e permite nível básico de compreensão.	Informação presente e permite alguma compreensão.	Informação não está clara e é muito difícil a compreensão.
Conectividade [2]	Todos os conceitos estão interligados com vários outros.	A maioria dos conceitos está ligada	Vários conceitos estão ligados.	Alguns conceitos estão ligados.
Uso de ligações descritivas [2]	Ligações são sucintas e precisas ao descrever as relações.	Ligações são descritivas e válidas em sua maioria.	Algumas ligações são pouco claras, vagas e com relações inválidas.	Ligações vagas e com relações inconsistentes.
Desenvolvimento ao longo do tempo [2]	Mapa com considerável progressão cognitiva e profundidade de compreensão do assunto	Alguma progressão cognitiva e profundidade ; de compreensão	Mínima progressão cognitiva e pouca profundidade de compreensão	Nenhuma progressão cognitiva e não demonstra profundidade

Fonte: Adaptado de [1] DMC (2004) e [2] McMurray (2014) pela autora.

Assim, a Figura 9 apresenta o mapa conceitual elaborado pela equipe EEL USP. O Quadro 12 contém a avaliação de acordo com Novak e Gowin (1984). O Quadro 13 reúne os conceitos e os termos de ligação que não foram utilizados pela equipe para confecção dos mapas conceituais - ou seja, que permaneceram no “estacionamento”, termo cunhado por Novak e Cañas (2010).

Figura 9 – Reprodução do mapa conceitual/EEL USP no software CMaps Tools

Fonte: Dados da pesquisa

Quadro 12 – Avaliação do mapa conceitual EEL USP produzido na Sessão 1

Novak e Gowin (1984)	
RELAÇÕES VÁLIDAS = 4	Pontuação = 4 x 1 = 4
HIERARQUIAS = 3	Pontuação = 3 x 5 = 15
LIGAÇÕES CRUZADAS = 0	Pontuação = 0
EXEMPLOS = 0	Pontuação = 0
	TOTAL = 19

Fonte: Dados da pesquisa

Quadro 13 – Conceitos e termos de ligação não utilizados pela personagem EEL USP

Conceitos não utilizados (TOTAL = 9)	Termos de ligação não utilizados (TOTAL = 9)
<ul style="list-style-type: none"> * 0,293 µg Hg/ g (Desvio Padrão: 0, 104) * Não carnívoros * 0,112 µg Hg/ g (Desvio Padrão: 0, 036) * Espectrometria de absorção atômica * Ministério da Saúde * Procedimentos analíticos * 0,5 µg Hg/ g (Consumo = 400g peixe/semana) * Valor de referência * Carnívoros 	<p>cujo apresentaram estabelecido pelo como é de por exemplo depende de podem ser pode causar</p>

Fonte: Dados da pesquisa

Considerou-se como relação não válida tanto a proposição [OURO → apresentaram → PROBLEMAS À SAÚDE PÚBLICA] como a proposição [HÁBITOS ALIMENTARES DOS PEIXES → determinado por → INGESTÃO DE ALIMENTOS CONTAMINADOS], o que diminuiu a pontuação correspondente ao número de proposições com relações válidas. Estas duas proposições foram consideradas não hierárquicas, reduzindo também a pontuação neste item. Todas as proposições foram simples (em oposição às possíveis proposições científicas, que não foram apresentadas pelo grupo, em decorrência do não uso de nove conceitos e de nove termos de ligação fornecidos inicialmente).

O Quadro 14 apresenta a avaliação generalista do mapa conceitual produzido pelo personagem EEL USP, na qual predominou o nível básico.

Quadro 14 – Avaliação generalista do mapa conceitual da personagem EEL USP

EEL USP	Proficiente	Básico	Insatisfatório	Rudimentar
Conceito e terminologia		x		
Conhecimento e relação entre conceitos		x		
Capacidade de se comunicar por meio de mapas conceituais			x	
Estrutura		x		
Relação			x	
Exploratória			x	
Comunicação		x		
Conectividade	x			
Uso de ligações descritivas		x		
Desenvolvimento ao longo do tempo		x		

Fonte: Dados da pesquisa

A Figura 10 apresenta o mapa conceitual do personagem FLONA, e os Quadros 15 e 16 reúnem as avaliações deste mapa conceitual. No Quadro 15, dentre as quinze proposições feitas pela equipe, três foram consideradas simples [GARIMPO → é uma forma de → MINERAÇÃO], [MINERAÇÃO → consome → MERCÚRIO] e [CHUVAS → contaminando → RIOS, SOLOS E VEGETAÇÃO], enquanto as demais foram consideradas científicas, o que resultou em alta pontuação neste quesito. As proposições [CHUVAS → contaminando → RIOS, SOLOS E VEGETAÇÃO] e [VAPORES DE Hg → é liberado na → QUEIMA DA AMÁLGAMA] foram consideradas inválidas e não hierárquicas. A ligação cruzada corresponde à proposição [GARIMPO → é uma forma de → MINERAÇÃO → consome → MERCÚRIO].

Figura 10 - Reprodução do mapa conceitual/FLONA no software CMaps Tools

Fonte: Dados da pesquisa

Quadro 15 - Avaliação do mapa conceitual FLONA produzido na Sessão 1

Novak e Gowin (1984)	
RELAÇÕES VÁLIDAS = 14	Pontuação = 14 x 1 = 14
HIERARQUIAS = 13	Pontuação = 13 x 5 = 65
LIGAÇÕES CRUZADAS = 1	Pontuação = 1 x 10 = 10
EXEMPLOS = 5	Pontuação = 5 x 1 = 5
TOTAL = 94	

Fonte: Dados da pesquisa

Quadro 16 – Avaliação generalista do mapa conceitual da personagem FLONA

FLONA	Proficiente	Básico	Insatisfatório	Rudimentar
Conceito e terminologia	x			
Conhecimento e relação entre conceitos	x			
Capacidade de se comunicar por meio de mapas conceituais	x			
Estrutura	x			
Relação		x		
Exploratória	x			
Comunicação	x			
Conectividade		x		
Uso de ligações descritivas		x		
Desenvolvimento ao longo do tempo	x			

Fonte: Dados da pesquisa

Com base nesta avaliação, o mapa conceitual da equipe FLONA pode ser considerado proficiente, com poucos aspectos situados no nível básico e nenhum item avaliado como insatisfatório ou rudimentar. Todos os conceitos e termos de ligação propostos inicialmente à equipe foram utilizados, o que pode ter contribuído para a pontuação consideravelmente maior deste mapa conceitual.

O mapa conceitual da equipe Instituto Uka é apresentado na Figura 11. O Quadro 17 reúne os conceitos e termos de ligação não utilizados pela personagem. As avaliações são apresentadas nos Quadros 18 e 19. Na avaliação segundo Novak e Gowin (1984), o mapa conceitual foi composto por quatro agrupamentos abertos, sem ramificações e com todas as proposições simples e estabelecendo relações válidas. Foi considerada não hierárquica a proposição [“SUJANDO O RIO” → NA → REGIÃO AMAZÔNICA]. Já na avaliação generalista, este mapa conceitual foi o único a pontuar em todas as categorias, com predominância do nível insatisfatório.

Figura 11 - Reprodução do mapa conceitual/Instituto UKA no software CMaps Tools

Fonte: Dados da pesquisa

Quadro 17 - Conceitos e termos de ligação não utilizados pela personagem UKA na Sessão 1

Conceitos não utilizados (TOTAL = 7)	Termos de ligação não utilizados (TOTAL = 10)
<ul style="list-style-type: none"> * Amazônia Legal * 0,160 – 0,546 µg Hg/g peixe * 0,173 – 0,338 µg Hg/g peixe * Faixa de concentração de Hg * “Perder o nosso peixe” * Traíra * Tucunaré 	<ul style="list-style-type: none"> consome cuja na usado no causa variou entre representado pela faz por exemplo

Fonte: Dados da pesquisa

Quadro 18 - Avaliação do mapa conceitual produzido pela personagem Uka na Sessão 1

Novak e Gowin (1984)	
RELAÇÕES VÁLIDAS = 7	Pontuação = 7 x 1 = 7
HIERARQUIAS = 6	Pontuação = 6 x 5 = 30
LIGAÇÕES CRUZADAS = 0	Pontuação = 0
EXEMPLOS = 0	Pontuação = 0
	TOTAL = 37

Fonte: Dados da pesquisa

Quadro 19 – Avaliação generalista do mapa conceitual da personagem Instituto Uka

UKA	Proficiente	Básico	Insatisfatório	Rudimentar
Conceito e terminologia	x			
Conhecimento e relação entre conceitos		x		
Capacidade de se comunicar por meio de mapas conceituais			x	
Estrutura			x	
Relação			x	
Exploratória			x	
Comunicação			x	
Conectividade				x
Uso de ligações criativas		x		
Desenvolvimento ao longo do tempo			x	
Cooperação da equipe				x

Fonte: Dados da pesquisa

A Figura 12 traz o mapa conceitual dos jogadores do IEV. O Quadro 20 traz a avaliação do mapa conceitual da equipe, segundo Novak e Gowin (1984). O Quadro 21 apresenta os conceitos e termos de ligação deixados no estacionamento e, por fim, o Quadro 22 apresenta a avaliação generalista do mapa conceitual da equipe IEV.

Figura 12 - Reprodução do mapa conceitual/IEV no software CMaps Tools

Fonte: Dados da pesquisa

Quadro 20 - Conceitos e termos de ligação não utilizados pela personagem IEV

Conceitos não utilizados (TOTAL = 10)	Termos de ligação não utilizados (TOTAL = 11)
<ul style="list-style-type: none"> * Amálgama * Trabalho individual * Últimos 20 anos * 3 mil toneladas de mercúrio * Espécie de liga * Código de Mineração (Decreto-Lei nº 227/67) * Porto de Paraty * Caminho do Ouro * Amazônia * Instrumentos rudimentares 	<ul style="list-style-type: none"> caracteriza-se por indo para é de faz parte da está descrito no liberou-se cerca de desde os na forma

Fonte: Dados da pesquisa

Quadro 21 - Avaliação do mapa conceitual produzido pela personagem IEV na Sessão 1

Novak e Gowin (1984)	
RELAÇÕES VÁLIDAS = 7	Pontuação = 7 x 1 = 7
HIERARQUIAS = 7	Pontuação = 7 x 5 = 35
LIGAÇÕES CRUZADAS = 0	Pontuação = 0
EXEMPLOS = 0	Pontuação = 0
	TOTAL = 42

Fonte: Dados da pesquisa

Quadro 22 – Avaliação generalista do mapa conceitual da personagem IEV

IEV	Proficiente	Básico	Insatisfatório	Rudimentar
Conceito e terminologia	x			
Conhecimento e relação entre conceitos		x		
Capacidade de se comunicar por meio de mapas conceituais		x		
Estrutura			x	
Relação			x	
Exploratória			x	
Comunicação			x	
Conectividade		x		
Uso de ligações criativas			x	
Desenvolvimento ao longo do tempo			x	

Fonte: Dados da pesquisa

Conforme a avaliação apresentada, o mapa conceitual da equipe IEV encontra-se entre os níveis insatisfatório e básico, com predominância de itens avaliados como insatisfatórios.

A avaliação segundo Novak e Gowin (1984) foi considerada adequada por permitir a identificação de nuances na construção dos mapas conceituais, que poderiam passar despercebidas em uma avaliação superficial – que tomasse por base, por exemplo, apenas o número de conceitos utilizados ou a clareza semântica das proposições. Segundo as pontuações obtidas nesta avaliação, o mapa conceitual da FLONA teve o melhor desempenho geral (totalizando 94 pontos), seguida pelo IEV (42 pontos), Instituto Uka (37 pontos) e EEL (19 pontos). Já na métrica estabelecida por Novak e Gowin (1984), que valoriza a complexidade das proposições

apresentadas no conjunto do mapa, tiveram melhor desempenho, respectivamente, FLONA, EEL, IEV e Uka.

Um aspecto interessante decorrente desta avaliação é que o produto da equipe Instituto Uka – um mapa conceitual em que nem todos os conceitos estão interligados, e que poderia ter seu conteúdo subvalorizado – obteve melhor pontuação do que a equipe IEV – cujo mapa conceitual apresentou todos os conceitos interligados, mas com algumas imprecisões conceituais.

Ainda, FLONA, Instituto Uka e IEV confeccionaram mapas conceituais bastante superiores ao da EEL USP - em que, apesar de todos os conceitos também estarem interligados, houve confusão ao identificar a causa primeira dos problemas de saúde pública referidos no mapa, no encadeamento que envolveu “hábitos alimentares dos peixes”, “ingestão de alimentos contaminados” e “elevado nível de mercúrio”.

Nos dez minutos finais da Sessão 1, após a confecção dos mapas conceituais apresentados, as equipes foram convidadas a pensar em uma primeira tentativa de unificação de todos os mapas conceituais.

Nesta etapa, não houve proposição de novos conceitos ou termos de ligação, mas apenas a aproximação dos mapas conceituais feitos em cartolina por cada personagem, reproduzida pela pesquisadora no CMaps Tools (Figura 13).

A partir destas aproximações, foi promovida nova avaliação generalista do mapa conceitual “unificado” (Quadro 23). Com base nesta nova avaliação, foi possível atribuir um incremento, com predominância de itens representativos do nível básico da escala e ausência de itens classificados como rudimentares ou insatisfatórios.

Figura 13 – Reprodução da junção proposta para os mapas conceituais dos quatro personagens

Fonte: Dados da pesquisa

Quadro 23 – Avaliação generalista do mapa conceitual unificado (versão 1)

UNIFICADO – versão 1	Proficiente	Básico	Insatisfatório	Rudimentar
Conceito e terminologia	X			
Conhecimento e relação entre conceitos	X			
Capacidade de se comunicar por meio de mapas conceituais		X		
Estrutura		X		
Relação		X		
Exploratória		X		
Comunicação		X		
Conectividade		X		
Uso de ligações descritivas		X		
Desenvolvimento ao longo do tempo		X		

Fonte: Dados da pesquisa

5.3 Sessão 2

Questões de múltipla escolha foram propostas, de forma individual, aos participantes das diferentes equipes, para revisar os mapas conceituais elaborados na semana anterior e conjugá-los, efetivamente, aos mapas conceituais feitos pelas outras equipes.

A atividade foi projetada com o intuito de favorecer a criação de conexões entre as representações criadas por cada equipe, por meio da seleção de termos de ligação mais pertinentes para unir as proposições representadas, facilitando o posterior processo de conjugação dos quatro mapas conceituais em um único.

A junção dos mapas conceituais foi realizada na sequência da atividade. Porém, ao avaliar as respostas dadas a esta etapa inicial da Sessão 2, percebeu-se que esta abordagem focada em estabelecer conexões entre trechos de mapas conceituais pouco contribuiu para o efeito desejado, já que em várias questões não foi verificado consenso entre os integrantes da mesma equipe, agora que tinham oportunidade de expressar-se individualmente. Possíveis razões para este cenário podem ser atribuídas ao desconhecimento de palavras (ou expressões) sugeridas como termos de ligação entre os conceitos, assim como a perda da referência global do mapa conceitual, que tende a fornecer informações relevantes para o estabelecimento de novas conexões; e ainda, o variável número de participantes nas equipes em relação à rodada da semana anterior (alunos faltantes em uma semana e presentes na outra), o que pode ter constituído em uma dificuldade para realização da atividade. O Apêndice E apresenta as respostas dadas pelos integrantes da equipe EEL USP, FLONA, IEV e UKA.

Após esse momento de reflexão individual sobre pontos específicos dos mapas conceituais, foram devolvidos aos estudantes os mapas produzidos em cartolina na Sessão 1, para uma nova e definitiva rodada de unificação.

O mapa conceitual unificado é apresentado na Figura 14. O “eixo” do mapa conceitual foi constituído pela contribuição do personagem Instituto Uka (na vertical, de “Maria Leuza Munduruku” até “viver como a gente sempre viveu”). À esquerda deste “eixo”, posicionou-se a contribuição do personagem IEV, embora com uso de conceitos bastante reduzido em relação ao original. À direita, na parte superior, está localizada a contribuição do personagem FLONA e, na parte inferior, a do personagem EEL USP.

Figura 14 – Reprodução do mapa conceitual unificado no software CMaps Tools

Fonte: Dados da pesquisa

Este mapa conceitual unificado em definitivo foi avaliado em relação aos parâmetros generalistas (Quadro 24). Foi possível identificar um incremento bastante representativo na quantidade de itens avaliados no nível proficiente em relação à primeira tentativa de unificação dos mapas conceituais.

Quadro 24 – Avaliação generalista do mapa conceitual unificado (versão 2)

UNIFICADO – versão 2	Proficiente	Básico	Insatisfatório	Rudimentar
Conceito e terminologia		X		
Conhecimento e relação entre conceitos		X		
Capacidade de se comunicar por meio de mapas conceituais	X			
Estrutura		X		
Relação		X		
Exploratória	X			
Comunicação	X			
Conectividade	X			
Uso de ligações descritivas	X			
Desenvolvimento ao longo do tempo	X	X		
Estrutura		X		
Conteúdo		X		
Cooperação da equipe		X		

Fonte: Dados da pesquisa

5.4 Sessão 3

Foram apresentadas informações sobre outra modalidade de atividade mineradora, com o intuito de mapear como este novo conjunto de dados seria acrescentado ao mapa conceitual unificado na semana anterior. Para isso, os alunos tiveram acesso a um texto jornalístico associado a um infográfico (Figuras 15 e 16) sobre o processo produtivo em uma empresa de extração de minério de ferro de grande porte, bem como sobre os impactos do rompimento da barragem de rejeitos deste processo, ocorrido na cidade de Mariana/MG (TRINDADE, 2015). O

infográfico permitia aos alunos visualizar o percurso dos rejeitos ao longo dos territórios de Minas Gerais e Espírito Santo, até a sua chegada ao mar, e também citava possíveis riscos para a fauna, a flora e as comunidades locais. Na Figura 16, ao passar o *mouse* sobre cada triângulo, o estudante recebia informações sobre consequências do rompimento da barragem de rejeitos em diferentes pontos do território nacional.

Após consulta a este material, as equipes deveriam acrescentar conceitos referentes ao processo de mineração e às consequências do rompimento da barragem de rejeitos ao mapa conceitual unificado na semana anterior.

Figura 15 – Processo de operação de uma mineradora.

Fonte: Adaptado de Trindade, 2015

Figura 16 – Percurso dos rejeitos de mineração provenientes de barragem em Mariana/MG.

Fonte: Adaptado de Trindade, 2015

As Figuras 17, 18 e 19 são reproduções, feitas pela pesquisadora no CMapTools, das proposições feitas pelas equipes Instituto Uka, FLONA, IEV e EEL USP, respectivamente.

Figura 17 – Reprodução das novas proposições (em verde) da personagem Uka

Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 18 - Reprodução das novas proposições (em verde) da personagem FLONA

Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 19 - Reprodução das novas proposições (em verde) da personagem IEV

Fonte: Dados da pesquisa.

O grupo EEL entregou uma lista com a definição de conceitos presentes no material, mas não os incorporou ao mapa conceitual prévio.

5.5 Sessão 4

As equipes presentes foram conduzidas ao laboratório de informática e receberam a orientação, na forma de uma apresentação de PowerPoint lida em conjunto com os jogadores, que remetia a várias referências e imagens dos mapas conceituais desenvolvidos nas semanas anteriores. Com base neles, e em *links* de interesse da equipe, foi solicitada uma redação referente a projeto de lei que pretende alterar a regulamentação da exploração de minérios no país. Devido à ausência de muitos alunos no dia da aplicação desta atividade e à proximidade do final do ano letivo, foi permitido que a entrega da redação por parte dos alunos ausentes fosse feita posteriormente por e-mail. Assim, a redação da Equipe EEL USP foi produzida em sala de aula, a da Equipe FLONA foi recebida por e-mail, e as Equipes IEV e Instituto Uka não entregaram a atividade. A transcrição da redação entregue pela equipe EEL USP, em folha de caderno, no Quadro 25.

Quadro 25 – Transcrição da redação da equipe EEL USP

“A importância da participação de uma instituição na revisão do atual Código da Mineração é de adequar cada parágrafo a atualidade, com todas as mudanças necessárias para uma vida mais saudável, além de aproximar os adolescentes aos códigos e leis.

Há pontos polêmicos em relação ao Código PL 5807/13, como o incentivo à descoberta de jazida e ao mesmo tempo a privatização de alguns lugares para a não extinção desses lugares.

Com experiências em mineração de ouro e de minério de ferro, há pontos a serem revisados no PL 5807/13, como a exploração em alguns meses ao ano, para que não haja a extração em excesso, levando a escassez da fonte.

Para que não falte para a produção de cápsulas espaciais, mísseis e foguetes além de reatores nucleares.

Devemos tomar alguns cuidados em relação ao consumo, conforme o comércio aumenta a demanda, começa a aumentar consequentemente a extração, levando a desequilíbrio gerando problemas socioambientais, gerando fonte de pesquisa por meio das empresas e instituições para novos materiais.”

Fonte: Dados da pesquisa.

A observação do primeiro parágrafo desta transcrição permite inferir que não houve plena identificação entre o grupo e o personagem EEL USP, já que a equipe refere-se à participação “de uma instituição”, e não, por exemplo, “da nossa instituição”. No entanto, o último parágrafo, iniciado por “devemos tomar alguns cuidados”, reforça a possibilidade de que o jogo tenha viabilizado a efetiva interpretação do personagem EEL USP.

A Figura 20 apresenta, a seguir, a redação elaborada pela equipe FLONA. Com base nela, é possível inferir que houve também apropriação do personagem FLONA por parte do grupo de alunos, mas de forma. O grupo preocupou-se com a inserção do logotipo da FLONA (que inclui a descrição de que “FLONA” é abreviação de “Floresta Nacional”), intitulou a si mesmo como “equipe FLONA” e levou em conta não só as necessidades e interesses da FLONA local, como as das demais FLONAs existentes no território nacional. No item 1, a equipe ressaltou o papel da FLONA e o correlacionou a artigos da legislação atual e a *links* complementares. Os possíveis “benefícios que a exploração mineradora irá proporcionar” relacionam-se com a missão institucional de promover o uso múltiplo e sustentável dos recursos florestais, enquanto o processo de “beneficiamento dos minérios” pode ser aperfeiçoado por meio de pesquisas científicas que enfatizem

métodos de exploração sustentável da floresta, outro item que compõe a missão institucional das FLONAs.

Figura 20 – Redação entregue pela equipe FLONA

EQUIPE FLONA

- 1- As Florestas Nacionais tem como *“objetivo básico o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas.”* Sendo assim, o atual código de mineração atende em alguns quesitos os interesses nos artigos 4º, 7º, 13º, 14º, 15º entre outros que visam de alguma forma a manipulação da área afim da realização de pesquisas. (Informações utilizadas estão disponibilizadas em: <https://uc.socioambiental.org/uso-sustent%C3%A1vel/florestas>)
- 2- A PL 5807/13 também leva em consideração os interesses das Flonas de alguma forma, no art 1º, por exemplo, diz sobre os interesses e benefícios que o aproveitamento desses recursos irá proporcionar. Já no art 3º diz sobre o desenvolvimento da mina e os beneficiamentos dos minérios.
- 3- Alguns artigos deveriam ser um pouco repensados, já que na maioria deles visa-se a ascensão econômica gerada a partir da extração desses minérios e acaba deixando as contribuições para a flona um pouco de lado.
- 4- O nióbio é uma substância de muito baixa concentração na crosta terrestre. Esse mineral importante, pode causar problemas ambientais devido ao extrativismo, o relatório emitido pela CNEN recomendou a não utilização aterros como área de atuação, já que estão contaminados com rejeitos químicos que é resultantes do beneficiamento do pirocloro para obtenção do nióbio. (informações retiradas de: <http://www.raizdavid.com.br/site/portugues/o-lado-maldito-da-mineracao-do-niobio/>)

Fonte: Dados da pesquisa.

6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS – APLICAÇÃO 1

Além da discussão dos resultados da Aplicação 1 em relação aos mapas conceituais, utilizados como plataforma de registro das ações dos jogadores durante o RPG, faz-se necessária uma discussão sobre o alcance (ou não) do objetivo de promover alfabetização científica em sentido estendido por meio deste jogo.

Por isso, a seguir são reapresentados os cinco aspectos-chave da alfabetização científica em sentido estendido, destacados no Marco Teórico, avaliados agora quanto à presença durante as rodadas de RPG realizadas.

- **Abordagem temática (problematização)**

A abordagem temática que norteia o enredo deste RPG tinha como ponto central a questão do rompimento da barragem de Mariana/MG, por meio de enredo que adotou uma sequência histórica e cronológica: foram abordadas o início da atividade mineradora em larga escala no país (sessão 1 e 2), o perfil e as implicações da atividade mineradora nos dias atuais (sessão 3) e a projeção da atividade mineradora de acordo com as novas propostas de regulamentação do setor (sessão 4).

A partir dos resultados da Aplicação 1, e lembrando que cada sessão semanal tinha a duração de 50 minutos (1 hora-aula), com perdas devido à transferência de alunos entre salas de aula, sentiu-se a necessidade de, em futuras aplicações, proporcionar reforços à narrativa ao longo da semana que separa as rodadas do jogo, para que os jogadores não se dispersem do enredo e das solicitações de ações. Esse reforço pode ser feito por meio do oferecimento por escrito das falas do narrador/mestre aos jogadores, do suporte aos jogadores via redes sociais, ou de outros métodos disponíveis e viáveis em cada realidade escolar.

- **Oferecimento de diferentes narrativas**

Nesta Aplicação 1, a presença de diferentes narrativas foi proporcionada pela inserção de quatro personagens cujos papéis tinham forte relação com a atividade mineradora – papéis inspirados em quatro instituições que de fato atuam nesse cenário, seja por meio de pesquisa, desenvolvimento tecnológico, registro, divulgação, avaliação ou mitigação de impactos decorrentes da atividade mineradora.

Os personagens EEL e FLONA, cada um a seu modo, demonstraram ter se apropriado da missão, visão e valores das instituições adaptadas ao jogo. A descontinuidade da participação de estudantes que interpretavam dois personagens – justamente aqueles que traduziam anseios da comunidade afetada pelo desastre, quais sejam: IEV e UKA – na etapa final (sessão 4) deixou de fornecer pontos de vista que poderiam enriquecer o debate em sala de aula. Em oposição, as contribuições destas duas equipes foram as que prevaleceram na confecção do mapa conceitual unificado (sessão 3), em detrimento de termos e conceitos da área técnica, evidenciando o potencial das narrativas trazidas por estes atores como um suporte, um conjunto de subsunçores, a partir do qual conhecimentos científicos e não científicos podem ser alinhavados.

- **Sinergia entre modalidades de educação**

A sinergia manifestou-se nesta Aplicação 1 dadas as diferentes atividades-fim dos personagens selecionados: EEL USP (educação formal), FLONA (educação não formal), UKA E IEV (educação não formal, mas trazendo também saberes e conhecimentos característicos da educação informal).

Ainda, estas atividades, por vezes, sobrepõem-se (como nas parcerias entre FLONA e EEL para pesquisas científicas em áreas protegidas).

- **Oferecimento de processos dialógicos**

Cada uma das personagens, interpretada por uma equipe de alunos, foi inserida no RPG na forma de personagem-jogador. Ou seja, todas as personagens tinham igual direito (e possibilidade) de expressarem seus posicionamentos e de fornecerem novas informações (*insights*) para as demais equipes. Além de constituída totalmente por personagens-jogadores, esta Aplicação 1 teve seu processo dialógico proporcionado pelos mapas conceituais, que atuaram como uma ferramenta eficaz de expressão das ações durante o jogo e de padronização, para unir as ações das diversas equipes em uma única “plataforma”.

Cada equipe contou com um conjunto inicial de conceitos e outro de termos de ligação, fornecidos pela narradora na sessão 1, e viabilizaram a expressão inicial de suas ações no jogo por meio de mapas conceituais. Estes mapas foram,

progressivamente, unidos e reavaliados coletivamente, até que representassem a ação conjunta das quatro equipes em resposta às solicitações do RPG.

Consideramos que a oferta dos conceitos (o que Novak denomina “estacionamento”) e dos termos de ligação, em cores diferentes, na tenha otimizado a expressão das ações das equipes na forma de mapas conceituais. O controle do tempo dedicado a cada atividade, na sessão 1, foi necessário não só para garantir o foco das equipes diante dos subsídios fornecidos (artigos científicos, reportagens), como também para encontrar nexos entre o maior número possível de conceitos e dos termos de ligação que as equipes tinham em mãos, a partir da consulta a esses materiais. A habilidade de interpretar e de transformar informações textuais em mapas conceituais já havia sido avaliada no Questionário Diagnóstico, aplicado na semana anterior.

A observação do mapa conceitual unificado (versão final) permite verificar a elaboração de um todo coerente e coeso, embora tenham sido removidos termos químicos (provenientes dos conjuntos de conceitos e termos de ligação fornecidos às equipes FLONA e EEL na sessão 1). Esse aspecto ratifica o entendimento de Gil-Perez e Vilches (2005), para quem:

a participação na tomada fundamentada de decisões, mais do que de um nível de conhecimentos muito elevado, precisa da vinculação a um mínimo de conhecimentos específicos, perfeitamente acessível para uma cidadania, com planejamentos globais e considerações éticas que não exigem qualquer especialização

- **Formulação de teses**

A proposição de um relato escrito, voltado para publicação (hipotética) na internet, deveu-se tanto ao fato de os alunos cursarem, concomitante ao Ensino Médio, o curso técnico em Informática para Internet, como da indicação da literatura de que “a Internet estimula maior transparência no processo de tomada de decisão, que é o objetivo real da popularização da ciência” (AULER; DELIZOICOV, 2001).

No caso da equipe que interpretou a EEL USP, em relação à existência ou não de polêmicas em torno do PL 5807/13, o grupo afirmou que existem polêmicas referentes ao incentivo à descoberta de jazidas e a futuras privatizações. Este

posicionamento indica a consulta a materiais extras, não fornecidos pela pesquisadora, como reportagens de associações comunitárias e de trabalhadores envolvidos em atividades mineradoras, em que há marcadamente um juízo de valor e um posicionamento contrário às proposições do PL 5807/13.

Já em relação à apresentação de propostas para o aperfeiçoamento do Projeto de Lei, a fim de atender mais adequadamente as necessidades e interesses da EEL USP, a equipe considerou as experiências prévias na extração de ouro e de minério de ferro presentes no mapa conceitual unificado, e defendeu que a extração de minério de nióbio seja limitada a alguns meses do ano – fazendo uso de um raciocínio análogo ao período de “defeso”, em que a autorização para a pesca é restringida pelo governo. Houve preocupação em relacionar o aumento no consumo, decorrente da pesquisa por novos materiais, ao aumento da demanda por minérios e possíveis consequências socioambientais.

Os dois motivos elencados no primeiro parágrafo para a necessidade de participação da EEL USP na discussão do Código da Mineração (“adequar cada parágrafo a atualidade, com todas as mudanças necessárias para uma vida mais saudável” e “aproximar os adolescentes aos códigos e leis”) podem ser aproximados, respectivamente, dos pilares de extensão e de ensino - inseridos no jogo por meio da Ficha do Personagem, itens “missão” e “objetivos” – e que fundamentam (ou deveriam fundamentar) todas as atividades realizadas pela universidade. O terceiro pilar, referente à pesquisa científica, é mencionado no quarto e no quinto parágrafos.

No relato apresentado pela equipe FLONA, em relação às possíveis alterações no Projeto de Lei de forma a melhor atender as necessidades e interesses da entidade, o grupo posicionou-se a favor de alterações em alguns artigos - sem, contudo, especificá-los - a partir da visão geral de que “a maioria deles visa uma ascensão econômica gerada a partir da extração desses minérios e acaba deixando as contribuições para a flona (sic) um pouco de lado”. No entanto, caso a exploração mineradora venha a se estabelecer no interior das FLONAs, a equipe acrescentou a informação de que a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) recomendou a não utilização da área de aterros de rejeitos do beneficiamento de nióbio de propriedade da Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração (CBMM) por contaminação com produtos químicos, inclusive compostos radiativos. Esse fator pode ser compreendido como parcialmente restritivo, ou mesmo totalmente

impeditivo, da legalização da extração de minérios no interior das unidades de conservação federais.

7 APLICAÇÃO 2 – ENSINO SUPERIOR

7.1 Caracterização dos sujeitos de pesquisa

A segunda aplicação do RPG foi realizada com alunos de graduação da Escola de Engenharia de Lorena, campus da Universidade de São Paulo (EEL USP), ao longo do 1º semestre de 2017 na disciplina de Análise Instrumental. A docente, orientadora de mestrado da pesquisadora, lecionou esta disciplina em duas turmas, uma na terça-feira à tarde (na qual a pesquisadora realizou o Programa de Estágio em Docência da Universidade de São Paulo – PAE/ USP) e outra na terça-feira à noite. A proposta de ministrar a disciplina integralmente em formato de RPG foi apresentada às duas turmas na primeira semana de aula. Uma delas (período diurno) concordou com a proposta, mas não houve adesão unânime na outra turma (período noturno), por isso o projeto foi aplicado apenas na primeira. Essa turma era composta por doze estudantes - critério considerado importante, num primeiro momento, para favorecer o monitoramento das atividades em grupo.

A disciplina Análise Instrumental compõe o currículo do sexto semestre da graduação em Engenharia Química. Sua carga horária total é de 60h, distribuídas em quinze aulas semanais com três horas e quarenta minutos de duração cada. Foram realizadas 14 sessões de RPG, sendo a última semana reservada para a avaliação escrita, não considerada neste trabalho.

7.2 Redesenho do RPG Minérios em Jogo

Nesta segunda aplicação, foi mantida a temática do rompimento da barragem de Marina/MG, mas foram feitos ajustes na narração, nos personagens, no cenário e no tempo da narrativa.

Em relação à narração, dessa vez não só a pesquisadora, mas a docente da disciplina também atuou como narradora, pois o *know-how* da professora em relação às técnicas analíticas era importante para a mediação das sessões do RPG.

Já em relação aos personagens, considerando que os jogadores eram estudantes de Engenharia Química, considerou-se pertinente que o único personagem-jogador do RPG fosse a própria EEL USP. Assim, na Aplicação 2, os personagens FLONA, UKA e IEV deixaram de ser personagens-jogadores (atuantes)

e passaram a ser personagens não jogadores (*non-player characters*, ou NPCs, personagens episódicos que fornecem informações e dicas importantes para o andamento da rodada, mas sem poder de tomar decisões), assim como o Ministério Público, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), o Grupo Independente de Avaliação do Impacto Ambiental (GIAIA) e comitativas de moradores locais.

O cenário do jogo, embora tenha mantido a “base” no município de Lorena/SP, em que a EEL USP se localiza, foi deslocado para a cidade de Mariana/MG e região diretamente afetada pelo evento, onde os jogadores teriam montado uma espécie de “acampamento”. O tempo da narrativa foi situado no momento presente (que, à época da aplicação, equivalia a um ano e meio após o rompimento da barragem).

7.3. Sequência de atividades do RPG

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 aceita por unanimidade. A partir daí, o programa da disciplina (Quadro 26) foi adaptado.

Quadro 26 – Conteúdo programático da disciplina Análise Instrumental

Conteúdos	Descrição
Introdução à Análise Instrumental	Correlação entre métodos analíticos instrumentais e por via úmida.
Preparo de amostras	Preparo em meios: sólido, líquido aquoso e não aquoso. Solubilização, digestão, fontes de energia para preparo e estabilização de amostras.
Métodos espectroanalíticos	Natureza da energia radiante. Espectro eletromagnético. Interação da radiação com a matéria. Absorção seletiva. Absortividade. Lei de Beer-Lambert. Curvas analíticas.
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.
Potenciometria, Condutimetria	Instrumentação. Métodos diretos e indiretos. Aplicações e interpretação de resultados. Experimentos.
Métodos cromatográficos.	Conceitos básicos dos métodos de separação. Fase móvel e fase estacionária. Cromatografia planar em papel e em camada delgada.
Cromatografia a Gás e Cromatografia Líquida de Alta Eficiência	Instrumentação. Aplicações e interpretação de resultados. Experimentos.

Fonte: Dados da pesquisa.

O Quadro 27 descreve a metodologia de ensino desenvolvida, destacando as diversas estratégias didáticas aliadas e inseridas na proposta do RPG.

Quadro 27 – 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	Workshop ministrado por uma das narradoras (docente da disciplina), por meio do qual as variadas técnicas instrumentais foram apresentadas, para que posteriormente pudessem colaborar com o trabalho na região afetada pelo rompimento da barragem de Mariana/MG.
6 ^a , 7 ^a , 8 ^a	Aulas no laboratório de Análise Instrumental	Etapas de treinamento em habilidades práticas e em procedimentos de segurança em laboratório, que precedeu o envio fictício 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>strictu sensu</i>	Estadia fictícia em Mariana/MG, recebendo demandas de análises químicas (adaptadas de reportagens reais) por parte da população local, do Ministério Público e de órgãos ambientais locais.
Todas	Uso da internet (<i>wi-fi</i> da universidade)	Pesquisas de dados requisitados em sala de aula.
Todas	Uso do ambiente virtual <i>Moodle</i> (Stoa)	Canal para postagem de: narrativa da aula em formato pdf, informações adicionais, solicitações de análises, feedbacks. Canal de recebimento de atividades solicitadas e de dúvidas.

Fonte: Dados da pesquisa.

No Quadro 27, as sessões da 9^a à 14^a semana foram chamadas de *stricto sensu* pois as anteriores consistiram 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 serem solicitadas quaisquer tarefas (ações) para os alunos.

Nessa etapa inicial (entre a 2ª e a 8ª sessões), o enredo da narrativa foi apresentado aos jogadores por meio de um workshop (fictício) sobre técnicas analíticas pertinentes ao currículo de Análise Instrumental, e que seriam úteis para o bom desempenho das ações solicitadas ao longo do jogo. As sessões da 9ª à 14ª 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.

Em sala, para auxiliar a narração, foram utilizadas apresentações em PowerPoint, disponibilizadas após o fim de cada aula (sessão) por meio do Stoa, plataforma *Moodle* utilizada pela Universidade de São Paulo. A sala de aula contou, em todas as sessões do RPG, com *wi-fi* disponibilizado livremente pela EEL USP aos alunos, outro recurso que foi aproveitado para realização de pesquisas na internet durante as rodadas. O contato com os alunos no intervalo entre os encontros (sessões) semanais ocorreu também no *Moodle* Stoa. Ali foram disponibilizados todos os arquivos usados para a mediação do RPG em sala de aula, e recebidas as atividades (ações) solicitadas aos jogadores do RPG. Na aula (sessão) da semana seguinte, as atividades (ações) dos jogadores eram discutidas, até o estabelecimento de consensos entre as equipes - procedimento repetido em todas as sessões de RPG.

O Quadro 28 descreve o enredo, os materiais fornecidos e as atividades solicitadas na 9ª rodada do RPG.

Quadro 28 – Descritivo da 9ª sessão (rodada) de RPG

Enredo	Materiais fornecidos	Ações dos jogadores
Moradores da região do Rio Gualaxo temem ingerir água contaminada. Há boatos sobre contaminação do leite materno. 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 et al., 2004; CALDAS et al., 2011; PRATES et al., 2011; CORRALO et al., 2016; VANNUCHI et al., 1992). - Visita ao laboratório de Análise Instrumental para conhecer cromatógrafo (HPLC) - Conteúdo da narrativa em pdf (no <i>Moodle</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar características do defensivo agrícola a partir do nome comercial fornecido. - Interpretação de cromatogramas. - Discussão da viabilidade (ou não) de adaptar técnica cromatográfica gasosa para líquida. - Discussão de diferenças no preparo de amostras para detecção de defensivo agrícola organoclorado em água e em leite.

Fonte: Dados da pesquisa

Nesta 9ª rodada, foi apresentado um evento fictício (embora baseado em relatos, fotografias e reportagens reais) em que recipientes de agrotóxicos teriam perdido o rótulo ao serem deslocados pela lama da barragem de Mariana, restando apenas o nome comercial: Endrin. Os jogadores, então, foram solicitados a reunir informações e identificar principais características do agrotóxico em questão: aplicações, composição química, classificação e potenciais riscos. Em dez minutos, teria início uma reunião (fictícia) com o Ministério Público, em que essas informações seriam solicitadas aos nossos jogadores. Os grupos apresentaram os dados coletados e os aspectos principais foram elencados na lousa.

A seguir, foi fornecido um “informe” (FLORES *et al.*, 2004) referente ao risco dos organoclorados (categoria de agrotóxicos à qual o Endrin pertence) para a saúde pública, acompanhado do cálculo da dosagem letal 50% (DL50) – quantidade desta substância necessária para matar 50% de animais testados em condições experimentais. Os jogadores dispuseram de tempo para ler o artigo e expor aos demais os riscos identificados.

De posse das informações coletadas (dados do Endrin, risco dos organoclorados e DL50), os jogadores foram então conduzidos a outro evento (fictício), em que populares, ao saber da presença dos jogadores/químicos em Mariana, trouxeram amostras de água do manancial em que os recipientes de agrotóxicos teriam sido encontrados. A narrativa, portanto, conduziu os jogadores a priorizar a investigação de organoclorados, bem como de providenciar amostragem e selecionar técnica(s) analítica(s) adequadas para a demanda apresentada pela população. O subsídio (CALDAS *et al.*, 2011) apresentava técnicas de preparo de amostras, para determinação de resíduos de agrotóxicos em água. Os jogadores organizaram-se livremente em equipes para estudarem aspectos principais das técnicas de preparo de amostras presentes no artigo e expuseram essas informações aos demais.

Depois de debatida a questão do preparo de amostras, foi fornecido o subsídio (PRATES *et al.*, 2011) para discutir técnicas analíticas adequadas à análise de organoclorados em água. Este artigo adota a cromatografia gasosa associada à espectrometria de massas, e o anterior (CALDAS *et al.*, 2011) enfocava a cromatografia líquida. Os jogadores puderam avaliar aspectos das diferentes técnicas e chegar ao consenso sobre a pertinência das técnicas cromatográficas.

Seguiu-se, então, outro evento (fictício), em que os mesmos moradores que haviam trazido a amostra de água, agora questionavam os jogadores sobre a possibilidade de que o consumo daquela água pudesse contaminar o leite materno. Desse modo, o artigo (CORRALO et al., 2016) foi fornecido para subsidiar o posicionamento dos jogadores – que chegaram ao consenso sobre a pertinência da possibilidade de contaminação.

Diante do risco identificado, os jogadores foram chamados a avaliar de que forma poderia ser feita a identificação de organoclorados nesse novo tipo de amostra (leite materno), com auxílio do artigo (VANNUCHI et al., 1992).

Após, os jogadores foram orientados a visitar o laboratório de Análise Instrumental da graduação, adaptado ao enredo do jogo como um “laboratório de campanha”, instalado em Mariana/MG de forma provisória para a realização das análises químicas necessárias. Lá, o técnico de laboratório atuou também como narrador do RPG, fornecendo orientações aos jogadores sobre o funcionamento do equipamento de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) e sobre a interpretação de cromatogramas.

Ao fim desta sessão, os jogadores receberam três solicitações finais, referentes à leitura de cromatograma com a presença de diferentes pesticidas, à possibilidade (ou não) de adaptação de análises feitas em cromatografia gasosa para a cromatografia líquida (CLAE), e a eventuais diferenças no preparo de amostras de água e leite materno, para a determinação do mesmo pesticida organoclorado em CLAE. Estas solicitações deveriam ser debatidas ao longo da semana, com base nos subsídios fornecidos na rodada e disponibilizados no *Stoa*, e apresentadas na rodada seguinte.

O Quadro 29 descreve o enredo, os materiais fornecidos e as atividades solicitadas na 10^a rodada do RPG, que teve início com as apresentações dos jogadores sobre as solicitações deixadas na sessão anterior. Ao longo da semana, para a discussão destas solicitações, os jogadores organizaram-se, por afinidade, em grupos. Assim, na rodada foram apresentadas as estratégias de leitura do cromatograma desenvolvidas por cada equipe - momento em que divergências de resultados foram discutidas e sanadas. Então, posicionaram-se de forma favorável à possibilidade de analisar leite materno no CLAE disponível no laboratório, mencionando, porém, a necessidade de etapas de pré-tratamento, pois o leite possui compostos que poderiam interferir na análise. Uma das equipes também acrescentou

o aspecto de os métodos de detecção diferirem entre a cromatografia gasosa e a CLAE, propondo, por isso, a combinação de métodos de análise para determinar compostos organoclorados – proposta acatada também pelas outras equipes de jogadores.

Quadro 29 – Descritivo da 10ª sessão (rodada) de RPG

Enredo	Materiais fornecidos	Ações dos jogadores
População questiona veracidade da informação sobre potabilidade da água encanada. Ministério Público requer acompanhamento das análises de espécies inorgânicas/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 (EITH <i>et al.</i>, 2006). - Conteúdo da narrativa em pdf (no <i>Moodle</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> - Retomada e consenso sobre discussões da semana anterior. - Cálculo da percentagem de organoclorados pelo Método de Normalização da Área em cromatograma. - Discussão da pertinência da cromatografia de íons para análise rotineira de ânions cloro, nitrato, nitrito, sulfato e sulfeto em água potável. Extensão da discussão para cátions cálcio e magnésio. - Uso de supressão química em cromatografia de íons.

Fonte: Dados da pesquisa

A seguir, estabelecidos os consensos, retomou-se a necessidade de detectar a quantidade do organoclorado Endrin na amostra de água da rodada anterior, a partir da leitura dos cromatogramas discutidos em sala e dos limites de concentração impostos pela portaria vigente no país (BRASIL, 2011).

Os jogadores foram então conduzidos a novo evento (fictício), em que o Ministério Público teria acolhido a suspeita da comunidade em relação à qualidade da água, a partir das análises e discussões preliminares dos jogadores. Enquanto isso ocorria, a população estaria optando por quaisquer outras fontes de água que não o Rio Doce, embora o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) garantisse a qualidade do serviço prestado. Dentre as determinações realizadas por este órgão, destacam-se as análises de ânions. Por isso, seguiu-se novo evento (fictício) em que o Ministério Público solicitou aos jogadores/químicos que acompanhassem a realização dessas análises, feitas por meio da técnica de cromatografia de íons.

A partir de nova consulta à portaria (BRASIL, 2011) e ao manual do fabricante do equipamento (EITH *et al.*, 2006), metade dos jogadores foram chamados a avaliar se a técnica cromatografia de íons era apropriada para a análise de um conjunto selecionado de ânions, se outras técnicas analíticas poderiam ser mais vantajosas e, por fim, qual a relevância da análise de ânions em amostras de água potável – contando com o subsídio (OLIVEIRA, 2012). Outra metade dos jogadores avaliou se a cromatografia de íons seria adequada também para a análise de cátions, ou se poderia ser substituída por outras técnicas analíticas, investigou a relevância da análise de cátions como cálcio e magnésio na água potável, e ainda o papel da supressão química durante a cromatografia de íons.

O Quadro 30 descreve o enredo, os materiais fornecidos e as atividades solicitadas na 11^a rodada do RPG, em que foi apresentada aos jogadores a atuação do Grupo Independente de Avaliação do Impacto Ambiental (GIAIA) na região impactada pelo rompimento da barragem de Mariana/MG. Trata-se de uma associação de pesquisadores independentes que se organizou para levantar dados sobre eventuais contaminações decorrentes do desastre e para monitorar o andamento das tratativas adotadas.

Quadro 30 – Descritivo da 11^a sessão (rodada) de RPG

Enredo	Materiais fornecidos	Ações dos jogadores
Interação dos jogadores com o Grupo Independente de Avaliação do Impacto Ambiental (GIAIA)	<ul style="list-style-type: none"> - Site do 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 discussões da semana anterior. - Discussão dos parâmetros instrumentais e da metodologia adotada para determinação de metais. - Discussão da pertinência da determinação de crômio total, trivalente e hexavalente. - Elaboração de técnica analítica para especiação de crômio. - Discussão sobre determinação da DQO.

Fonte: Dados da pesquisa

Depois de retomados os aspectos referentes à análise de íons em amostra de água potável hipoteticamente trazida por moradores (e portanto de origem desconhecida), finalizando a sessão anterior, seguiu-se a apresentação da estratégia

de amostragem adotada pelo GIAIA – desde a seleção de pontos de coleta e de sua distribuição geográfica, passando pela conservação das amostras e pelos parâmetros instrumentais. São aspectos a serem observados com rigor para garantir a validade das análises e favorecer a reprodutibilidade, complementando o conhecimento “laboratorial” dos jogadores/químicos (que normalmente já parte de amostras pré-tratadas ou mesmo prontas para serem inseridas nos equipamentos de análise instrumental).

O objetivo, agora, era a análise de metais na água potável, com foco no cromo, encontrado acima dos limites aceitáveis em certo ponto de coleta. Os jogadores foram, então, induzidos a refletir sobre a relevância deste dado e sobre a necessidade (ou não) de análises complementares. Foi fornecido, como subsídio, o artigo (MARQUES, 1999). Também foi discutida a relevância da quantificação de cromo para a determinação da demanda química de oxigênio (DQO), a partir do trabalho de GRANER et al. (1999).

Os jogadores expuseram seu posicionamento sobre o tema, defendendo a necessidade de análises complementares que permitissem diferenciar as espécies de cromo (III) e cromo (VI) – pois o primeiro é essencial para o corpo humano na regulação da insulina, enquanto o segundo é considerado carcinogênico. Então, os jogadores organizaram-se em equipes e propuseram técnicas analíticas de quantificação do cromo (III) e (VI).

O Quadro 31, por sua vez, reúne o enredo, os materiais e as solicitações fornecidas na 12ª rodada.

Quadro 31 – Descritivo da 12ª sessão (rodada) de RPG

Enredo	Materiais fornecidos	Ações dos jogadores
População passa a fazer uso de água de poços artesanais 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 fictícias de água subterrânea provenientes de Governador Valadares/MG. - Acesso ao laboratório didático. - Modelo de norma técnica. - Conteúdo da narrativa em pdf (no <i>Moodle</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> - Retomada e consenso sobre discussões da semana anterior. - Desenvolvimento de procedimento para análise de cromo e manganês nas amostras para verificar atendimento aos padrões da Resolução CONAMA 357. - Realização de procedimento no laboratório. - Elaboração de norma técnica para o procedimento realizado.

Fonte: Dados da pesquisa

A partir das estratégias de especificação de crômio elaboradas com base nos subsídios da sessão anterior, os jogadores foram chamados a realizar, no “laboratório de campanha” (laboratório de Análise Instrumental da graduação) as análises propostas, utilizando amostra preparada pelo técnico de laboratório. As determinações foram realizadas com sucesso, embora tenha sido gerada uma quantidade de efluentes proporcionalmente elevada (1,8 L). Diante desta necessidade de ajustes, os jogadores foram solicitados a desenvolver estratégias para minimizar a geração de efluentes em futuras replicações das análises. Ao fim da sessão, foram, também, chamados a elaborar uma norma técnica referente à análise realizada nesta sessão. Para isso foi fornecido um modelo de norma técnica desatualizado, a ser tomado como referência para a redação.

O Quadro 32 traz o enredo, os materiais e as solicitações feitas durante a sessão 13.

Quadro 32 – Descritivo da 13ª sessão (rodada) de RPG

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

Fonte: Dados da pesquisa

No início da sessão 13, foi retomada a questão da necessidade de padronização das análises e de reflexão sobre a geração de efluentes. As normas elaboradas pelos jogadores foram apresentadas e discutidas, a fim de serem esclarecidas as dúvidas relacionadas à execução das análises e à redação adequada do documento.

A seguir, foi apresentado um panorama das solicitações (objetos das análises químicas) feitas aos jogadores ao longo das rodadas de RPG, e das técnicas analíticas utilizadas (métodos espectrométricos, cromatográficos e eletroquímicos). Foi, então,

solicitado que os jogadores adotassem a formatação da norma técnica para compilar e padronizar todas as análises químicas realizadas no período, a fim de disponibilizá-las para o monitoramento de eventuais contaminações, após o retorno (fictício) dos jogadores/químicos de Mariana/MG para Lorena/SP.

Esta norma técnica geral também seria útil para a rodada final, agendada para a semana seguinte. Nela, os jogadores foram desafiados a elaborar duas apresentações. A primeira, dirigida à comitiva do órgão ambiental estadual, interessada em avaliar as técnicas analíticas utilizadas pelos jogadores a fim de incorporá-las (ou não) às suas rotinas analíticas. A segunda, voltada para a comitiva de moradores de comunidades afetadas pelo rompimento da barragem, nos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo.

O Quadro 33 reúne o enredo e os materiais fornecidos na sessão de encerramento (sessão 14). Foi solicitado que os jogadores, em equipe, confeccionassem uma norma técnica referente aos experimentos desenvolvidos, além de duas apresentações: uma para o grupo hipotético de especialistas do órgão ambiental local, demonstrando o porquê da escolha das técnicas analíticas empregadas ao longo das rodadas; e outra para uma comitiva hipotética de moradores afetados pelo rompimento da barragem de rejeitos da mineração, de modo a permitir que esse público compreenda as análises realizadas e sintam-se atendido em suas necessidades.

Quadro 33 – Descritivo da 14ª sessão (rodada) de RPG

Enredo	Materiais fornecidos	Ações dos jogadores
Reuniões com especialistas do órgão ambiental local e com comitiva de moradores. Apresentação das normas para órgão ambiental. Apresentação para representantes da população local. Elaboração voluntária de material informativo para moradores. Discussão final sobre a necessidade de estabelecer comunicação efetiva com diferentes públicos.	- Conteúdo da narrativa em pdf (no <i>Moodle</i>) - Compartilhamento de todos os materiais elaborados pelos jogadores por meio do <i>Moodle</i> .	- Fechamento discutindo pontos relevantes. - Retorno da equipe de Mariana/MG para a EEL USP.

Fonte: Dados da pesquisa

8 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS – APLICAÇÃO 2

- **Abordagem temática (problematização)**

Na Aplicação 2, permaneceu a temática do rompimento da barragem de Mariana/MG, mas ela foi inserida no enredo de forma diferente: situada no momento presente e na região diretamente afetada pelo evento. Esta adequação deveu-se à necessidade de incorporar ao RPG solicitações de ações que demandassem conhecimentos específicos de Análise Instrumental, disciplina em cuja carga horária o jogo foi aplicado. A noção exata de quanto tempo separava a ocorrência do rompimento e a “estadia” dos jogadores em Mariana/MG, por exemplo, era dado fundamental para a correta seleção e interpretação de análises químicas. A redução do contexto ao tempo presente, porém, pode ter sido um fator que dificultou a etapa de formulação de teses, como será apresentado no item específico.

- **Sinergia entre modalidades de educação**

As diferentes narrativas no RPG, na Aplicação 2, foram proporcionadas pela inserção do personagem EEL USP e de personagens como o Ministério Público, o IGAM, o GIAIA e comitativas de moradores locais. Essas organizações possuem atuação direta na questão das implicações do rompimento da barragem, fornecendo subsídio para a sinergia entre as modalidades de educação. A EEL USP, neste caso, representava a educação formal, o IGAM e o GIAIA a educação não formal, e os moradores, em parceria com o Ministério Público, a educação informal.

- **Oferta de diferentes narrativas**

Na Aplicação 2, o único personagem jogador era a EEL USP, interpretada por todos jogadores - que, na vida real, são alunos da instituição. Os demais personagens (Ministério Público, IGAM, GIAIA, comitativa de moradores) foram inseridos como personagens não jogadores. Essa modalidade de personagens (mais conhecida pela expressão inglesa Non Player Characters ou NPCs) aparece no jogo para fornecer novos dados e orientações aos jogadores, mas não têm a possibilidade de agir, de interferir na tomada de decisão.

Essa desigualdade foi proposta de forma proposital, em consonância com diversos “mitos”, decorrentes da ideia de neutralidade da ciência e mencionados por Auler e Delizoicov (2001): por um lado, a EEL USP, personagem jogador, representava “a superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, a perspectiva salvacionista da Ciência-Tecnologia e o determinismo tecnológico”; por outro, os personagens não jogadores reforçavam a “cultura de passividade, característica cultural brasileira levantada por diversos autores”; uma dicotomia “que não combina com postulações democráticas”. Intentava-se verificar se o desenvolvimento das rodadas poderia alterar essa configuração inicial, pois, segundo Watanabe *et al.* (2014), a participação de cientistas na comunicação e na educação em ciências pode aproximar a sociedade da realidade acadêmica, dos processos de construção do conhecimento científico, desmistificando a ciência como verdade absoluta e apontando sua relação com a tecnologia e a sociedade.

- **Oferta de processos dialógicos**

Em relação à dinâmica das rodadas, a Aplicação 2 contou com quatorze sessões, que duravam em torno de quatro horas, e nas quais foram solicitadas diferentes ações a partir dos subsídios fornecidos, sempre com um objetivo claro de leitura e com a mediação das narradoras para o alcance de consensos, quando necessário.

As primeiras sessões foram introdutórias – com “workshops” de técnicas analíticas e vivências no laboratório de graduação – e as demais conduzidas de forma oral pelas narradoras. Esse formato exigiu o engajamento constante de todos os jogadores, objetivo que foi alcançado em todas as rodadas. Ainda, favoreceu a vivência da questão da incerteza, levantada por Bienal (2016) em relação aos processos educativos em geral, e por Chassot (2001) no âmbito da educação em ciências. As solicitações dadas às equipes sobre os procedimentos mais adequados para o tratamento de determinadas amostras ou sobre técnicas para determinar seus componentes eram questões abertas, para as quais diferentes jogadores poderiam trazer propostas variadas, todas elas válidas (ou não). Assim, o conhecimento (*know-how*) da docente foi muito importante para a mediação do jogo, no papel de narradora, ao proporcionar questionamentos que levavam os jogadores a validarem (ou não) suas propostas. Além disso, as duas narradoras foram incentivadas a

expandirem seus conhecimentos, na medida em que as dúvidas dos jogadores traziam perspectivas até então desconhecidas - o que se refletiu, em sala de aula, para uma visão mais contemporânea do papel do docente, atuando como mediador e não como detentor de todo o conhecimento na sua área de atuação.

Nos dias que separavam as sessões semanais, a plataforma *Moodle Stoa* serviu como ambiente de reforço da narrativa (com a disponibilização de arquivos, apresentações e solicitações propostas em sala), de esclarecimento de dúvidas e de entrega das ações solicitadas aos jogadores. Esse recurso favoreceu a manutenção do contato com os jogadores e a clareza sobre o que havia sido solicitado. As tentativas de soluções propostas pelos jogadores, mesmo as não “formalizadas” na entrega final, eram discutidas coletivamente no início da sessão presencial seguinte.

- **Formulação de teses**

Na Aplicação 2, a capacidade de formulação de teses foi verificada por meio de três etapas: a elaboração de normas técnicas compilando as estratégias selecionadas para atender as solicitações de análises químicas ao longo do jogo; a elaboração de uma apresentação para o órgão ambiental mineiro, a fim de justificar as técnicas desenvolvidas ao longo do jogo e propor a eles a adoção dessas soluções em sua rotina analítica ; e a elaboração de outra apresentação, para uma comitiva heterogênea de moradores dos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo afetados pelo rompimento da barragem, também com o intuito de apresentar o trabalho realizado pelas equipes, mas em linguagem compreensível ao público leigo.

Essas variáveis foram selecionadas com base no papel do cientista segundo diferentes pesquisadores. Para Watanabe *et al.* (2004), o cientista “pode ter papel fundamental na constituição de uma cultura científica na sociedade” quando, além do “fazer ciência” e da divulgação dos resultados alcançados, assume a responsabilidade de “promover o debate aberto sobre o papel de suas pesquisas na sociedade”, especialmente sobre as questões éticas inerentes ao trabalho de pesquisa e os investimentos apoiados por esferas públicas. Nesse sentido, Auler e Delizoicov (2011) também defendem que a relação entre ciência e sociedade estabeleça processos mais democráticos - da definição de problemas de pesquisa à implementação das políticas científicas. Esta postura impõe diversos questionamentos quanto à independência dos cientistas e de seus pareceres (em vista

da filiação institucional e de interesses comerciais); à promoção da compreensão da ciência com base no incremento das doses de informação, sem considerar o que o público-alvo espera, teme ou pensa (prática que o autor considera “desastrosa”); à omissão das incertezas em detrimento das certezas na divulgação pública da ciência e de suas aplicações tecnológicas; e à redução de problemas complexos “a um conjunto de questões para as quais a ciência pode dar respostas não controversas” e suficientes para a tomada de decisão, desconsiderando contribuições da ética, dos valores e das atitudes do público-alvo. Ainda, para Auler e Delizoicov (2011), “os conteúdos, se desenvolvidos na perspectiva da compreensão de temáticas locais, significativas, possuem um potencial papel transformador”.

Em relação à etapa de elaboração de normas técnicas, verificou-se uma dificuldade de adequação ao gênero textual solicitado, mesmo com o modelo editável fornecido como referência e com o esclarecimento de dúvidas na sessão 13.

Ainda que normas técnicas norteiem todo o trabalho em laboratório químico e a disciplina Análise Instrumental seja ministrada a estudantes do 6º período ideal (ou seja, na metade da graduação em Engenharia Química), é possível justificar a falta de familiaridade com este gênero textual.

Em laboratórios de graduação, é comum o fornecimento de “roteiros” com o passo a passo das análises solicitadas, elaborados pelo docente ou pelo técnico de laboratório. Neles, o foco reside na execução da análise, para a visualização do evento químico previamente explicado em aulas teóricas, e na otimização do tempo em laboratório e do uso dos recursos nele disponíveis. Perde-se, contudo, a oportunidade de uso do laboratório para o planejamento, prototipagem e aperfeiçoamento de experimentos – ou seja, como espaço educativo em que a reflexão, o erro e a incerteza também estejam presentes.

As normas técnicas entregues foram precedidas por uma página de “capa”, como em um relatório, sem que os estudantes notassem que todos os dados da “capa” já estavam incluídos no cabeçalho da norma, apenas em outra disposição visual. Também no cabeçalho, os itens “Aplicação” e “Aprovação” foram preenchidos, respectivamente, com o nome da disciplina e o nome da docente, sem a observância de que a norma atendia às necessidades propostas no jogo (e, por isso, a “Aplicação” era variável ao longo das semanas) e de que os responsáveis pela aprovação eram os integrantes da equipe, e não a docente. É possível que o fato de a atividade ter sido considerada para a nota final tenha afastado a identificação das equipes com o

personagem interpretado (pesquisadores da EEL USP) e influenciado a apresentação dos dados neste formato de relatório, modalidade textual mais comumente solicitada aos estudantes ao longo da graduação.

O conteúdo das normas técnicas também foi afetado por esta aparente confusão com o gênero textual relatório – que requer, entre seus elementos, uma narrativa introdutória, em oposição à objetividade e concisão da norma técnica. Apesar destas ressalvas, as duas equipes contemplaram todas as técnicas de preparo de amostra e de determinações analíticas em suas entregas.

A posse de conhecimentos especializados em um campo determinado de saber, porém, não garante a tomada de decisão socialmente responsável, sendo necessária a promoção de espaços de negociação, diálogo e reflexão sobre perspectivas mais amplas, em que problemas e suas possíveis repercussões a médio e longo prazo sejam analisados no campo científico considerado e em outros campos (PRAIA; GIL-PÉREZ; VILCHES, 2007; SILVEIRA; BAZZO, 2009). Nesse sentido foi proposta a etapa de apresentação (hipotética) dos trabalhos realizados ao órgão ambiental mineiro e à comitiva de moradores,

Nesta segunda etapa, uma das equipes contemplou, além do descritivo já apresentado nas normas técnicas, alguns aspectos econômicos que poderiam ser ponderados pelos especialistas para a adoção das propostas em sua rotina analítica (aspecto opcional proposto na atividade) e um layout claro e objetivo na apresentação das informações. A outra equipe, por sua vez, restringiu-se a reproduzir, em sua apresentação, as informações constantes na norma técnica – o que pode ser associado a uma postura tecnocrática, em que conhecimentos, fatos, informações e conceitos impõem-se por si mesmos (SILVEIRA; BAZZO, 2009). O enfoque desta atividade era a persuasão do órgão ambiental mineiro para a adoção das técnicas empregadas ao longo do RPG – o que viabilizou aos estudantes nova oportunidade de rever as propostas apresentadas, fazer eventuais adequações e estabelecer novos sentidos para as práticas executadas.

A terceira etapa (apresentação hipotética à comitiva de moradores) seguiu a visão de autores (AULER; DELIZOICOV, 2001; PRAIA, GIL-PÉREZ; VILCHES, 2007), para os quais o público leigo tende a contribuir “com perspectivas e interesses mais amplos sempre que possua um mínimo de conhecimentos científicos específicos sobre a problemática estudada”, sem os quais “é impossível compreender as opções em jogo e participar na tomada de decisões fundamentadas”. Em

consonância, David Dickson, então editor da revista *Nature*, considera irracional que o processo de popularização da ciência busque a “total compreensão da ciência moderna, em sua complexidade, ou o uso dessa informação diretamente na condução da vida cotidiana”, mas aponta a necessidade de que “o público entenda de maneira apropriada a natureza do número crescente de decisões políticas na área da ciência – ou que envolvem a ciência – que são tomadas em seu nome”. (DICKSON, 2001 *apud* AULER; DELIZOICOV, 2001).

Assim, diante da necessidade não só de fornecer informações relevantes, mas de estabelecer instâncias de debate bem fundamentadas para a tomada de decisão, as duas equipes desempenharam papéis diferenciados. Uma das equipes utilizou como recurso uma apresentação em PowerPoint, na qual permaneceu interpretando o personagem EEL USP.

Nele, foram expostos episódios do jogo em que houve contato entre demandas locais e os jogadores/especialistas, com foco nos resultados das análises e na difusão das conclusões, em atendimento às dúvidas (hipoteticamente) manifestadas quando da entrega das amostras.

Foram omitidos os aspectos técnicos envolvidos nas decisões (como amostras foram preparadas, por que determinadas técnicas foram escolhidas), mas foi ressaltada a incerteza associada a cada uma das análises, bem como o limite de validade das conclusões.

A outra equipe optou em preparar um informativo impresso de quatro páginas. Nele, a equipe deixou de interpretar o personagem EEL USP e personificou o Grupo Independente de Avaliação do Impacto Ambiental (GIAIA), que havia sido inserido no RPG como um personagem não jogador.

O folheto, por meio de linguagem objetiva e sem jargões técnicos, mencionava os objetos das análises desenvolvidas (os resíduos pesticidas, por meio do nome comercial, e os “metais pesados”, nomenclatura em desuso na área técnica, mas de uso difundido), associando-os a eventuais sintomas de intoxicação.

Ainda, convidava a comitiva de moradores participantes do evento a colaborar com as atividades do GIAIA, por meio da cessão de equipamentos laboratoriais ou de espaço físico para a realização de testes, de apoio logístico para estocagem de materiais amostrais e, inclusive, da oferta de hospedagem “solidária” para os pesquisadores do GIAIA na cidade do morador solicitante.

A equipe criou um e-mail (fictício) para estes contatos e, também, previu a possibilidade de novas dúvidas sobre a qualidade da água. Para isso, disponibilizou um *link* (também fictício) para que os próprios moradores executassem adequadamente a coleta da amostra e agendassem data e local para entrega aos pesquisadores, conferindo relativa autonomia aos moradores.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho, que partiu do projeto intitulado “Educação patrimonial, mapas conceituais e jogo de RPG como estratégias para a promoção de letramento científico”, recebeu importantes contribuições ao longo de seu desenvolvimento. Uma delas questionava à concepção de letramento científico que, até então, norteara a pesquisa - lacuna corroborada, posteriormente, em consultas à literatura na área de ensino de ciências, em que se reconhece a priorização das atividades de intervenção/promoção de letramento científico em detrimento da reflexão teórica sobre o alcance do tema.

Em nosso caso, ainda que o marco teórico apresentasse inúmeras definições de letramento científico, não havia sido feita uma reflexão mais aprofundada sobre a origem do termo, sua adoção no contexto brasileiro e suas implicações no ensino de ciências. O exercício da reflexão teórica, conectando as acepções de *scientific literacy*, *scientific culture* e *public engagement of science*, os estudos sobre a tradução aplicadas do termo *literacy* e a bagagem brasileira no campo da alfabetização e letramento em língua materna mostraram-se fundamentais para entender o processo de incorporação do termo *literacy* ao campo científico, aprofundar a compreensão de diferenças entre “letramento científico” e “alfabetização científica”, e, ainda, delinear um “terceiro conceito”, emergente, o de “alfabetização científica em sentido estendido”, a partir de reflexões de autores como Paulo Freire, Attico Chassot, Gerard Fourez e outros tomados como eixo deste trabalho.

A reflexão e consequente readequação do referencial teórico, além de contribuir, por si só, para o campo do ensino de ciências, facilitou a identificação de pontos principais a serem alcançados/promovidos em um processo de alfabetização científica em sentido estendido (abordagem temática/problematização; oferecimento de diferentes narrativas, com sinergia entre modalidades educativas e em processo dialógico; e formulação e comunicação de teses). O caráter comparativo entre países e/ou realidades regionais, em estatísticas de letramento científico como as do PISA e do ILC, têm sido alvo de questionamentos justamente por conta das profundas diferenças sociais, culturais, econômicas e temporais que subjazem tais dados.

Os pontos principais da alfabetização científica em sentido estendido, após identificados, nortearam o desenho metodológico, que foi adequado às duas

diferentes realidades de aplicação (Ensino Médio e Ensino Superior, em diferentes intervalos de tempo e com diferentes estratégias). Ambas as aplicações, a seu modo, contribuíram para desencadear a alfabetização científica em sentido estendido. Eventos de curta duração podem ser questionados quanto ao potencial de modificar concepções, mas acreditamos que as intervenções aqui realizadas integram um amplo processo educativo, em curso dentro e fora da escola, em que se espera que o jovem tenha mais conhecimento sobre o fazer ciência e que os educadores tenham uma postura mais atenta e propositiva diante das implicações sociais, dos produtos e dos valores que a ciência carrega.

Assim, permitindo-nos expandir as contribuições deste estudo de caso para a realidade mais ampla da educação em ciências, a partir das duas aplicações do RPG Minérios em Jogo, é possível corroborar a literatura no que se refere à necessidade de mudar o paradigma do ensino de ciências, viabilizando a participação consciente e efetiva nos processos democráticos de tomada de decisão, tanto por parte de cidadãos leigos egressos do Ensino Médio como de futuros profissionais da área tecnológica no Ensino Superior.

O processo de alfabetização científica em sentido estendido pode ajudar a viabilizar essa mudança de paradigma e depende, em primeiro lugar, de uma reorganização curricular - já prevista tanto nas diretrizes curriculares da educação básica como nas do ensino de engenharia, mas que ainda carece de alternativas didáticas viáveis, testadas e disponibilizadas para discussão.

Em relação ao *Role-Playing Game*, especificamente, existem inúmeros sistemas (como são chamados os livros que descrevem os universos e regras dos RPGs comerciais), porém nenhum deles elaborado para a aplicação em ambiente escolar, o que incentivou esta pesquisa a desenvolver material formativo complementar (cartilha) para a difusão desta ferramenta entre professores (ALVES; CAPRI, 2018).

Eventos como o rompimento da barragem de Mariana/MG diminuem a confiança na racionalidade técnica, inclusive entre profissionais da área tecnológica - pois a ciência parece estar submetida à técnica e, esta, à lógica do lucro que a sustenta e administra. Este processo resulta numa gradual perda de confiança da sociedade no desenvolvimento científico e tecnológico, tão perigosa quanto a crença cega nos benefícios prometidos pela ciência e tecnologia.

Remetendo aos pressupostos da Escola de Frankfurt, a razão deveria conduzir o ser humano à emancipação e não a submissões de qualquer espécie. Por isso, a proposta de democratização da ciência e tecnologia torna-se requisito para o exercício da democracia e exige não só o incremento quantitativo de conhecimentos divulgados, ou a avaliação dos impactos do desenvolvimento tecnológico, mas, principalmente, o engajamento de toda a sociedade na definição da agenda de investigação científica e tecnológica.

REFERÊNCIAS

- AIRES, J. A.; LAMBACH, M. Contextualização do ensino de Química pela problematização e alfabetização científica e tecnológica: uma possibilidade para a formação continuada de professores. **RBPEC**, v. 10, n. 1, p. 1-15, 2010.
- ALVES, S. B.; CALDEIRA, A. M. A. Biologia e ética: um estudo sobre a compreensão e atitudes de alunos do Ensino Médio frente ao tema genoma/DNA. **Ensaio**, v. 7, n. 1, p.12-23, 2005.
- ALVES, V. O.; CAPRI, M. R. Cartilha para elaboração de role-playing game (RPG). **Drive**. Publicado em 12 mai. 2018. Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/1rPheevG4nD7aizfEKq8rPifhjFh68Cp/view?usp=sharing>>. Acesso em 15 mai. 2018.
- ARAÚJO, R. B.; OLIVEIRA, M. M. A.; CEMI, J. Desenvolvimento de Role-Playing Game para prevenção e tratamento da dependência de drogas na adolescência. **Psic.: Teor. e Pesq.**, v. 27, n. 3, p. 347-356, 2011.
- ÁSBEL. RPG por Whatsapp: um pequeno manual para mestres desesperados. **RPGista**. Publicado em 12 abr. 2015. Disponível em: <<http://rpgista.com.br/2015/04/12/rpg-whatsapp-pequeno-manual/>>. Acesso em: 10 nov. 2016.
- AULER, D. Alfabetização científico-tecnológica: um novo “paradigma”? **Ensaio**, v. 5, n. 1, p. 68-83, 2003.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio**, v. 3, n. 1, p. 122-134, 2001.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Tradução Eva Nicks *et al.* Rio de Janeiro: Interamericana, 1980. 623 p.
- AZEVEDO, R. O. M. **Ensino de ciências e formação de professores: diagnóstico, análise e proposta**. 2008. 162 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Estadual do Amazonas, Manaus, 2008.
- BARBOSA, R. M. N.; JÓFOLI, Z. M. S. Aprendizagem cooperativa e ensino de química – parceria que dá certo. **Ciênc. & Educ.**, v. 10, n. 1, p. 55-61, 2004.
- BEATO, Z. M. P. Willemsen Antropofágico: o criador da literatura brasileira na Holanda. **RBLA**, v. 12, n. 3, p. 607-622, 2012.
- BIENAL. **Material Educativo – 32ª Bienal de São Paulo. Incerteza Viva: Processos artísticos e pedagógicos**. 2016. Disponível em: <<http://materialeducativo.32bienal.org.br/>>. Acesso em 12 mai. 2018.
- BOAS, A. V.; SILVA, M. R.; PASSOS, M. M.; ARRUDA, S. M. História da ciência e Natureza da ciência: debates e consensos. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 30, n. 2, p. 287-322, 2013.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Portugal: Porto, 1994. 336 p.

BRABO, E. S.; SANTOS, E. O.; JESUS, I. M.; MASCARENHAS, A. F.; FAIAL, K. F. Níveis de mercúrio em peixes consumidos pela comunidade indígena de Sai Cinza na Reserva Munduruku, Município de Jacareacanga, Estado do Pará, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, v. 15, n. 2, p. 325-331, 1999.

BRAGA, S. A. M.; MORTIMER, E. F. Elementos do gênero de discurso científico no texto de biologia do livro didático de ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 2003, Bauru. **Anais...** Disponível em: < <http://abrapecnet.org.br/enpec/iv-enpec/orais/ORAL069.pdf>>. Acesso em: 12 mai. 2018.

BRANCO, S. O. The application of intersemiotic translation combined with multimodal activities in the English as a foreign language classroom. **RBLA**, v. 14, n. 2, p. 293-312, 2014.

BRASIL. Decreto nº 52.795, de 31 de outubro de 1963. Regulamento dos Serviços de Radiodifusão. **Diário Oficial da União**, Brasília, 19 nov. 1963.

_____. Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Minas). **Diário Oficial da União**, Brasília, 1967.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado, 1988.

_____. Resolução CNS nº 218, de 6 de março de 1997. Regulamentação das profissões de saúde. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 5 mai. 1997. Seção 1, p. 8932-33.

_____. Ministério da Educação. Plano Nacional de Educação (PNE). Brasília: INEP, 2001.

_____. Ministério da Educação. PCN + Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002a.

_____. Resolução CNE/CP nº 1, de 18 de fevereiro de 2002. Institui diretrizes curriculares nacionais para a formação de professores da educação básica, em nível superior, curso de Licenciatura, de Graduação plena. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2002b.

_____. Ministério da Educação. **Orientações Curriculares do Ensino Médio – Volume 2: Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEB, 2004.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 18 mar. 2005, n. 053, p. 58-63.

BRASIL. 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. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/uploads/file/asabesp_doctos/kit_arsesp_portaria2914.pdf>. Acesso em: 12 mai. 2018.

_____. Projeto de Lei nº 5807, de 19 de junho de 2013. Brasília, DF: Senado, 2013. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=581696>>. Acesso em: 28 ago. 2016.

BRASIL, L. S. S. **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. 2005b. 222 p. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005b.

BRESSANE, C.; BARROS, C.; BARCELOS, I. Em terra de índio, a mineração bate à porta. **Agência Pública**. Publicado em 20 de junho de 2016. Disponível em: <<http://apublica.org/2016/06/em-terra-de-indio-a-mineracao-bate-a-porta2>>. Acesso em 13 out. 2016.

BRUM, I. A. S. **Recuperação de áreas degradadas pela mineração**. 2000. 22 p. Monografia (Especialização em gerenciamento e tecnologias ambientais na indústria) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000. Disponível em: <http://www.teclim.ufba.br/site/material_online/monografias/mono_irineu_a_s_de_brum.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2016.

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. **Quim. Nova**, v. 34, n. 9, p. 1604-1617, 2011.

CARBONESE, T.; YOSHITAKE, A. M.; MORITA, E.; RENÓ, A. C.; FEJES, M. Comunicação em museus: uma oficina de elaboração de etiquetas. **Ciência em Tela**, v. 4, n. 2, p. 1-11, 2011.

CARDOSO, J. B. Olhares semióticos sobre a comunicação visual: os estudos dos signos visuais na publicidade. **Fronteira**, v. 10, n. 3, p.183-192, 2008.

CATARINO, G. F. C.; QUEIROZ, G. R. P. C. O formal, o não formal e as outras formas: a aula de física como gênero discursivo. **Rev. Brasil. Educ.**, v. 22, n. 69, p. 499-517, 2017.

CATRACA LIVRE. Swordplay: batalha medieval no Parque do Ibirapuera. **Catraca Livre**. Equilibre-se. Publicado em 22 jan. 2016 e atualizado em 14 mar. 2016. Disponível em: <<https://equilibrese.catracalivre.com.br/geral/movimente-se/gratis/swordplay-batalha-medieval-no-parque-do-ibirapuera/>>. Acesso em: 28 set. 2016.

CENTRAL do Brasil. Direção: Walter Salles Júnior. Produção: Martine de Clermont-Tonnerre e Arthur Cohn. Intérpretes: Fernanda Montenegro; Marília Pera; Vinícius de Oliveira; Sônia Lira; Othon Bastos; Matheus Nachtergaele e outros. Roteiro: Marcos Bernstein, João Emanuel Carneiro e Walter Salles Júnior. [S.l.]: Le Studio Canal; Riofilme; MACT Productions, 1998.

CHAIMOVICH, H. Brasil, ciência, tecnologia: alguns dilemas e desafios. **Estudos Avançados**, v. 14, n. 40, p. 134-143, 2000.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Rev. Brasil. Educ.**, n. 22, p. 89-100, 2003.

CHOAY, Françoise. **O patrimônio em questão**: antologia para um combate. Belo Horizonte: Fino Traço, 2011. 184 p.

COHEN, E. G. Restructuring the classroom: conditions for productive small groups. **Issues in Restructuring schools**, n. 2, p. 4-7, 1992.

CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. F.; EL-HANI, C. N. Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) na educação científica como estratégia para formação do cidadão socioambientalmente responsável. **RBPEC**, v. 14, n. 2, p.77-87, 2014.

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**, v. 12, n. 22, p. 101-108, 2016.

CRAWFORD, C. **The art of computer game design**. Publicado eletronicamente por Sue Peabody. Vancouver, 1982. 81 p. Disponível em: <https://www.digitpress.com/library/books/book_art_of_computer_game_design.pdf>. Acesso em: 12 mai. 2018.

CRONIN, P. J.; DEKKERS, J.; DUNN, J. G. A procedure for using and evaluating concept maps. **RISE**, v. 12, p. 17-24, 1982.

CSFORALL. Louisiana Team 11 in 2000. **Concept map**. Disponível em: <<http://www.ncsec.org/team11/RubricConceptMap.doc>>. Acesso em: 12 ago. 2016.
CUNHA, R. B. Alfabetização científica ou letramento científico: interesses envolvidos nas interpretações da noção de *scientific literacy*. **Rev. Brasil. Educ.**, v. 22, n. 68, p. 169-86, 2017.

DERRIDA, Jacques. Assinatura acontecimento contexto. In: COSTA, J. T.; MAGALHÃES, A. M. (Trad.). **Margens da filosofia**. Porto: Rés, 1986. p. 349-373.

DEWEY, John. **Experiência e educação**. Petrópolis: Vozes, 2010. 168 p.

DMC. **Concept map**. 2004. Disponível em: <<http://dmc.umn.edu/activities/mindmap/assessment.pdf>>. Acesso em: 12 mai. 2018.

DIÓRIO, A. P. I.; RÔÇAS, G. As mídias como ferramenta pedagógica para o ensino de ciências: uma experiência na formação de professores de nível médio. **Práxis**, v. 5, n. 10, p. 56-73, 2013.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E.; SCOTT, P. Constructing Scientific Knowledge in the Classroom. **Educational Researcher**, v. 23, n. 7, p. 5-12, 1994.

EEL USP. A mina d'água, a USP e a Estrada Real. **BOLETIM EEL USP**, v. 2, abr.-mai. 2015. Disponível em: < http://site.eel.usp.br/sites/files/bibliotecas2/publico/boletim/Boletim_EEL_USP_11_abril_maio_15.pdf>. Acesso em: 29 set. 2015.

EITH, C.; KOLB, M.; RUMI, A.; SEUBERT, A.; VIEHWEGER, K. H. **Práticas em cromatografia de íons**: uma introdução. 2 ed. Herisau: Metrohm, 2006. 144 p.

ESTEVES, L. Atos de tradução, ou quando traduzir é fazer. **D.E.L.T.A.**, v. 32, n. 3, p. 695-718, 2016.

FABRÍCIO, B. F. Linguística aplicada como espaço de “desaprendizagem”: redescrições em curso. In: LOPES, L. P. M. (Org.). **Por uma linguística aplicada indisciplinar**. São Paulo: Parábola Editorial, 2008. p. 45-66.

FEJES, M.; MORITA, E. M.; SANTOS-GOW, A. M.; MARTINELLI, I.; YOSHITAKE, A. M. Contribuições de um encontro juvenil para a enculturação científica. **Ciênc. & Educ.**, v. 18, n. 4, p. 769-786, 2012.

FERREIRA, M. C.; CARVALHO, L. M. O. A evolução dos jogos de física, a avaliação formativa e a prática reflexiva do professor. **Rev. Bras. Ens. Física**, v. 26, n. 1, p. 57-61, 2004.

FLORES, A. V.; RIBEIRO, J. N.; NEVES, A. A.; QUEIROZ, E. L. R. Organoclorados: um problema de saúde pública. **Amb. & Socied.**, v. 7, n. 2, p. 111-125, 2004.

FRANCISCO, Ricardo Jeferson da Silva. **Os jogos de interpretação de personagens e suas perspectivas no ensino de história**. 2011. 227 p. Dissertação (Mestrado em História Social) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

FREIRE, P. **A importância do ato de ler**. São Paulo: Cortez, 1987. 104 p.

GEHRINGER, E. F. Daily Course Evaluation with Google Forms. In: AMERICAN SOCIETY FOR ENGINEERING EDUCATION ANNUAL CONFERENCE & EXPOSITION, Louisville, 2010. **Anais...** Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Edward_Gehringer/publication/228987662_Daily_course_evaluation_with_Google_forms/links/5693083a08aec14fa55dad01.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2016.

GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. Inmersión en la cultura científica para la toma de decisiones ¿Necesidad o mito?. **REurEDC**, v. 2, n. 3, p. 302-329, 2005.

GOHN, M. G. Educação não formal, aprendizagens e saberes em processos participativos. **Investigar em Educação**, v. 1, p. 35-50, 2014.

GONZÁLEZ-CAMPO, C. H.; SOLARTE, M. G.; VARGAS, G. M. Avatar (A'): contrasting Lacan's theory and 3D virtual worlds – a case study in Second Life. **Psicología desde el caribe**, v. 30, n. 2, p. 309-324, 2013.

GRANATO, M., LOURENÇO, M. C. Reflexões sobre o patrimônio cultural da ciência e tecnologia na atualidade. **Memória em Rede**, v. 3, n. 4, p. 85-104, 2011.

GUIMARÃES, D. S.; SIMÃO, L. M. A negociação intersubjetiva de significados em jogos de interpretação de papéis. **Psic.: Teor. e Pesq.**, v. 24, n. 4, p. 433-439, 2008.

GUIMARÃES, M.; VASCONCELLOS, M. M. N. Relações entre educação ambiental e educação em ciências na complementaridade dos espaços formais e não formais de educação. **Educar**, n. 27, p. 147-162, 2006.

GOMES, Anderson Stevens Leônidas (Org.). **Letramento Científico: um indicador para o Brasil**. São Paulo: Abramundo, 2015. Disponível em: <http://acaoeducativa.org.br/wp-content/uploads/2014/10/ILC_Letramento-cientifico_um-indicador-para-o-Brasil.pdf>. Acesso em: 12 mai. 2018.

GOMÉZ, G. R., FLORES, J. G., JIMÉNEZ, E. G. **Metodología de la investigación cualitativa**. Málaga: Aljibe, 1999. 2 ed. 380 p.

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. **Eclet. Quím.**, v. 23, p. 31-44, 1998.

HILL, M, M.; HILL, A. **A construção de um questionário**. Lisboa: Dinâmia, 1998. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10071/469>>. Acesso em: 28 set. 2016.

HORTA, A. S.; ALMEIDA, L. F. **Projeto Alius Educare: RPG para a educação e conscientização ambiental**. Game for change – full papers. In: SBGAMES, 11., Brasília, 2012. **Anais...** Disponível em: <<http://sbgames.org/sbgames2012/proceedings/papers/gamesforchange/g4c-13.pdf>>. Acesso em: 12 mai. 2018.

HOUNTONDJI, P. J. Conhecimento de África, conhecimento de africanos: duas perspectivas sobre os Estudos Africanos. In: SANTOS, B. S.; MENESES, M. P. (Orgs.). **Epistemologias do Sul**. Coimbra: Almedina, 2009. p. 119-132.

ICMBIO. 2016. **Floresta Nacional de Lorena: História**. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/flonalorena/quem-somos/historia.html>>. Acesso em: 28 set. 2016.

IEV. **Ata de formação**. Publicado em 25 ago. 2010. Disponível em: <<http://institutoestudosvaleparaibanos.blogspot.com.br/>>. Acesso em: 12 mai. 2018.

JULLIEN, F. **O diálogo entre as culturas: do universal ao multiculturalismo**. Tradução de André Telles. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2010. 221 p.

LACAZ, F. A. C.; PORTO, M. F.; PINHEIRO, T. M. M. Tragédias brasileiras contemporâneas: o caso do rompimento da barragem de rejeitos de Fundão/Samarco. **RBSO**, v. 42, n. 9, p. 1-12, 2017.

LAGES, S. K. **Walter Benjamin: tradução e melancolia**. São Paulo: Edusp, 2002. 264 p.

LAUGKSCH, R. C. Scientific literacy: a conceptual overview. **Science Education**, v. 84, n. 1, p. 71-94, 2000.

LEMM; LEIDETEC; GIAIA. **Ribeirinhos do Baixo Rio Doce: relatório preliminar**. Janeiro/Junho. Mimeo. 2016. 59 p. Disponível em: <http://giaia.eco.br/wpcontent/uploads/2016/11/RelatorioLEMM_jul2016.pdf>. Acesso em: 12 mai. 2017.

LIBÂNEO, José Carlos. **Democratização da escola pública: a pedagogia crítico-social dos conteúdos**. São Paulo: Loyola, 1996. 37 p.

LOPES, L. P. M. Linguística Aplicada e vida contemporânea: problematização dos construtos que têm orientado a pesquisa. In: _____. (Org.). **Por uma Linguística Aplicada indisciplinar**. 2. ed. São Paulo: Parábola Editorial, 2008.

MADRID, M. J. H.; ALVARADO, D. H. La construcción de sujetos virtuales entre los jugadores masivos em internet. **Relaciones**, v. 118, n. 30, p. 221-244, 2009.

MAYA, C. V. M.; OJEDA, S. M. L.; MALDONADO, J. A. U. Producir para consumir: videojuegos de roles multijugador em línea y hábitos de consumo em niños y adolescentes. **Aletheia**, v. 9, n. 1, p. 138-155, 2017.

MARQUES, A. C. T. L.; MARANDINO, M. Alfabetização científica, criança e espaços de educação não formal: diálogos possíveis. **Educ. Pesq.**, Ahead of print, p. 1-19, 2017.

MARQUES, Maria Nogueira. **Cromatografia de íons aplicada na especiação de crômio hexavalente em amostras de interesse ambiental**. 1999. 63 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), Universidade de São Paulo, 1999.

MCMURRAY, J. **Rubric for assessing concept maps**. University of Waterloo, California. Disponível em: <<https://uwaterloo.ca/centre-for-teaching-excellence/teaching-resources/teaching-tips/assessing-student-work/grading-and-feedback/rubric-assessing-concept-maps>>. Acesso em: 12 mai. 2018.

MEIRINHOS, M.; OSÓRIO, A. O estudo de caso como estratégia de investigação em educação. **EDUSER**, v. 2, n. 2, p. 49-65, 2010.

MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa social - teoria, método e criatividade**. 18 ed. Rio de Janeiro: Vozes, 1997.

MITRE, S. M.; SIQUEIRA-BATISTA, R. GIRARDI-DE-MENDONÇA, J. M.; MORAIS-PINTO, N. M.; MEIRELLES, C. A. B.; PINTO-PORTO, C.; MOREIRA, T.; HOFFMANN, L. M. A. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais. **Ciênc. & Saúde Colet.**, v. 13. supl. 2, p.2133-2144, 2008.

MORAES, R. C. C. Alquimia: Isaac Newton revisitado. **Trans/Form/Ação**, São Paulo, v. 20, p. 39-44, 1997.

MOREIRA, M. A. Organizadores prévios e aprendizagem significativa. **Rev. Chil. Educ. Científ.**, v. 7, n. 2, p. 23-30, 2008.

MORTIMER, E. F. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investig. Ens. Ciênc.**, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2002.

MOURA, B. A. O que é Natureza da Ciência e qual sua relação com a História e a Filosofia da Ciência? **Rev. Brasil. Hist.Ciênc.**, v. 7, n.1, p. 32-46, 2014.

NASCIMENTO, C. P.; ARAÚJO, E. S.; MIGUÉIS, M. R. O jogo com atividade: contribuições da teoria histórico-cultural. **Psicologia Escolar e Educacional**, v. 13, n. 2, p. 293-302, 2009.

NASCIMENTO, F.; FERNANDES, H. L.; MENDONÇA, V. M. O ensino de ciências no Brasil: História, formação de professores e desafios atuais. **Histedbr Online**, v. 10, n. 39, p. 225-249, 2010.

NORD, Christiane. **Translating as a purposeful activity**. Manchester: St. Jerome, 1997. 166 p.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. **Práxis Educativa**, v. 5, n. 1, p. 9-29, 2010.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Learning how to learn**. New York: Cambridge University Press, 1984.

NUNES, H. F. O jogo RPG e a socialização do conhecimento. **Rev. Eletr. Bibl. Ci. Inf.**, n. esp., p. 75-85, 2004.

OECD. **PISA 2012 - Assessment and analytical framework: mathematics, reading, science, problem solving and financial literacy**. Paris: OECD Publishing, 2013.

OLIVEIRA, Gilvânia Kércia de. **Determinação e avaliação da concentração de ânions por cromatografia líquida de alta eficiência com pareamento iônico em águas superficiais**. 2012. 116 p. Dissertação (Mestrado em Química) Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2012.

PECHULA, M. R. A ciência nos meios de comunicação de massa: divulgação de conhecimento ou reforço do imaginário social? **Ciênc. & Educ.**, v. 13, n. 2, 2007.

PELIZZARI, A.; KRIEGL, M. L.; BARON, M. P.; FINCK, N. T. L.; DOROCINSKI, S. I. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **PEC**, v. 2, n. 1, p. 37-42, 2002.

PEÑA, H. C.; SIERRA, A. S.; ROMERO, N. G.; GUTIÉRREZ, L. I. S.; ECHAVARRIA, A. M. Profiling academic research on massively multiplayer on-line role-playing gaming (MMORPG) 2000-2009: horizons for educational research. **Folios**, n. 38, p. 75-94, 2013.

PENSAMENTO VERDE. O impacto ambiental causado pelo garimpo no Brasil. **Pensamento Verde**, 2014. Disponível em: <<http://www.pensamentoverde.com.br/meioambiente/impactoambientalcausadogarimpobrasil/>>. Acesso em: 5 out. 2016.

PEREIRA, C. M. C. Transcrição: a tradução em jogo. In: CONGRESSO NACIONAL DE LINGÜÍSTICA E FILOLOGIA, 8., 2004, Rio de Janeiro. **Anais...** Cadernos do CNLF, série VIII, n. 6. Disponível em: <<http://www.filologia.org.br/viiiicnlf/anais/caderno06-15.html>>. Acesso em: 12 mai. 2018.

PEREIRA, E. A.; MARTINS, J. R.; ALVES, V. S.; DELGADO, E. I. A contribuição de John Dewey para a educação. **Rev. Eletrôn. Educ.**, v. 3, n. 1, 2009.

PÉREZ, C. A.; MOLINÍ, A. M. V. Consideraciones generales sobre la alfabetización científica em los museos de la ciencia como espacios educativos non formales. **Rev. Electrón. Enseñ. Ciencias**, v. 3, n. 3, p.1-26, 2004.

PERKOSKI, I. R. **Desenvolvimento e avaliação de um jogo educativo para o ensino de comportamentos de prevenção do bullying escolar**. 2015. 100 p. Dissertação (Mestrado em Análise do Comportamento) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

PORTO, M. F. S. Pode a Vigilância em Saúde ser emancipatória? um pensamento alternativo de alternativas em tempos de crise. **Ciênc. & Saúd. Colet.**, v. 22, n. 10, p.3149-59, 2017.

PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. **Ciênc. & Educ.**, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.

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. **Quim. Nova**, v. 34, n. 7, p. 1260-1264, 2011.

RAJAGOPALAN, K. **Por uma linguística crítica: linguagem, identidade e a questão ética**. São Paulo: Parábola Editorial, 2013. 143 p.

RAMALHOSO, Wellington. Prejuízo em Mariana é quatro vezes a soma de royalties pagos pela Samarco. **UOL**. Cotidiano. Publicado em 15 nov. 2015. Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2015/11/15/prejuizo-com-desastre-e-o-quadruplo-do-que-mariana-mg-recebe-por-minerio.htm>>. Acesso em: 12 mai. 2018.

RANDI, M. A. F.; CARVALHO, H. F. Learning through role-playing games: an approach for active learning and teaching. **Rev. Bras. Educ. Med.**, v. 37, n. 1, p. 80-88, 2013.

RIBEIRO, R. M. L.; MARTINS, I. O potencial das narrativas como recurso para o ensino de ciências: uma análise em livros didáticos de Física. **Ciênc. & Educ.**, v. 13, n. 3, p. 293-309, 2007.

RIBEIRO, R. J.; SILVA, S. C. R.; KOSCIANSKI, A. Organizadores prévios para a aprendizagem significativa em física: o formato curta de animação. **Ensaio**, v.14, n. 3, p. 167-183, 2012.

RICARDO, E. C. A problematização e a contextualização no ensino das ciências: acerca das idéias de Paulo Freire e Gérard Fourez. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., Bauru, 2003. **Anais...** Disponível em: <<http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/ivenpec/Arquivos/Orais/ORAL019.pdf>>. Acesso em: 12 mai. 2018.

RODRIGUES, S. **Roleplaying Game e a pedagogia da imaginação no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. 210 p.

RODRÍGUEZ, J. A.; LÓPEZ, L. D.; GONZÁLEZ, L. F. La narrativa transmedia como experiência de simulación de inteligencia colectiva. El caso de Atrapados. **Avances**, p. 60-74, 2005.

ROGERS, Alan. **Looking again at non-formal and informal education**: towards a new paradigm. 2004. 80 p.

ROSA, M. **A construção de identidades online por meio do role-playing game**: relações com o ensino e aprendizagem de matemática em um curso à distância. 2008. 267 p. (Doutorado em Educação Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2008.

ROSA, M. A. Pesquisa qualitativa em educação matemática à distância: aspectos importantes do uso do role-playing game como procedimento metodológico de pesquisa. **Educar em Revista**, n. 45, p. 231-258, 2012.

ROSAS, M. Por uma teoria da tradução do humor. **D.E.L.T.A.**, v. 19, n. esp., p. 133-161, 2003.

SALDANHA, A. A.; BATISTA, J. R. M. A concepção do role-playing game (RPG) em jogadores sistemáticos. **Psicol. Ciênc. Profis.**, v. 29, n. 4, p. 700-717, 2009.

SAMAGALA, R.; PEDUZZI, L. O. Q. Uma experiência com o projeto Manhattan no ensino fundamental. **Ciênc. & Educ.**, v. 10, n. 2, p. 259-276, 2004.

SANTOS, B. S.; MENESES, M. P. (Orgs.). **Epistemologias do Sul**. Coimbra: Almedina, 2009. 518 p.

SANTOS, E. C. P. The Raven e seu voo para a língua brasileira de sinais. **Cad. Trad.**, v. 37, n. 2, p. 132-158, 2017.

SANTOS, Milton. **Da totalidade ao lugar**. São Paulo: Edusp, 2008. 176p.

SANTOS, W. L. P. Letramento em química, educação planetária e inclusão social. **Quím. Nova**, v. 29, n. 3, p. 611-620, 2006.

SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Rev. Brasil. Educ.**, v. 12, n. 36, 2007.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para a ação social responsável no ensino de ciências. **Ciênc. & Educ.**, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

SÃO PAULO. **Decreto nº 33.873, de 27 de setembro de 1991**. Dispõe sobre a incorporação da Faculdade de Engenharia Química de Lorena – FAENQUIL, ao Sistema Estadual de Ensino Superior como autarquia de regime especial.

SÃO PAULO. Secretaria de Educação. **Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Ensino Fundamental – Ciclo II e Ensino Médio**. São Paulo: SEE, 2010.

SCARPA, D. L.; TRIVELATO, S. L. F. A linguagem e a alfabetização científicas: características linguísticas e argumentativas de artigos científicos. **Genética na Escola**, v. 7, n. 2, p. 46-57, 2012.

SCHWARTZMAN, S.; CHRISTOPHE, M. **A educação em ciências no Brasil**. 119 p. Disponível em: <<https://www.abc.org.br/IMG/pdf/doc-210.pdf>>. Acesso em: 19 mai. 2018.

SEPÚLVEDA, C.; EL-HANI, C. N. Apropriação do discurso científico por alunos protestantes de biologia: uma análise à luz da teoria da linguagem de Bakhtin. **Investig. Ens. Ciênc.**, v. 11, n. 1, p. 29-51, 2006.

SERRAO, L. F. S.; CATELLI JR, R.; CONRADO, A. L.; CURY, F.; LIMA, A. L. D'IMPERIO. A experiência de um indicador de letramento científico. **Cadernos de Pesquisa**, v. 46, n. 160, p. 334-361, 2016.

SHAMOS, M. H. **The myth of scientific literacy**. New Brunswick: Rutgers University Press, 1995. 288 p.

SHEN, B. S. P. Science literacy. **American Scientist**, v. 63, n. 3, p. 265-268, 1975.

SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. Ciência, tecnologia e suas relações sociais: a percepção de geradores de tecnologia e suas implicações na educação tecnológica. **Ciênc. & Educ.**, v. 15, n. 3, p. 681-694, 2009.

SLAVIN, R. Development and motivational perspectives on cooperative learning: a reconciliation. **Child development**, v. 58, p. 1161-1167, 1987.

SOARES, A. D.; COUTINHO, F. A. Leitura, discussão e produção de textos como recurso didático para o ensino de biologia. **RBPEC**, São Paulo, v. 9, n. 2, 2009.

SOARES, A. L. R. (Org.). **Educação patrimonial: relatos e experiências**. Santa Maria: UFSM, 2003. 120 p.

SOARES, A. N.; GAZZINELLI, M. F.; SOUZA, V.; ARAÚJO, L. A. L. Role-playing game (RPG) como estratégia pedagógica na formação do enfermeiro: relato da experiência de criação do jogo. **Texto Contexto Enferm.**, v. 24, n. 2, p. 600-608, 2015.

SOARES, M. Letramento e alfabetização: as muitas facetas. **RBPEC**, n. 25, p. 5-17, 2004.

SOUZA, J. R.; BARBOSA, A. C. Contaminação por mercúrio e o caso da Amazônia. **Quím. Nova na Escola**. n. 12, 2000.

SOUZA FILHO, Danilo Marcondes. Apresentação – A filosofia da linguagem de J. L. Austin. In: SOUZA FILHO, D. M. **Quando dizer é fazer: palavras e ação**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1990. p. 7-17.

SOUZA, N. A.; BORUCHOVITCH, E. Mapas conceituais: estratégia de ensino/aprendizagem e ferramenta avaliativa. **Educ. Rev.**, v. 26, n. 3, 2010.

STAMATO, B. Top 10 RPGs de mesa. **EI NERD!**. Disponível em: <<http://www.einerd.com.br/games/17669/>>. Acesso em: 21 set. 2016.

STAKE, R. E. **Investigación con estudio de casos**. Madrid: Morata, 1999. 155 p.

SUISSO, C; GALIETA, T. Relações entre leitura, escrita e alfabetização/letramento científico: um levantamento bibliográfico em periódicos nacionais da área de ensino de ciências. **Ciênc. Educ.**, v. 21, n. 4, p. 991-1009, 2015.

TAGATA, W. M. Letramento crítico, ética e ensino de língua inglesa no século XXI: por um diálogo entre culturas. **RBLA**, v. 17, n.3, p. 379-403, 2017.

TEIXEIRA, F. M. Alfabetização científica: questões para reflexão. **Ciênc. & Educ.**, v. 19, n. 4, p. 795-809, 2013.

TENREIRO-VIEIRA, C.; VIEIRA, R. M. Literacia e pensamento crítico: um referencial para a educação em ciências e em matemática. **Rev. Brasil. Educ.**, v. 18, n. 52, p. 163-242, 2013.

TORRE, L.; CAMPOREZ, P. Watu morreu: a transformação da vida às margens do Rio Doce após a tragédia de Mariana. **Huffpost Brasil**. Publicado em 24 abr. 2017. Disponível em: <https://www.huffpostbrasil.com/2017/04/24/watu-morreu-a-transformacao-da-vida-as-margens-do-rio-doce-apos_a_22053641/>. Acesso em: 14 jul. 2017.

TOTAL RPG. Programas para jogar RPG de mesa online. **Total RPG**. Publicado em 24 jan. 2015. Disponível em: <<https://totalrpg.wordpress.com/2015/01/24/programas-para-jogar-rpg-de-mesa-online/>>. Acesso em: 12 mai. 2018.

TRILLA, J.; GROS, B.; LÓPEZ, F.; MARTÍN, M. J. **La educación fuera de la escuela: ámbitos no formales y educación social**. Barcelona: Ariel Educación, 2003. 280 p.

TRINDADE, N. Infográfico: entenda como ocorreu o rompimento da barragem em Mariana. 23 nov. 2015. **CORREIO BRAZILIENSE**. Disponível em: <http://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/brasil/2015/11/23/internas_polbraeco,507674/infografico-entenda-como-ocorreu-o-rompimento-da-barragem-em-mariana.shtml>. Acesso em: 19 abr. 2016.

UKA. **Quem Somos**. Disponível em: <<http://institutouka.blogspot.com.br/p/quem-somos.html>>. Acesso em: 12 mai. 2018.

VALE. **Extração minério de ferro**. 2003. 4'02". Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=_M50bJTXfIA>. Acesso em: 19 set. 2015.

VANINI, L. A construção de identidades online por meio do role-playing game: relações com o ensino e aprendizagem de matemática em um curso à distância. **Bolema**, v. 28, n. 50, p. 1567-73, 2014.

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 Ci. Biol./Saúde**, v. 13, n. 2, p. 52-57, 1992.

VIVES, E. E.; PÉREZ, D. C. L.; CARMONA, C. A. D.; GARCÍA, A. L. R.; ÁLVAREZ, L. R.; PEÑALOZA-SUAREZ, E. Cómo fomentar la integración de niños con discapacidad intelectual a través del juego? Diseño de um kit. **Horizonte Sanitário**, v. 16, n. 2, p. 121-126, 2017.

WATANABE, G.; GURGEL, I.; MUNHOZ, M. G. O que se pode aprender com o evento Masterclasses - CERN na perspectiva do ensino de física de partículas. **Rev. Brasil. Ens. Fís.**, v. 36, n. 1, p. 1503-1 – 1503-10, 2014.

WILLEMSSEN, A. O autor da obra alheia. **Fragmentos**, v. 1, n. 1, p. 53-65, 1986.

YAMADA, M.; MOTOKANE, M. T. Alfabetização científica: apropriações discursivas no desenvolvimento da escrita de alunos em aula de ecologia. **Práxis**, v. 5, n. 10, p. 29-40, 2013.

ZANCHETTA JÚNIOR, J. O difícil diálogo entre escola e mídia. **Educ. Pesqui.**, v. 43, n. 4, p. 1055-1071, 2017.

ZANOTTO, M.; ROSE, T. Problematizar a própria realidade: análise de uma experiência de formação contínua. **Educ. & Pesq.**, v. 29, n. 1, p. 45-54, 2003.

YIN, R. K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. Tradução de Daniel Grassi. Porto Alegre: Bookman, 2001. 2 ed. 200 p.

APÊNDICE A

Mapa Conceitual: O que é Alfabetização Científica em sentido estendido?

APÊNDICE B

Fichas dos Personagens: UKA, FLONA, EEL e IEV

UKA

<p>----- Mensagem encaminhada -----</p> <p>-</p> <p>De: Pasin <pasin@contato.com.br> Data: 12 de setembro de 2016 14:30 Assunto: [Investigação - questionário] Para: pesciotta@contato.com.br</p>		
<div>UKA</div> <div>MINÉRIOS em jogo</div>		
DADOS Idade: 2 anos Fundação: 14 de março de 2014 Sede: Rua Guaicurus, nº 54, Vila Hepacaré, Lorena/SP	CONTATO Na Rua Guaicurus, nº 54, Vila Hepacaré, situa-se a Biblioteca Comunitária Bartolomeu Campos de Queirós. Telefone: (12) 3301-2190	ORIGEM Grupo de profissionais indígenas e não indígenas, renomados profissionais e ativistas de causas sociais brasileiras, presididos por Daniel Munduruku, com o propósito de valorizar os conhecimentos de povos indígenas brasileiros.
MISSÃO <ul style="list-style-type: none"> Promover a consciência da presença das culturas indígenas e de sua importância na formação da identidade nacional brasileira. 	OBJETIVOS <ul style="list-style-type: none"> Realizar e divulgar pesquisas e estudos e organizar documentação referente à temática indígena e disponibilizar seus resultados ao público interessado. Propiciar mesas-redondas, debates, seminários sobre a temática indígena e publicar seus resultados. 	

FLONA

<p>----- Mensagem encaminhada -----</p> <p>-</p> <p>De: Pasin <pasin@contato.com.br> Data: 12 de setembro de 2016 14:30 Assunto: [Investigação - questionário] Para: pesciotta@contato.com.br</p>		
<div>FLONA</div> <div>MINÉRIOS em jogo</div>		
DADOS Idade: 15 anos Fundação: 18 de julho de 2001 Reúne a maior e mais diversificada floresta de Mata Atlântica na vasta planície do descaracterizado Vale do Paraíba.	CONTATO Sede: Avenida Major Hermenegildo A. de Aquino, s/n, Lorena/SP (Referência: Estrada Lorena-Canas) Telefone: (12) 3157-2449	ORIGEM O local recebeu, por meio do Decreto 16.163 de 15/09/1923, um banco de sementes nativas que veio transferido da cidade de Deodoro/RJ. Hoje, com o nome atual, compõe um conjunto de 65 unidades federais administradas pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade.
MISSÃO <ul style="list-style-type: none"> Promover o uso múltiplo e sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas. 	OBJETIVOS <ul style="list-style-type: none"> Garantir a proteção dos recursos hídricos, das belezas cênicas e dos sítios históricos e arqueológicos. Fomentar o desenvolvimento da pesquisa científica básica e aplicada, da educação ambiental e das atividades de recreação, lazer e turismo. Fortalecer o Conselho Consultivo com representantes de órgãos públicos, organizações da sociedade civil e, se presentes, das populações tradicionais ali presentes. 	

EEL USP

<p>----- Mensagem encaminhada ----- De: Pasin <pasin@contato.com.br> Data: 12 de setembro de 2016 14:30 Assunto: [Investigação - questionário] Para: pesciotta@contato.com.br</p>

DADOS Idade: 10 anos Fundação: 29 de maio de 2006. Sede: Estrada Municipal do campinho, s/n, Lorena/SP.	CONTATO Área 1: Estrada Municipal do campinho, s/n, Ponte Nova, Lorena/SP. Telefone: (12) 3159-5000 Área 2: Pólo Urbo-Industrial Gleba AI-6, Fazenda Mondezir (Estrada Santa Lucrécia, 8940). Telefone: (12) 3159-5016	ORIGEM Em 29/04/1969 foi fundada a instituição, então municipal. Em 27/09/1991 foi incorporada ao Sistema Estadual de Ensino Superior. A partir de 29/05/2006 foi transferida e adotou o nome atual.
MISSÃO <ul style="list-style-type: none"> Concentrar áreas de pesquisa estratégica para o desenvolvimento nacional, buscando produtos e processo que impulsionem o progresso científico e tecnológico do país, envolvendo campos como biotecnologia industrial, metais refratários, química e meio ambiente. 	OBJETIVOS <ul style="list-style-type: none"> Ministrar ensino superior em níveis de graduação e pós-graduação. Realizar pesquisa básica e aplicada. Prestar serviços especiais. Oferecer cursos técnicos de 2º grau. 	

IEV

<p>----- Mensagem encaminhada ----- De: Pasin <pasin@contato.com.br> Data: 12 de setembro de 2016 14:30 Assunto: [Investigação - questionário] Para: pesciotta@contato.com.br</p>

DADOS Idade: 43 anos Fundação: 30 de junho de 1973 Sede: Rua Dom Bosco, nº 284, Centro, Lorena/SP	CONTATO Acervo fica localizado no Centro Universitário Salesiano - Unisal. Telefone: (12) 3159-2033 Ramal 335/349 Contato: Diego Amaro de Almeida (História) às quartas e quintas, das 13h30 às 17h30.	ORIGEM Quarenta e dois colegas, de várias cidades do Vale do Paraíba, reúnem-se para divulgar seus estudos sobre o Vale do Paraíba.
MISSÃO <ul style="list-style-type: none"> Defender o patrimônio ambiental, histórico e cultural do Vale do Paraíba. Centralizar os estudos e pesquisas sobre a região do Vale do Paraíba. 	OBJETIVOS <ul style="list-style-type: none"> Congregar estudiosos e pesquisadores. Manter biblioteca, arquivo, filmoteca, mapoteca. Promover simpósios, congressos, seminários, cursos e pesquisas relacionadas ao Vale do Paraíba. 	

APÊNDICE C

Transcrição do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido fornecido aos sujeitos de pesquisa

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Participação em pesquisa científica: Promoção de letramento científico por meio de educação patrimonial e de mapas conceituais em jogo de RPG

Pesquisadora responsável: Vânia de Oliveira Alves

(Aluna de mestrado em Projetos Educacionais de Ciências na Escola de Engenharia de Lorena EEL-USP. Contato: vaniaalves@usp.br)

Eu, _____, aluno (a) do _____ ano do Ensino Médio da ETEC Pe. Carlos Leôncio da Silva, declaro ter conhecimento sobre a pesquisa **“Promoção de letramento científico por meio de educação patrimonial e de mapas conceituais em jogo de RPG”**, que tem como objetivo aumentar a compreensão sobre o conhecimento científico presente em temas debatidos no cotidiano, de forma inovadora e lúdica, em um jogo de RPG adaptado para fins didáticos.

É de meu conhecimento que minha participação não é obrigatória e não trará riscos previsíveis. Caso desejar, sei que posso desistir a qualquer momento, sem que isso cause nenhum prejuízo. Serei acompanhado (a) pela pesquisadora responsável e pelo professor da turma durante a aplicação dos instrumentos de pesquisa (jogos, computadores, questionários, apresentações), podendo tirar dúvidas que apareçam em quaisquer das etapas do estudo.

Autorizo o uso e veiculação de depoimentos, imagens e vídeos para fins desta pesquisa, com os direitos previstos no Estatuto da Criança e do Adolescente, ciente de que não haverá nenhuma forma de reembolso em dinheiro.

Aceito participar voluntariamente desta pesquisa, sabendo que os dados coletados estarão sob o resguardo científico e o sigilo profissional, e serão utilizados apenas para alcançar os objetivos desta pesquisa acadêmica.

Lorena, _____ de _____ de 2016.

Assinatura do Aluno/Aluna

Assinatura da Pesquisadora (Vânia de Oliveira Alves)

APÊNDICE D

Enredo da Sessão 1 (Aplicação 1)

	<p>Vocês foram selecionados para integrar nossa equipe de investigação alocada em Lorena.</p> <p>A urgência da situação não nos permitiu maiores esclarecimentos na semana anterior. Confesso que eu também não disponho de muitos detalhes, sei apenas que há más notícias vindas das Minas Gerais, mas...</p> <p>Ah, me desculpem! Preciso me apresentar. Sou Pasin, jornalista do Correio de Lorena.</p> <p>Muito obrigada pela pronta colaboração de todos ao preencher aquele questionário!</p> <p>Bem... Fato é que precisamos identificar no questionário alguns elementos, algumas pistas para prosseguirmos nosso trabalho.</p> <p>Aos poucos, vou dividir com vocês algumas das informações preliminares de que eu e minha equipe de redação dispomos.</p> <p>Para isso, vou colocá-los em contato com quatro grandes parceiros, que têm contribuído muito com a busca de evidências para alguns mistérios que chegaram à nossa redação.</p> <p>Vou repassar os dados desses parceiros para que vocês providenciem contato o mais rápido possível.</p>
Sessão 1	<p>Não se preocupem, vocês não precisarão sair de Lorena.</p>
<u>Data:</u> 14 out. 2016	<p>O primeiro parceiro que apresento a vocês dedica-se principalmente a atividades de pesquisa científica na área química, e também ao ensino.</p> <p>O segundo se interessa bastante por pesquisas relacionadas à história e ao meio ambiente. Realiza periodicamente eventos e premiações para divulgar esses estudos.</p>
<u>Duração:</u> 50 minutos	<p>Já o terceiro entende muito de saberes dos povos indígenas, conhecimento que divulgam em uma biblioteca especializada.</p> <p>Por fim, o quarto dedica-se à preservação da flora e da fauna em grandes extensões de nosso território.</p> <p>Omiti seus nomes propositalmente, pois é preciso ter cautela! Podemos estar sendo monitorados...</p>
	<p>Sim, eu sei, são muitas informações. E nosso tempo é curto.</p> <p>Por isso, separei este material para que fique mais claro.</p> <p>Preciso que observem suas características e selecionem aquele parceiro com o qual vocês mais se identificam: <i>[Escolha dentre as Fichas de personagens (APÊNDICE B) distribuídas sobre a mesa do professor]</i></p>
	<p>Escolhas feitas? Muito bem! Agora já temos nossas equipes de trabalho.</p> <p>De agora em diante, vocês farão parte deste time e representarão este parceiro em todas as nossas reuniões, combinado? Tenho certeza de que trarão contribuições muito importantes para nossa investigação, com base no conhecimento de cada um destes parceiros. <i>[Cada equipe recebe um conjunto de conceitos e um conjunto de termos de ligação].</i></p>

APÊNDICE E

Sessão 2 (Aplicação 1)

- EEL – Introdução

Bom dia!

Aqui fala o Pasi novamente.

Nossa redação recebeu o trabalho feito por vocês na semana passada.

Em primeiro lugar, muito obrigado. E parabéns pela perspicácia!

Bem, durante estes dias em que não entramos em contato, inserimos estas informações do mapa conceitual no software CMaps.

Vejam como ficou:

- EEL – Questão 1

Agora observe, abaixo, um interessante trecho do trabalho feito pela equipe FLONA.

Como você faria para unir essa nova informação ao mapa conceitual da semana passada?

Opção 1: por causa de (resposta esperada)

Opção 2: apesar de

Opção 3: com

Opção 4: e também

Opção 5: mas

RESPONDENTES: 3

Opção 1: 1 voto

Opção 3: 1 voto

Opção 4: 1 voto

- EEL – Questão 2

Já a equipe do Instituto Uka nos forneceu estes dados:

Como você faria para unir essa nova informação ao mapa conceitual da semana passada?

- Opção 1: favorece
 Opção 2: motivada por
 Opção 3: afeta (resposta esperada)
 Opção 4: fornecido pelo
 Opção 5: medido pelo

RESPONDENTES: 3

Opção 3: 3 votos

- EEL – Questão 3

O Instituto de Estudos Valeparaibanos encontrou, nos arquivos, esta informação:

Como você faria para unir essa nova informação ao mapa conceitual da semana passada?

- Opção 1: irrelevante para
 Opção 2: dependente da
 Opção 3: prejudicou
 Opção 4: não alterou
 Opção 5: importante para (resposta esperada)

RESPONDENTES: 3

Opção 5: 3 votos

- UKA – Introdução

Bom dia!

Aqui fala o Pasin novamente.

Nossa redação recebeu o trabalho feito por vocês na semana passada.

Em primeiro lugar, muito obrigado. E parabéns pela perspicácia!

Bem, durante estes dias em que não entramos em contato, inserimos estas informações do mapa conceitual no software CMaps.

Vejam como ficou:

- UKA – Questão 1

Na semana passada,
uma representante do Povo Munduruku
forneceu uma importante informação a vocês

Como você faria para unir
essa nova informação
ao mapa conceitual da semana passada?

- Opção 1: orientado por
Opção 2: representado por (resposta esperada)
Opção 3: desmentido por
Opção 4: ignorado por
Opção 5: silenciado por

RESPONDENTES: 6

- Opção 2: 4 votos
Opção 3: 2 votos

- UKA – Questão 2

Outro relato colhido
entre o povo Munduruku
afirma que:

Como você faria para unir
essa nova informação
ao mapa conceitual da semana passada?

Opção 1: acabou com a	<u>RESPONDENTES:</u> 6
Opção 2: diminuiu a	
Opção 3: causou a (resposta esperada)	Opção 3: 6 votos
Opção 4: não interferiu na	
Opção 5: não tem influência sobre	

- UKA – Questão 3

Uma das bases da alimentação
do povo Munduruku é o peixe.
Por isso, pode-se dizer que:

Opção 1: evita	<u>RESPONDENTES:</u> 6
Opção 2: substitui	
Opção 3: identifica	
Opção 4: mata	Opção 1: 3 votos
Opção 5: consome (resposta esperada)	Opção 3: 1 voto
	Opção 5: 2 votos

- IEV – Introdução

Bom dia!

Aqui fala o Pasin novamente.

Nossa redação recebeu o trabalho feito por vocês na semana passada.

Em primeiro lugar, muito obrigado. E parabéns pela perspicácia!

Bem, durante estes dias em que não entramos em contato, inserimos estas informações do mapa conceitual no software CMaps.

Vejam como ficou:

- IEV - Questão 1

Os parceiros da EEL USP
forneceram esta informação:

Como você faria
para unir essa nova informação
ao mapa conceitual
da semana passada?

- Opção 1: irrelevante para
- Opção 2: dependente da
- Opção 3: prejudicou
- Opção 4: não alterou
- Opção 5: importante para (resposta esperada)

RESPONDENTES: 4

Opção 5: 4 votos

- IEV – Questão 2

**A equipe do Instituto Uka
obteve este trecho de entrevista
com uma representante
do povo Munduruku:**

**Como você faria para unir
essa nova informação
ao mapa conceitual da semana passada?**

Opção 1: melhorando

RESPONDENTES: 4

Opção 2: eliminando

Opção 3: não interferindo em

Opção 3: 1 voto

Opção 4: causando (resposta esperada)

Opção 4: 3 votos

Opção 5: combatendo

- FLONA – Introdução

Bom dia!

Aqui fala o Pasin novamente.

Nossa redação recebeu o trabalho feito por vocês na semana passada.

Em primeiro lugar, muito obrigado. E parabéns pela perspicácia!

Bem, durante estes dias em que não entramos em contato, inserimos estas informações do mapa conceitual no software CMaps.

Vejam como ficou:

- FLONA – Questão 1

Agora observe, abaixo,
um interessante trecho do trabalho
feito pela equipe EEL USP:

Como você faria
para unir essa nova informação
ao mapa conceitual
da semana passada?

RESPONDENTES: 5

Opção 1: por causa de (resposta esperada)
Opção 2: apesar de
Opção 3: com
Opção 4: e também
Opção 5: mas

Opção 2: 1 voto
Opção 3: 2 votos
Opção 5: 1 voto

- FLONA – Questão 2

O Instituto Uka
forneceu esta informação
referente ao povo
Munduruku:

Como você faria
para unir essa nova informação
ao mapa conceitual
da semana passada?

RESPONDENTES: 5

Opção 1: afastado das
Opção 2: realizado nas (resposta esperada)
Opção 3: independente de
Opção 4: não é frequente nas
Opção 5: não ocorre em

Opção 2: 1 voto
Opção 3: 2 votos
Opção 5: 1 voto

APÊNDICE F

Enredo da Sessão 3 (Aplicação 1)

Muito bem! Mais uma vez posso confirmar a importância do trabalho em equipe. Agora, por favor, aguarde a próxima ação.

Sessão 3

[VOLTAR](#)
[PRÓXIMA](#)

Data:

4 nov.

2016

Duração

:

50

minutos

Fomos interrompidos por esse relato da nossa jornalista correspondente em Minas Gerais... Vamos observá-lo:

"Um rio de lama, distritos destruídos e centenas de vidas devastadas. O rompimento da Barragem Fundão, em Mariana (MG), há duas semanas, arrasou mais que uma região do país. Causou um desastre ambiental irreparável e vitimou famílias. O marrom dos rejeitos que percorreram mais de 800km em 15 dias descoloriu para sempre a vida de centenas de mineiros. São pessoas que perderam casas, parentes — sete mortes relacionadas ao acidente e quatro pessoas ainda não identificadas —, empregos e até o desejo de continuar vivendo. A quebra da estrutura da barragem virou um marco na vida de milhares de atingidos. Sem lar, desabrigados vivem sob tetos emprestados ou convivem em colégios e ginásios. As roupas vieram de doações. Para cada um daqueles que perderam tudo restaram apenas as lembranças do passado. As punições à mineradora Samarco, da Vale e da anglo-australiana BHP Billiton não devolverão a história às famílias. Aqueles 55 milhões de metros cúbicos de rejeitos lavaram o presente dos distritos de Bento Rodrigues e de Paracatu de Baixo, matando o Rio Doce de Minas Gerais até o Espírito Santo. Na noite de sexta-feira, o vocalista Eddie Vedder, do Pearl Jam, discursou sobre a tragédia em Mariana e prometeu ajudar as vítimas, com a doação do cachê."

TRINDADE, N. Infográfico: entenda como ocorreu o rompimento da barragem em Mariana. Correio Braziliense, Brasília, 23 nov. 2015. Disponível em:

<http://www.correio braziliense.com.br/app/noticia/brasil/2015/11/23/internas_polbraeco,507674/infografico-entenda-como-ocorreu-o-rompimento-da-barragem-em-mariana.shtml>.

Acesso em: 17 out. 2016.

APÊNDICE G

Respostas dadas à Questão 5 do Questionário Diagnóstico (Aplicação 1)

1	O Numero de reservas e os teores de nióbio presente favorecem uma grande produção e consequentemente o domínio brasileiro .
2	brasil possui uma infinidade de recursos e de locais para se produzir os mesmos.
3	O dominio brasileiro da exportação de minerios é devido a grande quantidade de minas no Brasil e também por essas minas tem grande porção de minerios e por sua vida util ser longa
4	sim, as condições do ambiente
5	A área das reservas é extensa, por isso a produção é maior
6	Sim, são as condições deste ambiente
7	o tamanho da reserva e a vida util da mina
8	Sim, pois com uma mineração em céu aberto, maiores reservas de mineração e mais séculos nessa área se torna mais fácil a extração e venda dos minérios
9	Há outra informação, além de ser em local aberto, tem alto teor de nióbio, e com vida util maior que 20 anos.
10	Sim, pois com uma mineração em céu aberto, maiores reservas de mineração e mais séculos nessa área se torna mais fácil a extração e venda dos minérios
11	há informações, pelo valor de reservas e mineração isso traz o dominio brasileiro
12	Sim, pois as reservas brasileiras são mais extensas que as outras
13	Basicamente o território brasileiro tem uma hegemonia deste recurso natural em específico.
14	<u>sim</u>
15	devido ao tamanho das reservas, a forma de extração e vida util da mina
16	Há informação na tabela, já que a vida útil das minas no brasil são maiores e suas reservas também
17	devido ao tamanho e a vida util de suas minas
18	Sim, pois o Brasil possui uma maior extensão de território de reservas minerais e possui uma maior vida útil.

19 sim, como na mineração a céu aberto, é mais pratica do que na subterranea

20 sim pois o territorio brasileiro é muito rico de nióbio

demais, além disso não só pelos simples fato das informações presentes no gráfico
destacarem

bem isso como também o fato do Brasil ser o único rico riquezas naturais

21

Sim, pois além das quantidades brasileiras e os teores serem maiores são todos a

22 céu aberto, já a mina canadense é subterrânea.

APÊNDICE H

Respostas dadas à Questão 6 do Questionário Diagnóstico (Aplicação 1)

1	A estrada real
2	Monumento aos bandeirantes.
3	Significa a importancia da fase historica de mineração no nosso vale
4	os caminhos percorridos a fim de encontrar o caminho das minas
5	Estação de Trem
6	Significa os caminhos percorridos para chegar até as localidades de minas.
7	pra mostrar que lorena fazia parte da estrada real
8	No monumento mostra que a cidade já fora importante para a era de ouro brasileira
9	é o mapa do estrada real, a qual leva as cidades do interior de Minas Gerais.
10	No monumento mostra que a cidade já fora importante para a era de ouro brasileira
11	é o mapa do caminho da estrada real
12	Em emblema e o um mapa da Estrada Real, lugar por onde os lusiatas passavam durante suas expedições
13	A estrutura geográfica de um importante meio comercial da região.
14	não sei
15	para mostrar que Lorena fazia parte de um dos caminhos de acesso as minas
16	Mostra as principais regiões de mineradoras
17	mostrar que lorena fez parte da estrada real
18	Significa que no local era estrada real, onde se passava com os minérios até o litoral.
19	Ele indica o caminho que era traçado pelos mineradores na época da "caçada" ao ouro
20	monumento em representação da rota de transporte dos minérios da época
21	Bom digamos que seria uma forma de lembrar o ato histórico da cidade em si de ter tido uma participação durante o trajeto de ligação entre as demais cidades até a as minas do centro-sul.
22	Um mapa das rotas de mineração

APÊNDICE I

Respostas dadas à Questão 10 do Questionário Diagnóstico (Aplicação 1)

1	o ouro encontrado em "veios" estão incrustados em rochas a onde são encontrados já as pepitas são grãos podendo ser encontrados em leitos de rios e podem ter grandes volumes
2	Não sei.
3	pepitas são pequenos partes do metal, e veio já é em em grande escala
4	sua composição
5	Não sei explicar
6	pepitas são grãos estão presentes em leito de rios e sempre são encontrados em maior quantidade, enquanto veios encontram-se em rochas
7	é muito mais fácil extrair das pepitas levando em conta que é encontrado no leito dos rios e em grandes volumes.
8	veios são placas maiores não fora esmigalhadas por fatores ambientais ou por exploração, e pepitas já são pequenas pedras do minério que foram se desmanchando com o passar das eras ;)
9	Veios é o ouro "grudados" em rochas ou dentro de rochas, já as pepitas são grão espalhados encontrado mais facilmente em água
10	veios são placas maiores não fora esmigalhadas por fatores ambientais ou por exploração, e pepitas já são pequenas pedras do minério que foram se desmanchando com o passar das eras ;)
11	pepitas são como pequenos grãos com uma quantidade de ouro elevado encontrado no leito dos rios. E Veios, são pequenos grupos ajuntados como pedras com uma porcentagem de ouro encontrada em rochas
12	Pepitas podem ter uma maior concentração de ouro por ser encontrado em leito de rios, ao contrario das incrustação, que são encontrados em rochas.
13	Veios de minérios são grandes aglomerados de minérios, enquanto pepitas são pequenas concentrações.
14	não sei
15	nas pepitas o ouro é encontrado em maiores quantidades do que em veios devido ficar no leito dos rios

16 A exploração do veios é mais difícil por ser encontradas em rochas, já a pepitas são
mais fáceis de explorar e podem ser encontradas em grande volume sendo assim
mais viável

17 veios são incrustações encontradas em rochas e pepitas são grãos ou palhetas
encontradas em leitos de rios

18 Veios são minerais que estão presentes dentro da rocha em conjunto com outros
minérios . Pepitas são pequenas pedras de ouro

19 veios, mais brutos, pepitas, algo mais sofisticado e de maior tamanho

20 como ouro

21 veios encontrados em rochas, pepitas encontrados em rios

22 Pepitas podem ser encontradas utilizando métodos mais fáceis já que ficam de certa
forma a céu aberto, entretanto, veios necessitam de alta escavação em rochas que
demanda mais gastos.