



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

DANDARA NYEGILLA SILVA GOMES

ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA POR MEIO DA CRIAÇÃO
DE JOGOS DIGITAIS DO TIPO RPG

SÃO LUÍS - MA

2020

DANDARA NYEGILLA SILVA GOMES

**ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA POR MEIO DA CRIAÇÃO
DE JOGOS DIGITAIS DO TIPO RPG**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Dr. Hawbertt Rocha Costa

SÃO LUÍS - MA

2020

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

Gomes, Dandara Nyegilla Silva. Alfabetização Científica por meio da criação de jogos digitais do tipo RPG / Dandara Nyegilla Silva Gomes. 2020.
139 f.
Orientador(a): Hawbertt Rocha Costa.
Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática/ccet, Universidade Federal do Maranhão, São Luís - MA, 2020.
1. Alfabetização Científica. 2. Criação de jogos digitais. 3. RPG Maker. 4. Situação-problema. 5. Teoria da Ação Mediada. I. Costa, Hawbertt Rocha. II. Título.

DANDARA NYEGILLA SILVA GOMES

**ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA POR MEIO DA CRIAÇÃO
DE JOGOS DIGITAIS DO TIPO RPG**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 14/ 08/ 2020

Banca Examinadora

Prof. Dr. Hawbertt Rocha Costa (Orientador)
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Eduardo Luiz Dias Cavalcanti
Universidade de Brasília – UnB

Profa. Dra. Mariana Guelero Valle
Universidade Federal do Maranhão – UFMA

Ao meu Mestre, o único Deus verdadeiro,
Senhor e Salvador da minha vida. A Ele dedico
este trabalho.

AGRADECIMENTOS

Expresso a minha gratidão a quem escreveu a minha história e esteve comigo todos os dias nessa caminhada. A quem nunca me deixou sozinha, mesmo nos dias em que humanamente eu estava sem companhia. A quem me deu graça para superar todos os obstáculos e cumprir todas as minhas tarefas com êxito; e misericórdia para que minhas forças fossem renovadas todos os dias. A Ele, o Deus da minha salvação, o dono da minha vida, o motivo da minha alegria: YHWH, Deus Pai; seu Filho Jesus Cristo; e ao querido consolador Espírito Santo.

Agradeço aos meus pais, Ana e Darlan, à minha irmã Yanni e aos meus familiares por me proporcionarem suporte moral, emocional e financeiro, fundamentais para minha estadia em São Luís e para as minhas idas e vindas às três cidades que foram palco dessa jornada: Santa Inês, meu lar, aonde encontrava aconchego; São Luís, aonde residi por um ano para cursar as disciplinas; e Bacabal, lugar em que estagiei e realizei o meu projeto.

Nas duas últimas cidades citadas, conheci pessoas que foram imprescindíveis nessa caminhada de dois anos, especialmente cito minhas companheiras de resistência às ideologias que ferem a moralidade de Deus, minhas amigas Lizandra Alves e Daniela Guimarães. Com elas aprendi lições para toda a vida.

Estendo os agradecimentos à CAPES, pelo recurso financeiro, e a todo o corpo docente do PPECEM, particularmente ao Prof. Dr. Hawbertt Rocha Costa, pela prontidão na orientação. Agradeço também a todos os envolvidos na realização do projeto, professores e alunos do C.E. Estado do Ceará e da UFMA campus Bacabal, em especial aos alunos participantes da pesquisa e aos integrantes do grupo de pesquisa PEDIC, que foram fundamentais para o desenvolvimento desta pesquisa.

Não poderia esquecer-me de agradecer a todos que sempre oraram por mim, por minha família, por meus projetos e sonhos. Minha gratidão à minha avó Lourdes (*in memoriam*) e à minha amiga Débora Oliveira, pessoas a quem Deus incomodou muitas vezes para intercederem por mim.

Por fim, meu agradecimento singular ao meu amor, Lucas, companheiro de todas as horas e para toda a vida, meu maior incentivador. Deixo aqui registrada minha gratidão para que no futuro possamos lembrar o quanto valeu a pena esperar e confiar somente em Deus.

Se vocês continuarem a obedecer aos meus ensinamentos, serão, de fato, meus discípulos e conhecerão a verdade, e a verdade os libertará.

Jesus Cristo in (João 8:31,32)

RESUMO

O ensino de ciências objetiva, além da compreensão de conceitos, a formação para a cidadania. Nesse sentido, currículos de ciências e propostas pedagógicas almejam a promoção da Alfabetização Científica ou Letramento Científico, como é o caso da Base Nacional Comum Curricular. Apesar da variação de termos, no que se refere ao que deve ser ensinado na educação em ciências, tanto Alfabetização quanto Letramento Científico abrangem aspectos em comum: por um lado, o entendimento dos conhecimentos científicos conceituais e, por conseguinte, a aplicação desses conhecimentos de forma crítica e reflexiva, aspecto que está diretamente relacionado à abordagem Ciência Tecnologia e Sociedade. Dentre as possíveis estratégias utilizadas para alçar esses aspectos, destacamos nesta pesquisa a criação de jogos digitais. Propusemos e aplicamos uma Sequência Didática que teve por objetivo a promoção da Alfabetização Científica por meio da criação de jogos digitais com foco em conteúdos de química e em uma problemática socioambiental, na plataforma de criação de jogos RPG *Maker*. Os subsídios necessários para a produção dos jogos foram decorrentes da discussão de uma situação-problema cuja temática central foi a poluição atmosférica causada pelas queimadas. Para identificar as evidências do processo de Alfabetização Científica nos episódios da Sequência Didática, utilizamos a ferramenta metodológica Indicadores de Alfabetização Científica de Cerati (2014), adaptada conforme as especificidades desta pesquisa. Para entendermos quais os fatores que influenciaram a manifestação desses indicadores, analisamos o processo sob a ótica da Teoria da Ação Mediada, de Wertsch (1991, 1998). Esta pesquisa foi realizada com nove alunos da 1ª série do ensino médio de uma escola estadual da cidade de Bacabal-MA. A análise dos dados nos permite inferir que a criação de jogos digitais se constitui uma ferramenta cultural em potencial em estratégias de ensino que objetivem a Alfabetização Científica. A produção de significados a partir da criação dos jogos foi evidenciada pelos indicadores da Alfabetização Científica expressos tanto nos enredos quanto nos jogos como produto final e em todos os episódios que constituem a Sequência Didática. À luz da Teoria da Ação Mediada, verificamos que as interações sociais mediadas pelas ferramentas culturais contribuem substancialmente para o processo de produção de significados em ciências, isto é, a Alfabetização Científica.

Palavras-chave: Alfabetização Científica. Criação de Jogos Digitais. RPG Maker. Situação-problema. Teoria da Ação Mediada.

ABSTRACT

Science teaching aims, in addition to understanding concepts, training for citizenship. In this sense, science curricula and pedagogical proposals aim to promote Scientific Literacy or Scientific Literacy, as is the case with the Common National Curriculum Base. Despite the variation of terms, with regard to what should be taught in science education, both Literacy and Scientific Literacy cover aspects in common: on the one hand, the understanding of conceptual scientific knowledge and, therefore, the application of that knowledge of critical and reflective way, an aspect that is directly related to the Science, Technology and Society approach. Among the possible strategies used to raise these aspects, we highlight in this research the creation of digital games. We proposed and applied a Didactic Sequence that aimed to promote Scientific Literacy through the creation of digital games with a focus on chemistry content and a socio-environmental issue, on the RPG Maker game creation platform. The necessary subsidies for the production of the games were due to the discussion of a problem situation whose central theme was air pollution caused by fires. To identify the evidence of the process of Scientific Literacy in the episodes of the Didactic Sequence, we used the methodological tool Indicators of Scientific Literacy of Cerati (2014), adapted according to the specificities of this research. In order to understand which factors influenced the manifestation of these indicators, we analyzed the process from the perspective of Wertsch's Theory of Mediated Action (1991, 1998). This research was carried out with nine students from the 1st grade of high school in a state school in the city of Bacabal-MA. The analysis of the data allows us to infer that the creation of digital games constitutes a potential cultural tool in teaching strategies that aim at Scientific Literacy. The production of meanings from the creation of the games was evidenced by the Scientific Literacy indicators expressed both in the plots and in the games as a final product and in all the episodes that constitute the Didactic Sequence. In the light of the Theory of Mediated Action, we found that social interactions mediated by cultural tools contribute substantially to the process of producing meanings in science, that is, Scientific Literacy.

Keywords: Scientific Literacy. Creation of Digital Games. RPG Maker. Problem situation. Theory of Mediated Action.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Jogo <i>The Fire</i> (parte 1).	97
Figura 2 - Jogo <i>The Fire</i> (parte 2).	98
Figura 3 - Jogo <i>The Fire</i> (parte 3).	99
Figura 4 - Jogo <i>The Fire</i> (parte 4).	101
Figura 5 - Jogo <i>The Fire</i> (parte 5).	102
Figura 6 - Jogo <i>World Of Alchemy</i> (parte 1).	103
Figura 7 - Jogo <i>World Of Alchemy</i> (parte 2).	104
Figura 8 - Jogo <i>World Of Alchemy</i> (parte 3).	105
Figura 9 - Jogo <i>World Of Alchemy</i> (parte 4).	106
Figura 10 - Jogo <i>World Of Alchemy</i> (parte 5).	107
Figura 11 - Jogo <i>Green City</i> (parte 1).....	109
Figura 12 - Jogo <i>Green City</i> (parte 2).....	110
Figura 13 - Jogo <i>Green City</i> (parte 3).....	111
Figura 14 - Jogo <i>Green City</i> (parte 4).....	112
Figura 15 - Jogo <i>Green City</i> (parte 5).....	113
Figura 16 - Jogo <i>Green City</i> (parte 6).....	114

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Eixos estruturantes da Alfabetização Científica.....	21
Quadro 2 – Situação problema.....	36
Quadro 3 - Indicadores e atributos da Alfabetização Científica.....	43
Quadro 4 – Atributos e descrição do indicador Científico.....	46
Quadro 5 – Atributos e descrição do indicador Interface Social.....	47
Quadro 6 – Atributos e descrição do indicador Estético-Afetivo.....	48
Quadro 7 – Modelo de quadro para análise dos enunciados.....	54
Quadro 8 – Análise dos enunciados da seção 1 a.....	56
Quadro 9 – Análise dos enunciados da seção 1b.....	57
Quadro 10 – Análise dos enunciados da seção 1c.....	59
Quadro 11 – Análise dos enunciados da seção 1d.....	62
Quadro 12 – Análise dos enunciados da seção 1e.....	62
Quadro 13 – Análise dos enunciados da seção 1f.....	63
Quadro 14 – Análise dos enunciados da seção 1g.....	65
Quadro 15 – Análise dos enunciados da seção 1h.....	66
Quadro 16 – Análise dos enunciados da seção 2 a.....	70
Quadro 17 – Análise dos enunciados da seção 2b.....	71
Quadro 18 – Análise dos enunciados da seção 2c.....	72
Quadro 19 – Análise dos enunciados da seção 2d.....	74
Quadro 20 – Análise dos enunciados da seção 2e.....	75
Quadro 21 – Análise dos enunciados da seção 2f.....	78
Quadro 22 – Análise dos enunciados da seção 2g.....	79
Quadro 23 – Análise dos enunciados da seção 2h.....	82
Quadro 24 – Análise dos enunciados da seção 2i.....	82
Quadro 25 – Análise dos enunciados da seção 2j.....	83
Quadro 26 – Análise dos enunciados da seção 2k.....	84
Quadro 27 – Análise do enredo do grupo 01.....	88
Quadro 28 – Análise do enredo do grupo 02.....	91
Quadro 29 – Análise do enredo do grupo 03.....	93
Quadro 30 – Descrição dos personagens do jogo <i>The Fire</i>	96
Quadro 31 - Descrição dos personagens do jogo <i>World of Alchemy</i>	102
Quadro 32 – Descrição dos personagens do jogo <i>Green City</i>	108

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC - Alfabetização Científica

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

CTS - Ciência, Tecnologia, Sociedade

CTSA - Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente

RPG - Role Playing Game

PEDIC - Laboratório de Pesquisa em Ensino Digital para a Ciência

SEDUC - Secretaria de Educação do Estado

SD - Sequência Didática

TAM - Teoria da Ação Mediada

URE - Unidade Regional de Educação

UFMA - Universidade Federal do Maranhão

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E O ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA ABORDAGEM GERAL	16
2.1	<i>Scientific Literacy: Alfabetização ou Letramento Científico?</i>	17
2.2	Concepção de Alfabetização Científica adotada	19
2.3	O que propõe a BNCC para o ensino de Ciências da Natureza	21
3	CRIAÇÃO DE JOGOS DIGITAIS E ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA	25
3.1	Aprendizagem em jogos digitais	26
3.2	Aspectos fundamentais para a criação de jogos pedagógicos	27
3.3	Contribuições do estilo RPG para a aprendizagem em Ciências	29
4	PERCURSO METODOLÓGICO	33
4.1	Sujeitos e campo de pesquisa	33
4.2	Sequência Didática	35
4.3	Coleta e tratamento dos dados	40
4.4	Seleção dos dados	40
4.5	Análise dos dados	41
4.5.1	Indicadores da Alfabetização Científica	42
4.5.1.1	<i>Indicador Científico</i>	45
4.5.1.2	<i>Indicador Interface Social</i>	46
4.5.1.3	<i>Indicador Estético-Afetivo</i>	47
4.5.2	Teoria da Ação Mediada	49
4.6	Síntese do caminho metodológico	54
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
5.1	Categoria 1: Investigação das concepções prévias sobre a problemática	56
5.1.1	Análise da categoria 1 sob a ótica sociocultural	67
5.2	Categoria 2: Resolução da situação-problema	69
5.2.1	Análise da categoria 2 sob a ótica sociocultural	85
5.3	Categoria 3: Criação dos jogos	86
5.3.1	Análise dos enredos dos jogos	88
5.3.1.1	<i>Análise do enredo do grupo 01</i>	88
5.3.1.2	<i>Análise do enredo do grupo 02</i>	90
5.3.1.3	<i>Análise do enredo do grupo 03</i>	93

5.3.2	Análise dos jogos criados	95
5.3.2.1	<i>Jogo The Fire</i>	96
5.3.2.2	<i>Jogo World of Alchemy</i>	102
5.3.2.3	Jogo Green City.....	108
5.3.3	Análise da categoria 3 sob a ótica sociocultural.....	115
5.4	Categoria 4 – Socialização dos Jogos	116
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	120
	REFERÊNCIAS	123
	APÊNDICES	128
	ANEXOS	138

1 INTRODUÇÃO

Sobre os objetivos a serem alcançados no Ensino de Ciências, muito se fala sobre a formação do cidadão apto a tomar decisões conscientes perante as problemáticas da sociedade. Nesse contexto, surge uma preocupação com orientações curriculares e propostas metodológicas que objetivem a formação para a cidadania, geralmente pautadas no arcabouço teórico da Alfabetização Científica (AC) ou Letramento Científico (LC), ambos com enfoque que sobrepuja a aquisição de conhecimentos científicos, ressaltando a função social da ciência e as questões relativas aos estudos denominados Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), por exemplo, traz em suas orientações para a educação básica, em específico para o ensino de Ciências da Natureza, recomendações direcionadas para a promoção do Letramento Científico, sob o viés do pleno desenvolvimento da cidadania, por meio da capacidade de atuação no mundo e sobre ele, ressaltando as relações CTS (BRASIL, 2018). Além disso, a Base aponta estratégias que direcionam o ensino de ciências para a promoção desse Letramento, com destaque para a investigação de situações-problema e a utilização e criação de tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). Dentre as possibilidades de cumprimento dessas orientações, propomos neste trabalho a criação de jogos digitais por parte dos alunos, objetivando a promoção da Alfabetização Científica. Como estratégias para o desenvolvimento da AC, sugerimos a investigação de uma situação-problema para subsidiar a criação dos jogos, que deveriam ser produzidos com foco em uma temática socioambiental e em conteúdos de química.

Partimos do pressuposto de que as tecnologias digitais, em especial, os jogos, fazem parte da cultura dos jovens e adolescentes contemporâneos e por esse motivo configuram-se como uma ferramenta em potencial para a aprendizagem (PRENSKY, 2010). Diversos são os estudos que associam jogos e educação e/ou investigam a aprendizagem em jogos, inclusive em específico para o ensino de ciências. O diferencial desta pesquisa é que não propomos somente a utilização de jogos em estratégias de ensino, mas a sua criação por parte dos alunos.

Tendo em vista as dificuldades que existem na criação de jogos digitais com fins pedagógicos, entre as quais se destacam: o custo financeiro, a forte concorrência com os jogos desenvolvidos pela indústria de *games* e a dificuldade em equilibrar o *design* de *games* com o *design instrucional*, visto que os objetivos pedagógicos podem conflitar com a jogabilidade do *game* (PAIVA; TORI, 2017), o Laboratório de Pesquisa em Ensino Digital para Ciências (PEDIC), vem desenvolvendo pesquisas no Maranhão que possibilitem a produção e o uso de jogos pedagógicos para o Ensino de Ciências.

Pelos projetos já realizados pelo PEDIC, observamos que eles procuram abordar os conteúdos das disciplinas de ciências da natureza em uma perspectiva CTS, no intuito de promover a Alfabetização Científica. Um dos jogos desenvolvidos pelo laboratório procurou equilibrar o *design de games* e o *design instrucional* para tratar de conteúdos de química por meio de problemas socioambientais, tendo sido aplicado com alunos de uma escola pública no estado do Maranhão (RIBEIRO, 2018). Outra possibilidade de aprendizagem que o PEDIC busca é envolver os alunos na criação de seus próprios jogos, dando a eles caminhos para investigar problemáticas socioambientais e discuti-las a partir do jogo. Em uma dessas pesquisas utilizou-se a ferramenta de fácil manuseio *Scratch*, para trabalhar conteúdos de ciências sobre misturas no ensino fundamental (NASCIMENTO; MACHADO; COSTA, 2019).

Em concordância com os objetivos do PEDIC, propomos neste trabalho envolver alunos da 1ª série do ensino médio, de uma escola no interior do Maranhão, na criação de três jogos de RPG digitais para solucionar uma problemática socioambiental sobre queimadas, com foco em conteúdos de Química, no intuito de alçar a Alfabetização Científica. A Sequência Didática proposta orientou os alunos a desenvolverem os jogos digitais equilibrando *design de games* e *design instrucional*, dando importância ao *gameplay* e ao desafio do jogo, bem como ao enredo e à história do personagem. A plataforma utilizada foi o *RPG Maker* que é simples e não necessita de conhecimentos de linguagem de programação.

Vale ressaltar que os resultados desta pesquisa poderão ajudar outros professores a enxergarem o potencial dos jogos digitais para fins educacionais, em especial, para o desenvolvimento da Alfabetização Científica nas disciplinas que compõem as Ciências da Natureza. Para Prensky (2010), um dos estudiosos mais renomados internacionalmente na área de aprendizagem em jogos, se os professores compreenderem as possibilidades dos *games* serão capazes também de admiti-los como uma ferramenta educacional fundamental para os aprendizes desta e das próximas gerações.

Diante do exposto, a nossa questão de pesquisa buscou investigar de que forma a criação de jogos digitais pode contribuir para o desenvolvimento da Alfabetização Científica. Nesse sentido, o trabalho teve como objetivo geral investigar o processo de Alfabetização Científica ocorrido em um espaço e tempo definidos, especificamente no contexto da criação de jogos digitais, em uma situação de ensino vinculada à escolarização. Essa investigação se deu a partir da identificação de aspectos desse processo e da análise de como ele ocorre sob o viés sociocultural. Para isso, no caminho investigativo, utilizamos de forma concomitante duas ferramentas de análise, uma voltada para a identificação de evidências da Alfabetização Científica no processo analisado (Indicadores da AC) e a outra interessada em investigar quais

fatores influenciaram na manifestação dessas evidências e de que forma (Teoria da Ação Mediada).

A estruturação desse trabalho se dá em seis capítulos. No capítulo 2, debruçamos nosso olhar sobre a Alfabetização Científica, justificamos a escolha do termo e ressaltamos suas definições e propósitos. Também analisamos como o Letramento Científico é concebido na BNCC, destacando as confluências entre essa acepção e as concepções sobre Alfabetização Científica e pontuando como essas compreensões influenciaram na proposição da Sequência Didática desse trabalho. Começamos o capítulo 3 estabelecendo relações entre Alfabetização Científica e criação de jogos digitais, seguindo com a discussão sobre a aprendizagem em jogos e explicitando as especificidades da criação de jogos e do estilo RPG. No capítulo 4 apresentamos o percurso metodológico, com ênfase na Sequência Didática proposta e na discussão teórica das ferramentas metodológicas. A análise dos dados expressos pelos resultados e discussão está disposta no capítulo 5. No último capítulo apresentamos as considerações finais sobre o estudo.

2 A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E O ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA ABORDAGEM GERAL

A consolidação do conceito de Alfabetização Científica (AC) nos currículos de ciências se deu na década de 1950, após a II Guerra Mundial, principalmente em países preocupados com a pesquisa científica, como os EUA (SASSERON; CARVALHO, 2011). Nesses países predominava a concepção de que o domínio do conhecimento científico implicaria na soberania da nação, o que ficou conhecido como movimento cientificista (SANTOS, 2007). Nesse contexto, as propostas curriculares para o ensino de ciências pautavam-se na formação de jovens cientistas.

Por outro lado, surge na Europa, na década de 1970, um movimento social-ideológico, que a partir das consequências do pós-guerra, entre elas, a degradação ambiental e social, reivindicava que o desenvolvimento da ciência e da tecnologia, decorrente da expansão capitalista, não estaria linearmente vinculado ao bem-estar social, conhecido como Movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (AULER; BAZZO, 2001). Esse movimento influenciou de forma significativa os currículos de ciências, direcionando-os para a consideração dos aspectos sociais que envolvem o desenvolvimento científico. Surge então a preocupação com um ensino de ciências que abrangesse as questões Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), “dando prioridade a uma alfabetização científica e tecnológica interligada ao contexto social” (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007, p.74).

Observamos que há uma distinção relevante entre Alfabetização Científica e o Movimento CTS em relação ao contexto histórico e a finalidade com que cada corrente surgiu e se disseminou. Após a II Guerra Mundial, ocorreram manifestações que reivindicavam decisões mais democráticas e menos tecnocráticas sobre as implicações da C&T na sociedade, o que representa o nascimento do Movimento CTS (AULER; BAZZO, 2001). Por outro lado, o mesmo cenário pós-guerra abriu espaço para a preocupação com a formação de novos cientistas, visando o progresso científico e tecnológico, caracterizando o período de consolidação do conceito de Alfabetização Científica (SASSERON; CARVALHO, 2011).

Todavia, parece-nos que essa divergência de finalidades se ateu somente ao contexto histórico de surgimento dessas correntes. Araújo et al. (2009) mostram que os autores nacionais que versam sobre CTS com ênfase no currículo de ciências, enfatizam a Alfabetização Científica como alvo desse currículo. De maneira semelhante, Mortimer e Santos (2000, p.112) evidenciam que:

Alfabetizar, portanto, os cidadãos em ciência e tecnologia é hoje uma necessidade do mundo contemporâneo (SANTOS; SCHNETZLER, 1997). Não se trata de mostrar as maravilhas da ciência, como a mídia já o faz, mas de disponibilizar as representações que permitam ao cidadão agir, tomar decisão e compreender o que está em jogo no discurso dos especialistas (FOUREZ, 1995). Essa tem sido a principal proposição dos currículos com ênfase em CTS.

Em análise bibliográfica, percebemos que os autores que versam sobre Alfabetização Científica, geralmente estabelecem uma íntima relação entre essa temática e as questões CTS. Analisaremos brevemente as relações concebidas por alguns autores entre AC e CTS. Para Chassot (2000), a preocupação em promover a Alfabetização Científica gera o surgimento de propostas curriculares com abordagens que relacionem a ciência com a tecnologia e a sociedade, denominados de currículos CTS. Auler e Delizoicov (2001), em sua concepção de alfabetização científica ampliada, a definem como sendo a “busca da compreensão sobre as interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade” (p.131).

Leal e Gouvêa (2002), ao definirem Alfabetização Científica, entendem-na como aquilo que o público escolar precisa saber sobre ciência, tecnologia e sociedade (CTS). Do mesmo modo, Hazen e Trefil (1995) consideram a AC como sendo o conhecimento necessário para o entendimento das discussões sobre as questões CTS. De acordo com Lorenzetti e Delizoicov (2001), para que o indivíduo seja capaz de transformar o mundo que o rodeia é necessário conhecer as contribuições da C&T, para tanto, a Alfabetização Científica seria “um meio para o indivíduo ampliar o seu universo de conhecimento, a sua cultura, como cidadão inserido na sociedade” (p.53). Autores como Auler e Delizoicov (2001), Lorenzetti e Delizoicov (2001) e Sasseron e Carvalho (2011), entendem que a Alfabetização Científica deve ultrapassar a dimensão técnica de aquisição e reprodução de conceitos científicos, sendo a compreensão das relações existentes entre o conhecimento científico e seus impactos na sociedade (abordagem CTS), pressuposto indispensável para a promoção da AC.

Dessa forma, o ensino de ciências pautado na abordagem CTS torna-se um caminho viável para o desenvolvimento da Alfabetização Científica. Dentro dessa perspectiva, destacamos nesta pesquisa uma proposta de ensino que evidencia as discussões das questões CTS a partir de problemáticas socioambientais, objetivando possibilitar o desenvolvimento da Alfabetização Científica.

2.1 *Scientific Literacy*: Alfabetização ou Letramento Científico?

Para compreender a adoção do termo Alfabetização Científica e o processo a ser investigado no contexto proposto por esse trabalho, dedicamos este tópico à compreensão do conceito de *Scientific Literacy* e de seus objetivos enquanto alvo da educação em ciências. O termo *Scientific Literacy* foi citado pela primeira vez no livro “*Its Meaning for American Schools*”, do autor Paul Hurd, publicado em 1958, no qual o autor mostra como famosos intelectuais como Francis Bacon, Thomas Jefferson e Herbert Spencer idealizam o ensino de ciências. Todos esses autores estavam preocupados com um ensino que articulasse o conhecimento científico e suas implicações para a sociedade (SASSERON; CARVALHO, 2011).

Texeira (2013) analisa que, no contexto do seu surgimento - o período da Guerra Fria, *Scientific Literacy* foi uma expressão empregada com a finalidade de “destacar a relevância da popularização da ciência, de caracterizá-la como tão imprescindível quanto a leitura e a escrita, e, por decorrência, seu aprendizado deveria ocorrer em massa, atingindo todos os indivíduos” (p. 801). A partir da análise do contexto histórico, a autora defende a tradução de *Scientific Literacy* por Alfabetização Científica. Entretanto, os autores brasileiros traduzem *Scientific Literacy* tanto para Alfabetização Científica quanto para Letramento Científico. Texeira (2013) destaca que na língua inglesa, o termo *Literacy* é usado para se referir tanto ao aprendizado do código, quanto ao seu uso em diferentes contextos, por isso existe a possibilidade de ser traduzido para o português como Alfabetização ou Letramento, conforme os diferentes sentidos atribuídos pelos linguistas brasileiros aos dois termos.

Alves (2018) mostra que as diferenças na compreensão do termo *Scientific Literacy* entre os autores brasileiros se dá pela influência de diversos fatores, tais como: as concepções de diferentes países, como Inglaterra, EUA e França; as diferentes transcrições decorrentes dos processos de tradução em que não há equivalências diretas entre as analogias; e os conflitos de acepções consequentes dos estudos sobre alfabetização e letramento no âmbito da língua materna e do ensino de ciências. Por esses motivos, em algum momento surge, entre os autores brasileiros da área do Ensino de Ciências, a discussão em torno da escolha pelos termos Alfabetização Científica ou Letramento Científico para designar o alvo da educação em ciências. Nesse sentido, trabalhos como os de Cunha (2017, 2018) empreendem investigações sobre as divergências conceituais no uso desses termos pelos pesquisadores nacionais e as influências disso para as concepções em educação em ciências no Brasil.

Cunha (2018), sob a ótica dos estudos da linguagem, defende que Alfabetização Científica e Letramento Científico seguem vieses diferentes. O autor entende que, como na linguística a alfabetização se refere à codificação da escrita, e o letramento ao seu uso em

práticas sociais, quando esses termos são emprestados para o ensino de ciências, consequentemente os estudos que tratam de Alfabetização Científica, na interpretação de Cunha (2018), supervalorizam a codificação da ciência, ou seja, o conhecimento científico, enquanto aqueles estudos que usam o termo Letramento Científico estão mais preocupados com a função social da ciência e esta toma mais espaço que a aquisição de conhecimentos. Seguindo essa linha de pensamento, as autoras Suisso e Galieta (2015) optam por empregar em seu trabalho o termo Letramento Científico, na justificativa de enfatizar a função social da ciência e por considerarem que “na tradição escolar a Alfabetização Científica tem sido considerada na acepção do domínio da linguagem científica, enquanto o Letramento Científico, no sentido do uso da prática social, parece ser um mito distante da prática de sala de aula” (p. 993).

Contudo, apesar das divergências entre esses termos sob a ótica dos estudos da linguagem e a admissão dessa perspectiva por parte de alguns estudiosos do ensino de ciências, Sasseron e Carvalho, autoras reconhecidamente consolidadas na área, ainda no ano de 2008, publicaram um artigo em que concebem a conciliação das pesquisas que optam pela escolha de um termo ou de outro. Em análise bibliográfica, as autoras admitem que:

No cerne das discussões levantadas pelos pesquisadores que usam um termo ou outro estão as mesmas preocupações com o ensino de ciências, ou seja, motivos que guiam o planejamento deste ensino para a construção de benefícios práticos para as pessoas, a sociedade e o meio ambiente (SASSERON; CARVALHO, 2008, p.334).

Ancorados nessa perspectiva, optamos por utilizar neste trabalho a expressão Alfabetização Científica, concordando com a maioria dos pesquisadores da área do Ensino de Ciências, que em consenso, não consideram haver diferença de sentidos nem de propósitos entre os termos Alfabetização e Letramento Científico, apesar da variabilidade de vocábulos. Contudo, entendemos ser necessário que o pesquisador pontue a compreensão de AC ou LC que fundamenta a sua análise, para que não haja margem para incongruências de interpretação. Sendo assim, discutiremos a seguir as concepções de alguns dos principais autores nacionais que versam sobre essas correntes e a partir das confluências encontradas explicitaremos a acepção adotada neste trabalho.

2.2 Concepção de Alfabetização Científica adotada

Santos (2007) é um dos poucos autores, no campo do ensino de ciências, que defende que as expressões Alfabetização Científica e Letramento Científico possuem significados

distintos. Para ele, AC compreenderia apropriar-se da linguagem científica, enquanto LC focaliza as questões sociais da ciência, o que ele julga que deve ser enfatizado, por isso justifica a preferência pelo termo Letramento Científico. Todavia, a maioria dos autores optam por utilizar o termo Alfabetização Científica. Na concepção desses autores, Alfabetização Científica não se retém à aprendizagem do código, mas abrange a função social da ciência. Lorenzetti e Delizoicov (2001) e Chassot (2000), por exemplo, ressaltam que o termo Alfabetização Científica sobrepuja a reprodução de conceitos, sendo sua utilização adequada para designar o processo de formação de cidadãos críticos capazes de atuarem na sociedade. Krasilchik e Marandino (2007) consideram que “o significado da expressão alfabetização científica engloba a ideia de letramento, entendida como a capacidade de ler, compreender e expressar opiniões sobre ciência e tecnologia” (p. 18).

Para Lorenzetti e Delizoicov (2001) a Alfabetização Científica é uma atividade vitalícia, caracterizada como o processo pelo qual o indivíduo torna-se capaz de resolver problemas que afetam diretamente a sua vida, como os que envolvem alimentação e saúde, pois “uma pessoa com conhecimentos mínimos sobre estes assuntos pode tomar suas decisões de forma consciente, mudando seus hábitos, preservando a sua saúde e exigindo condições dignas para a sua vida e a dos demais seres humanos” (p. 48). É o que os autores chamam de alfabetização científica prática.

De forma similar, Chassot (2000) caracteriza a Alfabetização Científica como o “conjunto de conhecimentos que facilitarão aos homens e mulheres fazer uma leitura do mundo onde vivem” (p.84). O autor evidencia o valor de adquirir-se ao menos um pouco de conhecimento sobre ciência, adjetivada por ele como a linguagem facilitadora da leitura do mundo, para assim facilitar as vivências humanas. Dessa forma, indivíduos alfabetizados cientificamente deveriam ser capazes de compreender as necessidades do ambiente em que vivem e, conseqüentemente, transformá-lo.

Apesar da diversidade de concepções, há um consenso no que se diz respeito à finalidade da Alfabetização Científica, que é a preocupação com a formação cidadã dos alunos para atuarem em sociedade (SASSERON; CARVALHO, 2008). Diante das inúmeras definições de uma mesma ideia, consideramos o conceito de Alfabetização Científica, proposto por Cerati e Marandino (2013, p. 771), no qual as autoras consideram que:

Alfabetização Científica é entendida como conhecimento que uma pessoa deve ter para compreender, refletir e emitir opinião acerca de processos e feitos científicos, bem como suas implicações para a sociedade. Caracteriza-se, portanto, como um processo de aquisição de conhecimento, análise, síntese e avaliação da ciência e tecnologia que ocorre em diferentes contextos sociais.

A partir da análise dos trabalhos dos autores supracitados, entendemos que a Alfabetização Científica compreende substancialmente dois aspectos: por um lado, o entendimento dos conhecimentos científicos conceituais e, por conseguinte, a aplicação desses conhecimentos de forma crítica e reflexiva, aspecto que está diretamente relacionado à abordagem CTS. Esses aspectos devem ser ressaltados nas orientações curriculares para o ensino de ciências que objetivem o desenvolvimento da Alfabetização Científica e consequentemente nas propostas de ensino elaboradas pelos professores de ciências com esse foco. Para fundamentar a elaboração e o planejamento dessas propostas, Sasseron (2008) propôs os três Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica, criados a partir das confluências entre as classificações de habilidades a serem encontradas no indivíduo alfabetizado cientificamente, conforme a literatura (Quadro 1).

Quadro 1 – Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica.

Eixo 01	Compreensão dos termos, conceitos e conhecimentos científicos fundamentais.
Eixo 02	Compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática.
Eixo 03	Entendimento das relações existentes entre CTSA.

Fonte: Sasseron (2008, p. 64,65)

Planejamos e elaboramos a nossa proposta de ensino, disposta na Sequência Didática proposta neste trabalho, levando em consideração esses três eixos estruturantes. Também consideramos as orientações da Base Nacional Comum Curricular para o ensino de Ciências da Natureza, nas quais fizemos uma breve análise e discussão, dispostas a seguir.

2.3 O que propõe a BNCC para o ensino de Ciências da Natureza

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) teve sua versão mais recente publicada no ano de 2018, com as orientações para todas as etapas do ensino básico, conforme informações do portal do Ministério da Educação e Cultura¹ (MEC). Em relação ao ensino de Ciências da Natureza, o documento traz como cerne de sua orientação a educação para o exercício pleno da cidadania, concebendo o Letramento Científico como alvo desse ensino. Apesar da BNCC utilizar o termo Letramento Científico, o conteúdo da sua orientação ressalta as mesmas características conceituais da Alfabetização Científica, ou seja, como defendido por

¹ <https://www.mec.gov.br/>

Sasseron e Carvalho (2008), independente do termo adotado, o que se objetiva é a formação para a cidadania. Podemos observar isso a partir da definição que a Base estabelece para Letramento Científico, quando destaca que:

[...] envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências [...] Em outras palavras, apreender ciência não é a finalidade última do letramento, mas, sim, o desenvolvimento da capacidade de atuação no e sobre o mundo, importante ao exercício pleno da cidadania (BRASIL, p.321).

Observamos nessa definição os dois aspectos da Alfabetização Científica identificados na revisão de literatura deste trabalho, que são: o entendimento dos conhecimentos científicos conceituais e a aplicação desses conhecimentos de forma crítica e reflexiva. A atuação no e sobre o mundo é apontada como a finalidade última desse letramento e o aprender ciências é posto como algo antecedente ou preliminar, sendo caracterizado como fator causal da capacidade de atuação no e sobre o mundo. Dessa forma, a concepção de LC admitida pela BNCC não relega a aquisição de conhecimento científico em detrimento da capacidade de atuação no e sobre o mundo, mas discute e estabelece conexões entre esses dois aspectos.

Porém, há críticas em torno do uso desse termo pela BNCC. Branco et. al. (2018) em análise ao trecho supracitado, interpreta que o texto prioriza as habilidades e competências em detrimento dos conteúdos e dessa forma os autores questionam: “Como pensar em alfabetização ou letramento científico quando apreender ciência é secundário?” e completam: “Nesse sentido, a BNCC traz uma ideia de que a atuação no e sobre o mundo é uma habilidade dissociada dos próprios conhecimentos científicos – que deveriam ser o ponto de partida” (p.707).

Em contrapartida, entendemos que, quando o texto da Base problematiza a questão dos conteúdos conceituais, não é colocando-os em segundo plano, mas esclarecendo que o ensino de ciências não deve ser reduzido à aprendizagem conteudista, mas deve ser ampliado de modo a contemplar a “contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos” (BRASIL, 2018, p. 547). Além disso, deve envolver a aplicação de conhecimentos específicos em contextos diversos, ou seja, os estudantes devem “compreender e interpretar leis, teorias e modelos, aplicando-os na resolução de problemas individuais, sociais e ambientais” (BRASIL, 2018, p. 548). Nesse sentido, Texeira (2013, p.805) evidencia que:

no contexto de ensino das ciências, atribuir ao conhecimento científico um sentido derivado, um papel coadjuvante, não o faz irrelevante. O que se assinala é que este conhecimento não pode per si constituir o norte (objetivo central) do ensino, mas um meio para atingir a formação de pessoas críticas capazes de analisar e relacionar informações, buscar alternativas para o que têm à frente.

Prosseguindo com a análise do texto da Base, identificamos como propósito do Letramento Científico, o exercício pleno da cidadania. Ao considerar a ciência e a tecnologia como empreendimentos humanos e sociais, a BNCC ressalta os aspectos voltados para a abordagem CTS, expressos na proposição: “discutir o papel do conhecimento científico e tecnológico na organização social, nas questões ambientais, na saúde humana e na formação cultural, ou seja, analisar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente” (BRASIL, 2018, p.549).

No que se trata do estímulo ao desenvolvimento do Letramento Científico e da abordagem CTS, a BNCC propõe proporcionar uma maior autonomia dos alunos em discussões que envolvam ciência e tecnologia, estimulando o pensamento crítico e a habilidade de argumentação, por meio da leitura de materiais científicos, participação em debates, entre outros (BRASIL, 2018). Como estratégia para promover esse Letramento, a BNCC propõe o ensino por investigação de situações-problema. De acordo com a Base, a dimensão investigativa deve ser enfatizada no ensino de Ciências da Natureza para proporcionar a interpretação de fenômenos e problemas sociais. Essa investigação se dá a partir de situações-problema que permitem que “os estudantes aprofundem e ampliem suas reflexões a respeito dos contextos de produção e aplicação do conhecimento científico e tecnológico” (BRASIL, 2018, p.550). Assim, as situações-problema devem aproximar os estudantes de procedimentos e instrumentos próprios da dimensão investigativa, a saber:

Identificar problemas, formular questões, identificar informações ou variáveis relevantes, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, escolher e utilizar instrumentos de medida, planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo, relatar, avaliar e comunicar conclusões e desenvolver ações de intervenção, a partir da análise de dados e informações sobre as temáticas da área (BRASIL, 2018, p.550).

A relação entre situações-problema e Letramento Científico ganha destaque na competência específica número 3 para as Ciências Naturais na etapa do ensino médio, que se refere à investigação de situações-problema para avaliar as implicações da Ciência e Tecnologia no mundo, a fim de “propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC)” (BRASIL, 2018, p. 558).

Em conformidade com essas orientações, elaboramos uma Sequência Didática que propõe a resolução de uma situação-problema com base em uma problemática socioambiental, de modo que os estudantes obtenham subsídios para a criação de um jogo digital com foco em conteúdos de química e na discussão socioambiental de temáticas que circundam as ciências, objetivando assim alcançar a Alfabetização Científica, termo adotado neste trabalho. Em referência à competência específica 3, a BNCC sugere como habilidade o uso das TDIC na comunicação dos resultados das pesquisas realizadas pelos alunos, na intenção de “promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental” (BRASIL, 2018, p. 559). Nessa perspectiva, propomos a criação de jogos digitais como uma forma de divulgar os resultados de pesquisa dos alunos, advindos da investigação da situação-problema proposta e analisamos o desenvolvimento da Alfabetização Científica nessa situação de ensino-aprendizagem.

Cabe ressaltar que a nossa intenção ao analisar as propostas da BNCC para o ensino de Ciências da Natureza não foi romantizá-las ao ponto de desconsiderar as viabilidades de sua aplicação diante da realidade da educação básica brasileira. Consideramos que a desvalorização de políticas públicas que garantem investimentos para ensino e pesquisa, formação docente adequada e subsídios para a rede pública de ensino dificulta ou até mesmo impede a concretização das propostas da Base. Contudo, ponderamos que essa realidade não deslegitima o que a BNCC propõe, tampouco impede que propostas pedagógicas sejam planejadas com base nessas orientações, ainda que, para viabilizá-las de forma democrática, seja necessário o urgente investimento em políticas públicas voltadas para a educação.

3 CRIAÇÃO DE JOGOS DIGITAIS E ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

Sob a ótica da Teoria da Ação Mediada (TAM), de James Wertsch (1991, 1998), concebemos a criação de jogos digitais como uma ferramenta cultural que contribui para o desenvolvimento da Alfabetização Científica. De acordo com os pressupostos da TAM, existe uma tensão irreduzível entre agentes e ferramentas culturais. Isso quer dizer que a produção de significados em um determinado contexto sociocultural se dá a partir da ação mediada, ou seja, do indivíduo-agindo-com-ferramentas-culturais (WERTSCH, 1991, 1998).

Aplicando essa teoria no contexto dessa pesquisa, podemos inferir que o processo de produção de significados em ciências, isto é, o processo de Alfabetização Científica, se dá por meio da ação mediada por ferramentas culturais, das quais pretendemos destacar a criação de jogos digitais. Dessa forma, concebemos a Alfabetização Científica como um processo de produção de significados. Nesse sentido, Cerati (2014) utiliza duas expressões para designar o processo de AC: *entender* e *se apropriar* dos conhecimentos científicos. Enquanto entender está relacionado a atribuir significados aos conhecimentos científicos, se apropriar é conectar o conhecimento adquirido ao cotidiano. Em consonância com os termos *entender* e *se apropriar*, estão os conceitos de domínio e apropriação propostos por Wertsch, na Teoria da Ação Mediada, para caracterizar os níveis de internalização de significados. Com relação à ação mediada por ferramentas culturais, o domínio é a *expertise* na ação que envolve o uso das ferramentas, enquanto a apropriação caracteriza-se pela transformação do sujeito por meio da ação (PAULA; MOREIRA, 2014).

Enquanto o domínio, no âmbito da internalização de conhecimentos científicos (conceitos, leis, teorias, etc.), está intimamente ligado à competência ou expertise na manipulação dos conhecimentos, a apropriação se refere à transformação do sujeito e de suas ações sobre o mundo através da aplicação desses conhecimentos em contextos diversos, por exemplo, em seu cotidiano. O processo de internalização de significados a partir dos níveis de domínio e apropriação acontece a partir da interação social e com as ferramentas culturais. Assim, “por meio das interações sociais (professor/aluno, aluno/aluno, aluno/atividade), os conceitos são ‘requeridos’ para a execução de ações no plano externo e os significados dos conceitos são externalizados pela mediação das ferramentas culturais” (POSSO, 2010, p. 28).

Nessa perspectiva, podemos inferir que o uso das ferramentas culturais potencializa os processos de *entender* e *se apropriar* dos conhecimentos científicos, isto é, o processo de Alfabetização Científica, na medida em que essas ferramentas são essenciais para o domínio e a apropriação de significados em ciências. Dito de outra forma, a criação de jogos digitais,

enquanto ferramenta cultural, pode possibilitar a produção de significados em ciências, isto é, a Alfabetização Científica.

Destinaremos alguns tópicos para discutir a relação entre a criação de jogos digitais e a produção de significado em ciências. Começaremos argumentando sobre as potencialidades dos jogos para a aprendizagem; seguiremos explicitando aspectos fundamentais para a criação de jogos com fins pedagógicos; e terminaremos evidenciando as contribuições específicas do estilo RPG para a produção de significados em ciências.

3.1 Aprendizagem em jogos digitais

Prensky (2010) ressalta diversos fatores que atraem os jogadores para os *games*, como “a superação de dificuldades, a cooperação, a interação social e a habilidade de criar e compartilhar (ou mesmo vender) criações suas” (p. 100). Ainda conforme o autor, os *games* com foco educacional, quando bem desenvolvidos, tornam-se atraentes e auxiliam na aprendizagem de conteúdos escolares e outras habilidades. Dentre as diversas habilidades desenvolvidas por aqueles que utilizam as tecnologias digitais, estão: tomada de atitude e iniciativa, estímulo da criatividade e raciocínio, lógica indutiva, capacidade de formulação de hipóteses e busca por soluções perante um determinado problema (MATTAR, 2010; PRENSKY, 2001).

Na realidade estadunidense, a quantidade de horas por dia que os jogadores investem jogando, se somados em um ano, ultrapassa 3 mil ou 4 mil horas, tempo esse que, mesmo que fossem leitores vorazes, não iriam investir em leituras, por exemplo (PRENSKY, 2012). Não estamos querendo dizer que os livros devem ser substituídos pelos jogos, mas alertando que os jogos possuem atrativos que fazem os jogadores permanecerem neles por diversas horas e isso pode ser aproveitado para o contexto educacional, utilizando-os como ferramentas mediacionais. Se considerado o Ensino de Ciências (Química, Física e Biologia), muitos alunos possuem dificuldades de aprendizagem em diversos conteúdos, sendo um deles a fragmentação de conteúdos que são transmitidos por meio de metodologias não ativas. O uso de jogos digitais poderia mudar esse cenário, tornando os alunos mais participativos, tendo em vista ser uma atividade que os motivam, sem preocupação com tempo e nem com as tentativas e erros, algo pouco explorado e valorizado no ensino tradicional (BACHERLAD, 1996; MATTAR, 2010; PRENSKY, 2010, 2012).

Desde a década de 1980, surgem na Europa e nos EUA, investigações em torno da aprendizagem em *games*, incluindo jogos que não trazem a abordagem de conteúdos de forma

explícita, os chamados *games* comerciais. O foco centra-se nos jogos digitais comerciais, pois esses jogos são mais complexos que os jogos digitais educacionais e são projetados pela indústria do *game* com o intuito de proporcionar a maior imersão possível dos jogadores através da sua interface gráfica e *gameplay* (ALVES, 2008; SALEN; ZIMMERMAN, 2017). Diversos fatores atraem os jogadores para os *games* comerciais, como “a superação de dificuldades, a cooperação, a interação social e a habilidade de criar e compartilhar (ou mesmo vender) criações suas” (PRENSKY, 2010, p. 100). Além disso, atraem pelo alto grau de entretenimento, possuindo uma qualidade técnica, possibilidades de escolher ou montar *avatares* e a imersão no mundo virtual (ROGERS, 2016).

Na mesma perspectiva dos *games* comerciais, os *games* pedagógicos, se bem desenvolvidos, podem se tornar atraentes, auxiliar na aprendizagem de conteúdos escolares e contribuir para o desenvolvimento de diferentes habilidades de quem os joga (PRENSKY, 2012). Além disso, a possibilidade de os alunos criarem e compartilharem seus próprios jogos pedagógicos pode se configurar uma potencial estratégia de promoção da aprendizagem em ciências. Diante disso, propomos que os alunos criem seus próprios jogos pedagógicos com base em conteúdos disciplinares e temáticas que circundam as ciências, para a promoção da Alfabetização Científica.

3.2 Aspectos fundamentais para a criação de jogos pedagógicos

Primeiramente, gostaríamos de definir o que nos referimos por jogos pedagógicos. Segundo Cleophas, Cavalcanti e Soares (2018) existem algumas diferenças entre jogo educativo, didático e pedagógico, sendo necessário diferenciá-los para uma melhor compressão e uso adequado do termo.

O jogo educativo só pode ser classificado dessa forma se o aprendizado ocorrer de maneira informal, ou seja, é um efeito do ato de jogar sem seguir uma sistematização que vise o propósito educacional, a isso se chama Jogo Educativo Informal. Caso o Jogo Educativo Informal seja utilizado a partir de uma sistematização que busque ensinar alguma habilidade específica ou conteúdo escolar, com ou sem modificações em seu conteúdo original, passa a ser classificado como Jogo Educacional Formalizado, pois tem uma intencionalidade pedagógica. O Jogo Educacional Formalizado se subdivide em Jogo Didático e Jogo Pedagógico.

O Jogo Didático é uma adaptação a partir do Jogo Educacional Informal sem o modificar, mas com a inserção de conteúdos didáticos de uma determinada área de conhecimento, como por exemplo, utilizar o jogo *Age of Empires* para ensinar história

medieval, administração, finanças, sociabilidade, dentre outros, com essa intencionalidade já estabelecida por uma sistematização pedagógica. Já o Jogo Pedagógico é inédito em termos de conteúdos específicos de determinada área, ou seja, ele foi produzido exclusivamente para ensinar algo, como conteúdos de Ciências, por isso mantém em sua essência o papel instrucional (CLEOPHAS; CAVALCANTI; SOARES, 2018). Como exemplo temos o jogo digital “Tríade – igualdade, liberdade e fraternidade”, do tipo RPG, desenvolvido pelo grupo de pesquisa Comunidades Virtuais, da Universidade do Estado da Bahia. O jogo foi aplicado com alunos do 8º e 9º ano, com o objetivo de possibilitar a aprendizagem de conteúdos referentes à Revolução Francesa de forma lúdica e imersiva (ALVES, 2008).

Em específico para o ensino de ciências naturais, trazemos como exemplo o jogo digital “Planeta Química: Uma aventura no cotidiano”, desenvolvido pelo Laboratório de Pesquisa em Ensino Digital para a Ciência (PEDIC), que aborda conteúdos de química através de problemas socioambientais. O *game* foi aplicado com alunos de uma escola pública de São Luís –MA, tendo como resultado a produção de significados por parte dos alunos em relação aos conteúdos de ligações químicas e funções inorgânicas (RIBEIRO, 2018).

Em contrapartida, os jogos pedagógicos, isto é, aqueles desenvolvidos especificamente com fins educacionais, geralmente não são tão atrativos quanto os games comerciais. Ao analisarem os estudos de Becta (2001) e Kirriemuir e McFarlane (2004), os autores Paiva e Tori (2017) elencam três razões pelas quais os jogos pedagógicos não atingem as expectativas dos jogadores:

01 - A maioria dos jogos educacionais é simples e não atendem às expectativas dos alunos, acostumados com a sofisticação dos jogos de entretenimento. 02 - As tarefas propostas por esses tipos de jogos são repetitivas, o que torna o jogo enfadonho num curto período de tempo. 03 - As atividades são limitadas dentro do jogo, concentrando o aprendizado em uma única habilidade, ou no acúmulo de conteúdos homogêneos (p. 1054).

Para contrapor essas limitações, o jogo pedagógico deve ser planejado e desenvolvido de forma equilibrada, em relação às características de comunicação visual e instrucional, para diminuir a possibilidade de ele focar em um aspecto e relegar o outro. Por exemplo, trazer somente a entretenimento e não fazer uma boa abordagem dos conteúdos não trará significados educacionais ao jogo. Por outro lado, ser muito focado no conteúdo pode tornar o jogo enfadonho e não atrativo aos alunos. Para Prensky (2010), o segredo de jogos pedagógicos bem desenvolvidos está na associação entre o conteúdo curricular específico e o *design* interativo dos *games* comerciais.

Dessa forma, é necessário levar em consideração dois aspectos na criação de jogos pedagógicos: o *design instrucional* e o *design de games*. O *design instrucional* configura-se como a parte pedagógica do jogo, em que os conteúdos disciplinares serão abordados de forma interativa, dinâmica e desafiadora. Já o *design de games* refere-se às características que permitem a jogabilidade e interatividade do jogo. O equilíbrio entre essas duas vertentes na criação de jogos é fundamental para os *games* se fazerem atrativos aos olhos, mas também se tornarem ferramentas que auxiliam na aprendizagem (REIS; RIBEIRO; COSTA, 2020).

3.3 Contribuições do estilo RPG para a aprendizagem em Ciências

Role Playing Game (RPG), traduzido como Jogo de Interpretação, é um estilo de jogo de aventura narrativa. Teve sua origem nos EUA em 1974 com o lançamento do sistema *Dungeons & Dragons*, o primeiro RPG do mundo. A partir dos anos 1980, surgiram outros sistemas de RPG, como *Dragon Age*, *Senhor dos Anéis*, *Game of Thrones*, *Star Wars*, entre outros. Todos esses são exemplos dos clássicos RPG's de mesa, cuja dinâmica de jogo consiste na interpretação de uma narrativa de aventura por um grupo de jogadores, conduzida pelo jogador principal, denominado mestre. O mestre cria a história, interpreta os personagens da narrativa que não são jogadores e propõe os desafios, tudo isso baseado em um manual que contém o sistema de regras do jogo (CAVALCANTI, 2018).

Existem também os RPG's digitais, os quais se destacam os *Massively Multiplayer Online Role-Playing Game* (MMORPG), que são jogos de RPG para múltiplos jogadores conectados em rede, tendo como uns dos representantes mais famosos dessa categoria os jogos *Final Fantasy* e *World of Warcraft*. Além desses, existem os RPGs digitais em que o jogador pode escolher entre jogar de forma *online* ou não, jogar coletivamente ou de maneira individual, como é o caso dos RPG's de *videogame*. O jogo de RPG em formato digital difere do RPG de tabuleiro por alguns motivos. Julgamos que as duas principais diferenças sejam a possibilidade de conectar-se com milhares de jogadores ao mesmo tempo, como no caso dos MMORPG, além do enredo pré-elaborado pelo desenvolvedor do jogo, que nesse caso assume o papel de mestre, o que não permite a interferência dos jogadores durante a narrativa, além do que já fora programado.

O objetivo principal do *Role Playing Game* (RPG), não é ganhar, mas contar uma história. Por ser uma narrativa interpretativa, na qual os jogadores enfrentam situações conflituosas, permite a investigação de problemas e a discussão de temáticas, além de estimular a leitura e a escrita (SILVA, 2016), ainda que isso ocorra em medidas diferentes, dependendo

das características particulares dos diversos formatos de RPG. O RPG é, portanto, um jogo “totalmente colaborativo, criativo e social” (GUZZI FILHO, et al, 2017, p.03). Dentre as possibilidades de aprendizagem que podem surgir ao jogar um RPG, Cavalcanti e Soares (2009, p. 258) citam:

A expressão oral, que é exercitada em todo o desenrolar do jogo, já que os personagens descrevem suas ações continuamente. A expressão corporal, que é usada para melhorar a interpretação das ações dos personagens durante todo o jogo. A aventura elaborada contém pistas, que são na verdade trechos de textos para leitura e determinação de atitudes. As ações em grupo são privilegiadas, já que para vencer é preciso que o outro jogador também vença, a partir de soluções coletivas. O conteúdo disciplinar ou interdisciplinar é desenvolvido no decorrer do jogo, rompendo as dificuldades e resistências do aluno em aprender. Ao mesmo tempo, estimula o raciocínio rápido, a capacidade de interpretação e a escrita.

Em análise aos estudos nacionais sobre RPG e o processo de ensino e aprendizagem, Zanine Mello (2015) identificam nessas pesquisas conclusões que apontam para a “sua eficiência como ferramenta auxiliar de ensino de ciências, instrumento avaliativo do conhecimento no ensino de Química, no desenvolvimento da criticidade, autoria, escrita, imaginação, bem como outras capacidades cognitivas e atitudinais” (p.08). As contribuições do RPG para o ensino de ciências são caracterizadas pela dimensão investigativa característica tanto das ciências quanto desse estilo de jogo, como evidencia Nascimento e Pietrocola (2005) quando se referem ao RPG “como uma forma coletiva e organizada de produzir representações coerentes sobre o mundo físico e seus fenômenos. Uma ferramenta para ensinar ao aluno a construir seu acesso à visão de mundo que desejamos que desenvolva” (p.07).

Cavalcanti e Soares (2009) concebem o RPG como uma estratégia de discussão de conceitos químicos e como uma ferramenta de avaliação dos conhecimentos adquiridos. Ducrot et al. (2008) projetam a possibilidade de o utilizar como ferramenta de mediação na discussão de conflitos socioambientais, tendo em vista as características desse tipo de jogo, com destaque para a integração de variadas representações e conhecimentos. Nessa perspectiva, entendemos que o estilo de jogo escolhido para esta pesquisa, isto é, o RPG, possui características e peculiaridades que potencializam o desenvolvimento da Alfabetização Científica, a partir de sua criação. Dentre essas particularidades, citamos a colaboração entre os jogadores/alunos, o caráter investigativo e a possibilidade de trabalhar variadas temáticas e áreas do conhecimento através da narrativa.

Guzzi Filho et. al. (2017, p. 06) propõem etapas para a construção de um jogo de RPG, ressaltando que antes da criação, é ideal que o professor faça uso de estratégias pedagógicas

para a abordagem do conteúdo a ser trabalhado, para que os alunos tenham certo domínio dos conteúdos. As etapas propostas são:

- i. Escolha pelo professor do conceito de ciências que se quer abordar.
- ii. Abordagem do conceito de ciências
- iii. Breve explicação do jogo RPG (regras, funcionamento, etc) para os alunos.
- iv. Escolha de cenário e tempo que se passa a aventura.
- v. Escolha de um grupo de personagens a serem interpretados pelos alunos, denominados de acordo com a história que se quer contar para ensinar certo corpo de conhecimento.
- vi. Escolha de uma problemática inicial, segundo a qual os alunos utilizarão de conhecimentos científicos para solucioná-la - a problemática inicial pode estar relacionada com a resolução de um mistério, a derrota de uma criatura entre outros.

A Sequência Didática proposta nesse trabalho inclui todos os passos supracitados, com algumas modificações. Escolhemos a problemática a ser abordada, porém possibilitamos aos alunos a autonomia na abordagem dos conceitos de química e da temática socioambiental no jogo, além dos aspectos essenciais do enredo do jogo, como a escolha do cenário e dos personagens. Entendemos que essa liberdade, característica da criação de jogos, pode contribuir para o desenvolvimento da Alfabetização Científica.

Para essa pesquisa escolhemos os RPG's digitais, por fazerem parte do universo dos jovens contemporâneos, assim como as demais tecnologias. Outra vantagem dessa escolha é a possibilidade de encontrar de forma gratuita na *internet* plataformas de criação específicas para esse tipo de jogo, como o escolhido nessa pesquisa: o *RPGMaker*². Além disso, essa plataforma não requer dos usuários conhecimentos aprofundados de lógica de programação, o que facilita a imersão dos estudantes na ferramenta. Em contrapartida, os recursos do *RPGMaker* são limitados quanto a imagens e caracteres específicos da linguagem científica, o que pode ser uma dificuldade na abordagem de conteúdos nessa plataforma. Por exemplo, não é possível representar um caractere subscrito, como se faz necessário na escrita das fórmulas moleculares, em Química. Contudo, entendemos que essas limitações não desqualificam a utilização dessa plataforma no ensino de ciências, podendo ser superadas na medida em que os alunos as compreendam e as encarem de forma consciente.

Ressaltamos que o estilo RPG foi escolhido por possuir características que contribuem para a produção de significados em ciências, quando inserido em uma proposta pedagógica caracterizada por esse propósito. Entretanto, não é foco dessa pesquisa investigar as potencialidades desse estilo de jogo, apenas analisar como este, enquanto ferramenta cultural,

² <https://www.rpgmakerweb.com/>

pode contribuir para o desenvolvimento da Alfabetização Científica, sendo a investigação desta o nosso foco de pesquisa.

4 PERCURSO METODOLÓGICO

Sob a perspectiva sociocultural da Teoria da Ação Mediada, a questão de pesquisa “De que forma a criação de jogos digitais pode contribuir para o desenvolvimento da Alfabetização Científica?”, pode ser interpretada como “De que forma o indivíduo-agindo-com-a-ferramenta pode contribuir com o processo de aprendizagem?”. Para responder a tal questão, seguimos um caminho metodológico que se constituiu de duas etapas concomitantes. A primeira etapa teve como objetivo identificar evidências da Alfabetização Científica nos episódios analisados da Sequência Didática (SD). Para isso, utilizamos como ferramenta de análise os Indicadores da Alfabetização Científica com seus respectivos atributos, propostos por Cerati (2014) e adaptados conforme as especificidades desse trabalho.

Depois de identificados os indicadores e atributos que expressam evidências da Alfabetização Científica nos episódios analisados, a segunda etapa constituiu-se da utilização da Teoria da Ação Mediada (WERTSCH, 1991, 1998) para compreender como as ferramentas culturais, enquanto recursos mediacionais, e as interações sociais contribuíram para a manifestação desses indicadores e atributos. Diante do exposto, caracterizamos essa pesquisa como qualitativa no que abrange tanto a sua descrição, quanto a análise e a discussão dos dados. Além disso, por ser uma representação da realidade, se constitui como um estudo de caso.

4.1 Sujeitos e campo de pesquisa

A princípio, tínhamos o interesse pela participação de alunos das três séries do Ensino Médio, na intenção de investigarmos as interações interpessoais entre alunos de diferentes níveis no processo de aprendizagem, visto que um dos referenciais de pesquisa, a Teoria da Ação Mediada (WERTSCH, 1991, 1998), nos dá respaldo para afirmar que os diferentes níveis de conhecimento favorecem a aprendizagem, na medida em que cada indivíduo se torna o parceiro mais capaz na área em que possui mais expertise.

Por esse motivo, elaboramos um formulário de interesse online, no *Google* Formulários (Apêndice A) com o intuito de alcançar alunos das três séries do Ensino Médio, em que os únicos critérios para a participação na pesquisa seriam a manifestação do próprio interesse do aluno e suas condições para se deslocar até a Universidade Federal do Maranhão, campus Bacabal, local onde a pesquisa seria realizada, visto que, em uma investigação prévia, constatamos que as escolas estaduais da cidade de Bacabal não teriam condições estruturais

para a realização do projeto, devido à falta de computadores, acesso à internet de qualidade, sistemas operacionais que dessem suporte às atividades, entre outros fatores.

Devido ao fato de já possuir parceria com a UFMA campus Bacabal na realização de projetos, a escola Centro de Ensino Estado do Ceará, localizada na Rua Magalhães de Almeida, Centro, Bacabal-MA, foi o campo para a solicitação de participação dos alunos na pesquisa. Para tal, foi realizada uma palestra na biblioteca da escola, na qual foram explicitados os objetivos da pesquisa, o local e período de realização e os critérios para a participação, além de ter sido a oportunidade para o compartilhamento do formulário de interesse.

Todavia, a direção da escola não liberou a participação das turmas da terceira série, com o argumento de que os alunos estavam demasiadamente atarefados com as atividades que envolvem os exames vestibulares. Em conversa amigável, chegamos a um acordo da participação de uma turma da primeira série e outra da segunda série na palestra que foi realizada na escola. Após a palestra, onze alunos demonstraram interesse em participar da pesquisa, através do preenchimento do formulário online, entre os quais nove cursavam a primeira série e apenas dois a segunda série.

Com base nesse cenário, decidimos optar pela participação apenas dos alunos da primeira série devido ao espaço e recursos disponíveis na sala do Laboratório de Pesquisa em Ensino Digital para Ciências (PEDIC), onde o projeto se realizou. Optamos previamente pela divisão dos alunos em três grupos, para utilização dos três computadores existentes na sala. Logo, se os onze alunos que demonstraram interesse fossem selecionados, em um dos grupos não teria a representação de um aluno da segunda série, pois somente dois alunos dessa série demonstraram interesse em participar da pesquisa.

Então, por diversos motivos, inclusive objetivando o tratamento e a análise dos dados a serem coletados de forma mais sistemática, selecionamos os nove alunos da primeira série que manifestaram interesse em participar do projeto, que foram convocados juntamente com seus pais ou responsáveis para uma reunião na escola com a presença da pesquisadora e da direção da escola, para esclarecimento dos objetivos do projeto, do local, período e realização da pesquisa e para a assinatura dos termos de Livre Assentimento e Livre Consentimento (Apêndice B e C, respectivamente).

Sendo assim, três grupos participaram da pesquisa, cada um composto por três alunos, em um total de nove sujeitos de pesquisa. Para preservar a identidade dos alunos, conforme acordado nos termos supracitados, utilizamos as siglas A1, B1, C1, referentes aos alunos do grupo 01 (G1); A2, B2, C2, referentes aos alunos do grupo 02 (G2); e A3, B3 e C3, referentes aos alunos do grupo 03 (G3). Até o momento em que o projeto foi aplicado, esses alunos

estavam cursando a primeira série do ensino médio no Centro Educacional Estado do Ceará, no município de Bacabal – MA, cidade em que a pesquisa foi desenvolvida, especificamente no espaço de divulgação científica Museu do Game para o Ensino de Ciência, pertencente ao Laboratório de Pesquisa em Ensino Digital para Ciências (PEDIC), localizado no campus da Universidade Federal do Maranhão na referida cidade.

O período de realização da pesquisa no espaço do PEDIC se deu entre os dias 23/10 à 05/12/2019, todas as quartas e quintas-feiras, das 14:00 às 18:00 horas, tendo sua culminância, para apresentação final dos jogos, no dia 17/12/2019, terça-feira, das 18:00 às 22:00 horas, totalizando 60 horas, certificadas aos alunos como participação em curso de criação de *games*, promovido pelo PEDIC, em certificado concedido pela UFMA, campus Bacabal (Anexo A). A realização da pesquisa foi autorizada pela Secretaria de Estado da Educação (SEDUC/MA) e pela Unidade Regional de Educação de Bacabal (URE) (Anexo B).

4.2 Sequência Didática

Para subsidiar o processo de ensino e aprendizagem de forma a cumprir os objetivos propostos por esta pesquisa, foi elaborada uma Sequência Didática (SD), com base nas orientações de Giordan e Guimarães (2011, 2013). O objetivo geral da SD proposta neste trabalho foi possibilitar a Alfabetização Científica através da criação de jogos digitais com foco em conteúdos de Química. Uma SD deve estar focada no processo de ensino e se constitui como “um conjunto de atividades articuladas e organizadas de forma sistemática, em torno de uma problematização central” (GIORDAN; GUIMARÃES, 2013, p. 2). Seguindo essa orientação, propomos um sequenciamento de atividades cuja problematização central envolve a discussão de uma questão socioambiental presente no cotidiano dos alunos, a fim de gerar subsídios para a criação do jogo digital, o objetivo final da SD.

A questão socioambiental escolhida foi a poluição atmosférica provocada pelas queimadas. Apesar de possuir proporções globais, o problema das queimadas atinge particularmente as comunidades locais e é uma questão propícia para a promoção da Alfabetização Científica, no que tange tanto aos conhecimentos científicos quanto ao posicionamento crítico e reflexivo sobre o problema. No ano em que a pesquisa foi realizada (2019), houve grande repercussão sobre as queimadas na região Amazônica, que compreende parte do Maranhão, estado em que foi realizada a pesquisa, fato que pesou na escolha da problemática, levando em consideração que as informações alcançam os adolescentes de forma instantânea pelas redes sociais em que estão sempre conectados.

Conforme as orientações da BNCC para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias na etapa do ensino médio, apesar de as questões locais e globais, que envolvem a Ciência e a Tecnologia, serem motivo de preocupação de muitos cidadãos brasileiros, como é o caso da poluição atmosférica, poucos são os que aplicam os conhecimentos científicos na resolução desses problemas no cotidiano, como por exemplo, encontrar soluções sustentáveis para reduzir o nível de poluição da sua comunidade ou município. Esse cenário expõe a necessidade de a educação básica, em especial o ensino de ciências, comprometer-se com o Letramento Científico (BRASIL, 2018).

A referida problemática foi trabalhada a partir de uma situação-problema que teve por objetivo central investigar a constituição química da fumaça de cor escura resultante das queimadas, bem como suas consequências para a saúde humana e para o meio ambiente (Quadro 2).

Quadro 2 – Situação Problema.

POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA CAUSADA PELAS QUEIMADAS
<p>O Maranhão ocupa o primeiro lugar no ranking de queimadas entre todos os estados do Nordeste, o que provoca um aumento significativo nas emissões de CO₂ no território nacional. Os habitantes bacabalenses vêm sofrendo as consequências dessa emissão excessiva, principalmente com doenças respiratórias decorrentes da poluição atmosférica. Intrigados com esta situação, um grupo de estudantes de uma escola de Bacabal resolveu investigar as principais causas e possíveis soluções para o problema da poluição atmosférica na cidade, a fim de conscientizarem a população. Ao entrevistarem alguns moradores, o relato de Dona Maria chamou atenção: “meus filhos, eu tenho pra mim que é essa fumaça preta que me adoce dos pulmões”. Com base na hipótese de dona Maria, os estudantes passaram a investigar as origens da tal fumaça preta e observaram que ela estava presente em duas situações: nos focos de incêndio às margens da BR 316 e também nos escapamentos das motos e carros das cidades. Levando em consideração as observações e hipóteses dos estudantes, investigue o que é a tal “fumaça preta”, se realmente afeta a saúde humana e o meio ambiente e de que forma isso acontece.</p>

Fonte: autora (2020)

A referida situação-problema envolve o entendimento de conteúdos de Química, como elementos químicos, substâncias, estados da matéria, reações químicas, reação de combustão completa e incompleta etc. Além disso, possibilita discussões que envolvem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), como as causas e consequências circundantes à questão do alto teor de poluição causado pela queima de combustíveis nas indústrias, nos lixões a céu aberto, nos veículos automotores, entre outros. Tal configuração está diretamente relacionada aos objetivos propostos nesta pesquisa, em resumo: o desenvolvimento de aspectos da Alfabetização Científica.

Prates Júnior e Simões Neto (2015) evidenciam que as situações-problema devem ter algumas características fundamentais, dentre elas está o envolvimento de questões CTS, a possibilidade de resolução inicial por meio de levantamento de hipóteses e constituir-se como um desafio intelectual que não esteja tão distante das concepções prévias dos alunos. Além disso, as situações-problema devem conter “um sistema de recursos, que consiste em algum material físico ou digital, instruções-alvos ou atividades dialógicas em sala de aula, que forneçam as condições para construção de conhecimento e resolução da situação-problema” (PRATES JÚNIOR; SIMÕES NETO, 2015, p. 185).

Corroborando com estas características, o sistema de recursos disposto para auxiliar na resolução da situação-problema proposta na SD foi constituído de navegação na internet, leitura de artigos científicos, consulta em livros didáticos, uso de simulador da plataforma PhET³ e experimentos com materiais alternativos. Entre essas ferramentas, destacamos os experimentos alternativos, que, na resolução da situação-problema, tiveram o objetivo de demonstrar as reações de combustão completa e incompleta para auxílio na verificação das hipóteses levantadas pelos alunos.

Após a resolução da situação-problema, foi proposta, como forma de sistematização e divulgação dos resultados das pesquisas dos alunos envolvendo a problemática, a criação de um jogo digital. O jogo deveria ser produzido com foco nos conteúdos de química e trazer como temática central a poluição atmosférica causada pelas queimadas. Além disso, deveria possuir características próprias do *design* de *games*, como jogabilidade, interatividade, imersão e possuir enredo e gráficos bem elaborados. O desenvolvimento do jogo se deu em três etapas, a saber: 1) elaboração do enredo; 2) criação do jogo na plataforma *RPG Maker*; e 3) socialização do jogo.

A Sequência Didática compreendeu o período de quinze encontros de quatro horas cada, contabilizando 60 horas. O tempo empreendido com a execução da SD se justifica devido à contemplação da diversidade de conteúdos envolvendo as várias ciências, promovendo assim a interdisciplinaridade. Os objetivos de cada encontro, os conteúdos abordados e a dinâmica das aulas estão descritos sistematicamente na Sequência Didática disposta no Apêndice D desse trabalho. Para melhor compreensão da Sequência Didática, detalhamos o que foi executado em cada um dos quinze encontros realizados com os alunos:

Encontro 01 – Foi elaborado e executado, pela pesquisadora, um tutorial para que os alunos tivessem o primeiro contato com a ferramenta de criação de jogos *RPG Maker*. Esse

³ https://phet.colorado.edu/pt_BR/

tutorial consistia em passos lineares em que se esperava dos estudantes reproduzi-los à medida em que fosse solicitado pela pesquisadora, que estava sendo a instrutora. O objetivo desse encontro foi permitir o primeiro contato entre os alunos e a ferramenta.

Encontro 02 – No segundo encontro, foram investigadas as concepções prévias dos alunos sobre a problemática, que consistiu em uma roda de conversa entre os alunos e a pesquisadora, que se iniciou com a seguinte pergunta: “O que mais incomoda vocês na cidade em que moram?” e culminou em uma proveitosa discussão sobre diversos assuntos que envolvem a ciência e o cotidiano. O intuito desse encontro foi identificar o nível de Alfabetização Científica dos alunos e abrir caminhos para a resolução da situação-problema.

Encontro 03 – No terceiro encontro, foi iniciada a resolução da situação-problema, que possibilitou o levantamento de hipóteses por parte dos estudantes. Para subsidiar a resolução da problemática, os alunos contaram com a navegação na internet e foram solicitados a sistematizarem suas respostas em um documento escrito que deveria ser postado na sala de aula do *Google*, criada para este fim.

Encontro 04 – A partir das respostas postadas na sala de aula do *Google*, iniciou-se uma discussão entre os alunos e a pesquisadora, a fim de que se chegasse a um consenso sobre a questão-problema. No intuito de investigar as hipóteses levantadas, a fim de confirmá-las, foi realizado um experimento com materiais alternativos que consistiu na demonstração das reações de combustão completa e incompleta, o que gerou outro momento de discussão. Para melhor entenderem a reação de combustão completa e incompleta, a pesquisadora se valeu de uma aula teórica, com o auxílio de slides projetados em monitor. A partir da reação de combustão do etanol, os alunos tiveram contato com os conteúdos de balanceamento de equações e lei de Lavoisier. Para suplementar o processo de construção do conhecimento científico, foi utilizado o simulador da plataforma PhET denominado “Balanceamento de Equações”.

Encontro 05 – Após as etapas de resolução da situação-problema, os alunos foram instruídos a começarem a produção dos jogos digitais. A pesquisadora deu dicas sobre *design de games* e *design instrucional*, e estabeleceu alguns critérios para a criação dos jogos. Em relação ao *design instrucional*, o jogo deveria ser produzido com foco nos conteúdos de química e trazer como temática central a poluição atmosférica causada pelas queimadas. Quanto ao *design de games*, deveria ter jogabilidade, interatividade, imersão e possuir enredo e gráficos bem elaborados. A partir dessas instruções, os alunos foram solicitados a escreverem o enredo do jogo, que consiste em sua narrativa, a história dos personagens, além da descrição de como o jogo envolveria a problemática e quais conteúdos de química conteriam.

Encontro 06 – A partir do sexto encontro, os alunos foram convidados a produzirem os jogos na plataforma *RPG Maker*. Por se tratar de uma plataforma do estilo RPG, os estudantes precisariam executar o mapeamento do jogo, a história dos personagens e programar os comandos de eventos. Além disso, como os recursos da plataforma são limitados, os alunos deveriam captar recursos online, em fóruns e blogs. Todas essas tarefas, somadas aos critérios de *design instrucional*, despenderam seis encontros, aos quais denominamos “Produção do jogo na plataforma”.

Encontros 07, 08 e 09 – Produção do jogo na plataforma.

Encontro 10 – Após três encontros voltados para a produção do jogo na plataforma, organizamos no encontro 10 o que no *design de games* denomina-se *Playtest*, que é o momento em que os protótipos dos jogos são testados por uma equipe qualificada para futuras modificações e aperfeiçoamento. Participaram desse momento, alguns integrantes do grupo de pesquisa PEDIC: dois alunos de iniciação científica com pesquisas na área de jogos e ensino de ciências, um profissional da Tecnologia da Informação especialista na área de programação de jogos e o professor orientador desta pesquisa, doutor em Educação para a Ciência, que lidera o grupo de Pesquisa em Ensino Digital para a Ciência. De início, os estudantes apresentaram o enredo dos jogos criados. Em seguida, na medida em que os integrantes jogavam os *games*, também interagiam com os alunos que produziram, dando sugestões sobre *design de games* e *design instrucional*.

Encontros 11, 12 e 13 – Produção do jogo na plataforma.

Encontro 14 – Com os jogos prontos, no penúltimo encontro, foi realizada uma roda de conversa entre os alunos, a pesquisadora e seu orientador de mestrado. O intuito desse momento foi investigar a relevância da proposta desta pesquisa na percepção dos próprios estudantes. Também houve o momento de entrega dos certificados de participação no projeto, concedidos pela Universidade Federal do Maranhão, que contou com uma singela confraternização com os alunos, a pesquisadora e os integrantes do grupo de pesquisa PEDIC.

Encontro 15 – A culminância do projeto se deu pela socialização dos jogos para uma turma de Licenciatura em Ciências Naturais do campus III da UFMA, na disciplina de Instrumentação para o Ensino de Ciências Naturais, na qual os jogos digitais também são considerados como instrumentos de ensino, o que proporcionaria um aprendizado para aquela turma. Cada grupo participante da pesquisa apresentou o enredo do jogo, enfatizando os critérios de *design instrucional*, a saber, a produção do jogo com foco nos conteúdos de química e como temática central a poluição atmosférica causada pelas queimadas. Além disso, jogaram os *games* com exibição em data show para que os licenciandos visualizassem, visto que o tempo

impossibilitaria que todos jogassem. Ao final, os licenciandos votaram no jogo que para eles mais atendeu aos critérios estabelecidos para a sua elaboração. O objetivo desse momento foi mais uma vez desenvolver a Alfabetização Científica nos alunos participantes e contribuir para a formação docente dos licenciandos em Ciências Naturais.

4.3 Coleta e tratamento dos dados

Como procedimento de coleta de dados, foram realizadas gravações de vídeo e áudio em todos os momentos em que a Sequência Didática foi aplicada. Além disso, foram efetuadas a captura da tela dos computadores e a captura de imagem e áudio das webcams plugadas nos computadores. Os instrumentos utilizados para a coleta dos dados foram: a) software Camtasia®, para a captura simultânea da imagem da tela dos computadores, das imagens das webcams, dos áudios externos e os produzidos pelos computadores e b) câmera com tripé, instalada em um ângulo que contemplou a captura de vídeo da sala de modo geral, incluindo todos os alunos sentados à frente dos computadores e a pesquisadora. Por medidas de precaução e para melhor qualidade no tratamento dos dados, também foi utilizado um gravador de áudio em todos os encontros, permitindo o registro da fala de todos os estudantes e da pesquisadora.

Os registros da fala dos estudantes nas etapas selecionadas para a análise, gravados em formato de vídeo, foram posteriormente transcritos para possibilitar a análise dos dados. Para preservar a identidade dos alunos, conforme acordado nos termos de consentimento e assentimento, utilizamos as siglas A1, B1, C1, A2, B2, C2, A3, B3 e C3 para representar os nove alunos participantes. Informamos que a letra P indica a fala da pesquisadora e a letra A se refere ao termo “alunos”, que é utilizado quando a fala manifesta uma concordância de todos ou da maioria dos sujeitos, geralmente expressa por termos genéricos como “sim”, “não”, “com certeza”, ou por palavras e expressões ditas ao mesmo tempo pela maioria dos alunos.

4.4 Seleção dos dados

Conforme a descrição dos encontros da Sequência Didática, selecionamos para análise aqueles cujo conteúdo nos fornece dados suficientes para a compreensão do que se pretende investigar, o que resultou em quatro categorias, dispostas a seguir.

1) Investigação das concepções prévias sobre a problemática

O encontro analisado nessa categoria é o 02 da sequência didática, que traz elementos substanciais para a investigação do nível de Alfabetização Científica dos alunos.

2) Resolução da situação-problema

Essa categoria compreende os encontros 03 e 04, os quais são de fundamental importância para a compreensão de como se deu o desenvolvimento de aspectos da AC nos alunos, pois foram nesses encontros que os alunos adquiriram subsídios didático-pedagógicos para a criação do jogo.

3) Criação dos jogos

O processo de criação de jogos envolveu nove encontros (05 a 13), que consistiram na elaboração do enredo e na produção do jogo na plataforma. Nessa categoria, debruçamos a análise sobre o encontro 10, momento em que se realizou o *Playtest*, pois é onde os alunos expõem os enredos dos jogos criados, além dos fatores que envolvem *design de games* e *design instrucional*. Entretanto, descreveremos de forma geral os demais encontros para a compreensão de como se deu o processo de criação de jogos por completo.

Essa categoria também abrange a análise do jogo como produto final. Para tal, foram utilizadas as capturas de tela dos computadores e o arquivo final do jogo no RPG Maker® com extensão “.rvproj2”, juntamente com um executável “.exe”, no qual é possível rodar o jogo em uma janela específica do próprio programa RPG Maker®.

4) Socialização dos jogos

Essa categoria compreende os encontros 14 e 15, nos quais aconteceu a roda de conversa sobre a realização do projeto e a socialização do jogo para uma turma de licenciandos em ciências naturais. A roda traz grande contribuição no entendimento dos fatores positivos ou negativos que envolvem a realização desse projeto, ou seja, nos permite investigar a concepção dos alunos em relação à metodologia aplicada. Já a socialização do jogo foi o episódio em que os alunos puderam expressar de forma sistemática tudo o que produziram durante todos os encontros da SD.

4.5 Análise dos dados

Partimos da hipótese de que o processo de criação de jogos digitais com foco em conteúdos de química e com base em uma problemática socioambiental contribui para o

desenvolvimento da Alfabetização Científica. A questão de pesquisa do presente trabalho buscou saber se realmente isso acontece e de que forma. Para tal, objetivamos identificar evidências da Alfabetização Científica no processo de criação de jogos digitais, bem como analisar, sob uma perspectiva sociocultural, os fatores que contribuíram para a expressão dessas evidências.

Sendo assim, nos valem de dois referenciais de análise, um voltado para a identificação de evidências da Alfabetização Científica e outro voltado para a investigação dos fatores que contribuíram para a manifestação dessas evidências, em termos de aprendizagem. Cabe salientar que esses dois referenciais foram utilizados nessa pesquisa de forma concomitante, para que, ao final da análise, pudéssemos responder à questão de pesquisa de forma satisfatória, a saber: “De que forma a criação de jogos digitais pode contribuir para o desenvolvimento da Alfabetização Científica?”.

Para verificar as evidências da AC no processo de criação de jogos, utilizamos como ferramenta de análise os Indicadores da Alfabetização Científica com seus respectivos atributos, propostos por Cerati (2014) e adaptados conforme o foco de pesquisa desse trabalho. Esses atributos foram identificados nos enunciados dos alunos durante os momentos analisados e nos jogos produzidos por eles. Para compreender como ocorre o processo de manifestação dessas evidências sob uma perspectiva sociocultural, utilizamos como ferramenta de análise a Teoria da Ação Mediada (Wertsch, 1991, 1998), no que tange à análise de como as ferramentas mediacionais, as interações sociais e as abordagens comunicativas contribuem para a expressão dos atributos dos indicadores da Alfabetização Científica.

A seguir, discutimos teoricamente essas duas ferramentas e descrevemos a forma como as utilizamos na análise dos dados.

4.5.1 Indicadores da Alfabetização Científica

Para identificar evidências de que a criação de jogos digitais contribui para o desenvolvimento da Alfabetização Científica, analisamos os encontros da Sequência Didática aplicada, na busca pela identificação de indicadores da AC presentes no discurso argumentativo dos alunos na resolução da situação-problema e no conteúdo dos jogos produzidos por eles. Para tal, adaptamos a ferramenta teórico-metodológica proposta por Cerati (2014), na qual são estabelecidos quatro indicadores com seus respectivos atributos para análise do processo de Alfabetização Científica em espaços não formais de educação, especificamente em um jardim botânico.

Segundo a Fundação Nacional de Qualidade (FNQ, 2016), indicadores são informações qualitativas ou quantitativas que expressam o desempenho de um processo. Cerati (2014) os define como “uma ferramenta de avaliação e monitoramento que permite identificar elementos promotores da AC” (p.79). Esses indicadores possuem características próprias, as quais a autora denomina de atributos. Tanto os indicadores quanto os atributos foram elaborados com base nos referenciais da Alfabetização Científica e da Alfabetização Ecológica e idealizados para uma situação de aprendizagem específica, a exposição em um jardim botânico. Dessa forma, a ferramenta compreende a possibilidade de análise tanto da exposição em si, quanto do público visitante, através da análise dos discursos expositivos e da interação público-exposição (CERATI, 2014).

Apesar do foco de pesquisa de Cerati (2014) ser a análise das ações educativas em espaços não formais, a ferramenta de análise idealizada pela autora é passível de ser adaptada para públicos e situações de ensino-aprendizagem diversas. Prova disso, é a tese de doutorado de Oliveira (2016), em que a autora faz uma releitura e adaptação dos indicadores propostos por Cerati (2014) para a análise de documentos, de forma a abranger seus objetivos de pesquisa, a saber: “compreender a integração entre o fomento à pesquisa e a divulgação científica ou popularização da ciência” (p.10). Também evidenciamos o trabalho de Marques e Marandino (2019), em que as autoras analisam o potencial de uma brinquedoteca para a promoção da AC. Para isso, as autoras adaptaram os indicadores de Cerati (2014) de modo a contemplar o público-alvo da pesquisa, ou seja, as crianças.

Por entendermos que a ferramenta proposta por Cerati (2014) é adaptável, fizemos uma releitura de sua proposta e a ajustamos, levando em consideração o referencial teórico da Alfabetização Científica, de Jogos e da Teoria da Ação Mediada, além do público-alvo e dos objetivos da sequência didática aplicada. Sendo assim, primeiramente sistematizamos os indicadores e atributos propostos por Cerati (2014) (Quadro 3) e em seguida discutimos a adaptação desses indicadores.

Quadro 3 - Indicadores e atributos da Alfabetização Científica.

INDICADOR	ATRIBUTOS
Científico	1.a Conceitos científicos e suas definições. 1.b Resultados da pesquisa científica. 1.c Processo de produção de conhecimento científico. Apresentação de métodos e procedimentos da ciência, bem como a formulação de hipóteses, realização de testes, registros, publicações, entre outros aspectos.

	<p>1.d Construção de conhecimento a partir da interação com o objeto/texto presente no discurso expositivo.</p> <p>1.e Papel do pesquisador no processo de produção do conhecimento.</p> <p>1.f Evolução da ciência, afirmando seu caráter questionável e inacabado.</p>
Institucional	<p>2.a Importância das coleções mantidas pela instituição.</p> <p>2.b Missão institucional como produtora e disseminadora de conhecimento científico.</p> <p>2.c Identificação das instituições envolvidas na produção e fomento à ciência.</p> <p>2.d Presença de elementos políticos e sociais ligados à instituição, que envolve o processo de produção e disseminação de conhecimento.</p> <p>2.e Contextualização da dimensão histórica da instituição e seu papel para o desenvolvimento científico.</p>
Interface Social	<p>3.a Impactos positivos ou negativos da ciência na sociedade.</p> <p>3.b Influência da sociedade na produção da ciência.</p> <p>3.c Aplicação social do conhecimento científico, incluindo a conexão entre a temática expositiva e o cotidiano, possibilitando tecer relações entre a ciência e as questões sociais, históricas, políticas, econômicas e ambientais.</p> <p>3.d Importância da ciência para a história da humanidade.</p> <p>3.e Posicionamento do público diante dos resultados da ciência.</p>
Estético/Afetivo	<p>4.a Expressão de sentimentos a partir da interação com a exposição: apreço, prazer, repulsa, indignação, sensações, entre outras, em relação os fenômenos científicos e aos elementos naturais.</p> <p>4.b Possibilidade de interação e de contemplação dos elementos da exposição.</p> <p>4.c Motivação do público no envolvimento com o tema exposto.</p>

Fonte: Cerati (2014).

Desconsideramos o indicador *Institucional*, por não se caracterizar como um aspecto a ser investigado nessa pesquisa, pois se refere à avaliação das instituições promotoras de ações de Divulgação Científica, bem como de suas atividades e sua função social, cultural e histórica (CERATI, 2014). Portanto, selecionamos os indicadores *1) Científico*, *2) Interface Social* e *3) Estético/Afetivo*, que foram adaptados conforme o objetivo de análise dessa pesquisa, isto é, identificar evidências da Alfabetização Científica no processo de criação de jogos digitais, no que se refere aos aspectos ligados aos conhecimentos científicos conceituais e aos aspectos relacionados às questões Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

A adaptação dos indicadores também foi pensada de forma a abranger a análise dos dados coletados, que se constituem tanto dos enunciados dos alunos durante a resolução da situação-problema, quanto do conteúdo dos jogos criados por eles. Ressaltamos que em cada atributo acrescentamos substantivos como “expressão”, “manifestação”, “reconhecimento”, “entendimento”, “compreensão”, entre outros, para expressar a habilidade que deve ser manifestada pelo indivíduo alfabetizado cientificamente. Segundo o nosso entendimento, essas

habilidades podem ser manifestas tanto na fala, quanto na escrita, no desenho ou em outros tipos de expressão verbal ou não-verbal. Dessa forma, os alunos analisados puderam expressar essas habilidades tanto em seus discursos argumentativos quanto no conteúdo dos jogos produzidos por eles. Diante disso, discutiremos agora a adaptação de cada indicador e seus respectivos atributos.

4.5.1.1 Indicador Científico

Esse indicador expressa os aspectos da Alfabetização Científica que dizem respeito ao entendimento sobre a natureza da ciência e o conhecimento científico. Cerati (2014) justifica a criação desse indicador citando autores como Roberts (2007), o qual entende que “uma pessoa é considerada alfabetizada cientificamente quando tem conhecimento e entende os processos e produtos da ciência para participar da sociedade” (CERATI, 2014, p. 79). Além disso, documentos que direcionam a Alfabetização Científica como meta educacional, como a Declaração de Budapeste e o Project 2061, também embasaram a criação do indicador *Científico* (CERATI, 2014). Nesta perspectiva, nos valemos da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para justificar o uso do indicador *Científico* na análise do processo de AC, no contexto dessa pesquisa. Para tal, em virtude do nosso público-alvo, ressaltamos trechos desse documento referentes às orientações para o ensino de ciências da natureza e suas tecnologias na etapa do ensino médio.

Quando se trata do ensino de ciências, a BNCC traz como cerne de sua orientação a educação para a cidadania, o que influencia diretamente nas competências e habilidades propostas pelo documento, as quais estão ligadas “aos conhecimentos conceituais da área; à contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos; aos processos e práticas de investigação e às linguagens das Ciências da Natureza” (BRASIL, 2018, p.547). Além disso, a BNCC propõe:

apresentar os conhecimentos científicos como construções socialmente produzidas, com seus impasses e contradições, influenciando e sendo influenciadas por condições políticas, econômicas, tecnológicas, ambientais e sociais de cada local, época e cultura (BRASIL, 2018, p.550).

Podemos observar a linha tênue entre as propostas da BNCC para a formação cidadã no ensino de ciências e os atributos expressos pelo indicador *Científico* proposto por Cerati (2014) no que se refere aos aspectos ligados à natureza da ciência e ao conhecimento científico.

Visto isso, exporemos a seguir a descrição do que pretendemos identificar em cada atributo do indicador *Científico* (Quadro 4).

Quadro 4 – Atributos e descrição do Indicador Científico.

ATRIBUTOS		DESCRIÇÃO
1.a	<i>Compreensão de conceitos científicos e suas definições</i>	Pretendemos identificar neste atributo a compreensão de conceitos, leis, fórmulas, siglas, teorias e da linguagem própria da ciência por parte dos alunos.
1.b	<i>Expressão de resultados da pesquisa científica</i>	Esse atributo se refere à capacidade dos alunos em expressarem o avanço da ciência e os resultados da pesquisa científica em âmbito local e global, que envolvem a problemática discutida ou outro tema associado à ciência e tecnologia.
1.c	<i>Manifestação de habilidades no processo de construção do conhecimento científico</i>	Pretendemos com este atributo identificar nos alunos, no processo de construção do conhecimento, habilidades como: organização de informações, raciocínio lógico, levantamento e confirmação de hipóteses. Sasseron (2008) concebe essas e outras habilidades como indicadores do início da Alfabetização Científica nos anos iniciais do ensino fundamental. Para essa pesquisa, reunimos todas essas habilidades nesse atributo, pois as consideramos como apenas um entre diversos aspectos da AC.
1.d	<i>Reconhecimento do papel do pesquisador no processo de produção do conhecimento</i>	Buscamos identificar neste atributo se os alunos reconhecem a ciência como um processo de construção humana, bem como a dimensão ética e social do pesquisador nesse processo.
1.e	<i>Entendimento do caráter questionável e inacabado da ciência</i>	Procuramos identificar neste atributo o entendimento dos alunos em relação a não neutralidade da ciência, de seu caráter evolutivo e inacabado, além de outros aspectos que envolvem a história e filosofia das ciências.

Fonte: autora (2020)

4.5.1.2 Indicador Interface Social

Enquanto o indicador *Científico* está relacionado à natureza da ciência e ao conhecimento científico, o indicador *Interface Social* está diretamente relacionado à aplicação desse conhecimento em situações cotidianas, compreendendo o significado social da ciência e das relações entre ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CERATI, 2014). Segundo Oliveira (2016), este indicador está direcionado tanto à influência da ciência e tecnologia na sociedade quanto à efetiva participação da sociedade em assuntos que envolvem C&T.

Corroborando com esses aspectos, a BNCC traz em sua proposta elementos que favorecem o Letramento Científico no ensino de ciências naturais: “discutir o papel do

conhecimento científico e tecnológico na organização social, nas questões ambientais, na saúde humana e na formação cultural, ou seja, analisar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente” (BRASIL, 2018, p.549). Diante disso, expressaremos a seguir a adaptação dos atributos do indicador *Interface Social* (Quadro 5). De modo geral, pretendemos identificar nestes atributos a compreensão e o posicionamento dos alunos em relação às questões que envolvem a relação ciência-tecnologia-sociedade nas esferas sociais, históricas, políticas, econômicas, culturais e ambientais, expressos nas habilidades a seguir.

Quadro 5 – Atributos e descrição do Indicador Interface Social.

ATRIBUTOS		DESCRIÇÃO
2.a	<i>Identificação dos impactos positivos ou negativos da ciência na sociedade</i>	Buscamos verificar nesse atributo a capacidade dos alunos em identificarem em seu cotidiano os impactos na ciência e da tecnologia para a sociedade.
2.b	<i>Reconhecimento da influência da sociedade na produção da ciência</i>	Afunilamos esse atributo no que se refere ao reconhecimento de diversas formas do saber, incluindo aquelas ligadas aos saberes populares e de que modo essas formas de conhecimento da sociedade influenciam na produção científica.
2.c	<i>Aplicação social do conhecimento científico, incluindo sua conexão com a temática e o cotidiano</i>	Com esse atributo, pretendemos investigar se os alunos estabelecem conexões entre o conhecimento científico e o seu cotidiano e como o aplicam na resolução de problemas socioambientais.
2.d	<i>Percepção da importância da ciência para a história da humanidade</i>	Investigaremos nesse atributo se os estudantes percebem a influência da ciência no decorrer dos tempos que compõem a história humana.
2.e	<i>Posicionamento crítico e reflexivo diante das questões que envolvem ciência, tecnologia, sociedade e ambiente</i>	Além do posicionamento crítico e reflexivo, esse atributo inclui a manifestação de engajamento e participação na tomada de decisões em assuntos que envolvem CTSA.

Fonte: autora (2020)

4.5.1.3 Indicador Estético-Afetivo

Na proposição desse indicador, Cerati (2014) considera que “a compreensão que temos do mundo só se dá por referência àquilo que é sentido ou vivido” (p.84). Em relação às especificidades dos jardins botânicos, lócus de pesquisa da autora, o fato de a exposição conter objetos vivos e dinâmicos, contribui para experiências estéticas e sensoriais dos visitantes. Essas experiências, apesar de não serem consideradas de forma explícita pelos estudos sobre Alfabetização Científica, possuem considerável valor para a educação formal, “por desencadear questionamentos, respostas e reflexões, fator essencial para a construção de significados, a

ampliação da visão de mundo dos visitantes e a incorporação de valores sociais, culturais e científicos à vida cotidiana” (p.85). Essa afirmação leva a autora a inferir que as experiências estético/afetivas possibilitam o aparecimento de outros indicadores da AC, como o *Científico* e o *Interface Social* (CERATI, 2014).

Cerati (2014) também evidencia a relevância do aspecto *interatividade* na proposição desse indicador. Para a autora, a natureza da experiência afetiva depende da mediação entre o visitante e o objeto. Nesse contexto, a motivação também é um aspecto que deve ser levado em consideração por ser determinante na interação do visitante do jardim botânico com a temática apresentada. Sendo assim, “motivar o visitante a interagir com a exposição a fim de promover seu engajamento com o tema exposto é [...] indispensável para se alcançar a AC” (CERATI, 2014, p. 86). Em relação às tecnologias digitais, o fator motivação se revela na interatividade e imersão espontânea do sujeito com a ferramenta.

Diante do exposto, identificamos uma linha tênue entre o indicador *Estético-Afetivo* e a Teoria da Ação Mediada, referencial de análise que utilizaremos para a compreensão dos aspectos envolvidos no processo de Alfabetização Científica analisado, a partir dos conceitos de interação, mediação e produção de significados. Por meio desse referencial, entendemos que a investigação da interação aluno-ferramenta e aluno-temática é indispensável para a compreensão do processo de AC. Dessa forma, descrevemos a seguir a adaptação do indicador 3) *Estético/Afetivo* de acordo com as especificidades dessa pesquisa (Quadro 6).

Quadro 6 – Atributos e descrição do Indicador Estético-Afetivo.

ATRIBUTOS		DESCRIÇÃO
3.a	<i>Expressão de sentimentos a partir da interação com as ferramentas</i>	Com esse atributo, buscamos identificar sentimentos como satisfação, motivação, prazer, entusiasmo, empolgação, bem como insatisfação, desmotivação ou desânimo, advindos do uso das ferramentas culturais.
3.b	<i>Interação espontânea dos alunos com as ferramentas</i>	Nesse atributo identificaremos os episódios em que os alunos utilizaram as ferramentas de forma espontânea, ou seja, sem a instrução da pesquisadora, para um propósito de interesse do próprio estudante ou grupo.
3.c	<i>Motivação dos alunos no envolvimento com a temática socioambiental e com os conteúdos de química</i>	Buscamos, com esse atributo, identificar os episódios em que os alunos se demonstraram motivados, ou não, no que se refere à temática e aos conteúdos de química trabalhados durante a sequência didática.

Fonte: autora (2020)

4.5.2 Teoria da Ação Mediada

Utilizamos a Teoria da Ação Mediada como ferramenta de análise do processo de Alfabetização Científica sob uma perspectiva sociocultural. Wertsch (1991, 1998) caracteriza a ação mediada como a unidade de análise na interpretação de como o indivíduo age por meio do uso de ferramentas culturais, ou seja, “o uso que os agentes fazem da ferramenta na execução de atividades em um dado contexto histórico e social é utilizado para identificar/caracterizar os significados associados às ferramentas” (POSSO, 2010, p. 55).

Dessa forma, a Teoria da Ação Mediada proporciona o suporte para interpretar as situações em que há produção de significados por meio da análise de situações em que “indivíduos-agem-com-ferramentas”, visto que o processo de produção de significados “decorre das interações sociais que se desenvolvem em um contexto instrucional mediado por diferentes ferramentas culturais” (POSSO, 2010, p. 42). Sendo assim, investigamos como se dá o processo de Alfabetização Científica mediado por ferramentas culturais, sob uma perspectiva sociocultural. Para tal, elaboramos um sequenciamento de atividades (SD) que favorecem a produção e a externalização de significados através do uso de ferramentas culturais. A partir da identificação desses significados, ou seja, dos atributos da Alfabetização Científica, nos encontros analisados, seguimos com a investigação sociocultural através da Teoria da Ação Mediada.

O ápice do sequenciamento de atividades se deu pela criação de um jogo digital em uma plataforma de produção de *games*. Defendemos neste trabalho que as tecnologias digitais são ferramentas culturais em potencial, quando inseridas em situações de ensino que explorem o seu uso na produção de significados, como, por exemplo, situações que visem a Alfabetização Científica. Nesta perspectiva, as tecnologias digitais são vistas como:

instrumentos que permitem que as pessoas em geral e alunos, em especial, representem de diversas maneiras seu conhecimento e possam refletir sobre ele, apropriando-se de forma mais significativa (COOL; MAJÓS, GOÑI, 2008, p.03, apud POSSO, 2010, p. 42).

Na Sequência Didática proposta, o contexto instrucional sugere atividades que promovem as interações aluno-aluno, grupo-grupo, aluno-pesquisador e aluno-ferramenta. Consideramos na análise as seguintes ferramentas culturais: a *palavra*, expressa nas exposições orais e escritas; o experimento com materiais alternativos; o simulador da plataforma PhET, a

sala de aula do *Google*, o aplicativo de mensagens *Whatsapp*, o enredo do jogo, a ferramenta de criação de jogos *RPG Maker* e a navegação na internet.

A investigação do processo de produção de significados, ou seja, o processo de Alfabetização Científica, ocorrido durante a execução do sequenciamento de atividades, se deu por meio da análise da linguagem verbal expressa nas trocas de enunciado, no enredo dos jogos e nos jogos produzidos pelos alunos, ao longo da SD. Para orientar a análise dos episódios em que os alunos expressaram os atributos da Alfabetização Científica, elaboramos, à luz da TAM, quatro perguntas norteadoras que nos fornecem um roteiro através do qual é possível interpretar as ações mediadas por ferramentas em um contexto de interação. A partir dessas perguntas, analisaremos o contexto em que foram expressos os indicadores da Alfabetização Científica para entendermos como ocorre o processo de Alfabetização Científica em um contexto sociocultural e, por conseguinte, respondermos à questão de pesquisa: “De que forma a criação de jogos digitais pode contribuir para o desenvolvimento de Alfabetização Científica?”. A seguir dispomos as quatro perguntas norteadoras da análise e a discussão teórica que embasa a sua formulação e aplicação como ferramenta de análise, a partir da Teoria da Ação Mediada (WERTSCH, 1991, 1998).

1) De que forma as interações ocorreram? (aluno-aluno, aluno-professor, grupo-grupo, aluno-ferramenta).

A interação social é determinante nos processos de internalização. Wertsch (1991, 1998) estabelece um vínculo entre os processos que ocorrem na mente humana e o contexto cultural, histórico e institucional que eles acontecem. Sendo assim, ele concebe a mente humana como algo que se entende para além da pele, pontuando que as funções mentais superiores têm origem primeiramente no plano social para então serem transformadas em um processo psicológico individual (PEREIRA; OSTERMANN; CAVALCANTI, 2012). Isso quer dizer que as interações sociais (aluno-aluno, aluno-professor, grupo-grupo) orientam o entendimento dos processos que ocorrem na mente do indivíduo.

Além disso, o fato de que processos mentais podem ocorrer no plano social, através da interação, mostra que alguns aspectos desses processos, como a memória e a solução de problemas, podem ser atribuídos a duplas ou grupos e não somente ao indivíduo isolado (PEREIRA; OSTERMANN; CAVALCANTI, 2012). De forma semelhante, a interação indivíduo-ferramenta também se constitui determinante nos processos de internalização, visto que é impossível separar a ação humana das ferramentas que a mediam, pois as ferramentas

interferem nos processos mentais, de forma que a investigação dos processos mentais se dá pela análise de agentes-agindo-com-ferramentas-culturais (WERTSCH, 1991). A própria interação social (aluno-aluno, aluno-professor, grupo-grupo) é mediada por ferramentas, como a linguagem, e deve ser analisada sob essa perspectiva.

Dito isto, entendemos que a interação social e a interação indivíduo-ferramenta são imprescindíveis para o entendimento dos processos de internalização. Por isso, serão levadas em consideração para a análise do processo de Alfabetização Científica ocorrido em um contexto sociocultural específico, no qual o uso das ferramentas e a interação entre pares estão presentes em todo o sequenciamento de atividades proposto. A intenção é investigar como essas interações contribuíram para a manifestação dos atributos da Alfabetização Científica.

2) Qual o tipo de discurso utilizado? (interativo/dialógico, não-interativo/dialógico, interativo/de autoridade, não-interativo/de autoridade).

Uma das propriedades da ação mediada se refere ao fato de que as ferramentas culturais interferem nas relações de poder e autoridade. Wertsch (1991) se apropria dos estudos de Bakhtin (1981) sobre gêneros discursivos e linguagem social para defender que as formas de linguagem são ferramentas culturais que organizam ou interferem na ação humana. Nesse sentido, o uso da *palavra* interfere nos processos de internalização, visto que a linguagem como um meio mediacional não é neutra, pelo contrário, estabelece relações de poder e autoridade nas interações sociais. Essa afirmação é proposta por Wertsch (1991) quando discute a diferença entre função dialógica e função de autoridade frente às interações sociais, com base nos conceitos de discurso de autoridade e discurso internamente persuasivo propostos por Bakhtin (1981).

Em se tratando das relações discursivas estabelecidas em situações de ensino, Wertsch (1998) evidencia que as perguntas instrucionais realizadas pelo professor através do padrão IRA (iniciação-resposta-avaliação), apesar de aparentar algum tipo de interação em sala de aula, na verdade mantém a autoridade do discurso do professor. Para entender como o discurso influencia em sala de aula na produção de significados, Mortimer e Scott (2002), com base nos pressupostos de Wertsch (1998), concebem o conceito de abordagem comunicativa e estabelecem duas dimensões de discurso: dialógico ou de autoridade; interativo ou não-interativo. Essas duas dimensões combinadas geram quatro classes de abordagens comunicativas: interativo/dialógico, não-interativo/dialógico, interativo/de autoridade, não-interativo/de autoridade. Mortimer e Scott (2002, p. 288) as explicam da seguinte forma:

- a. Interativo/dialógico:** professor e estudantes exploram ideias, formularam perguntas autênticas e oferecem, consideram e trabalham diferentes pontos de vista.
- b. Não-interativo/dialógico:** professor reconsidera, na sua fala, vários pontos de vista, destacando similaridades e diferenças.
- c. Interativo/de autoridade:** professor geralmente conduz os estudantes por meio de uma sequência de perguntas e respostas, com o objetivo de chegar a um ponto de vista específico.
- d. Não-interativo/ de autoridade:** professor apresenta um ponto de vista específico.

Segundo os autores, as classes são aplicáveis não somente na caracterização das interações que ocorrem entre professor-alunos, mas também as que ocorrem entre aluno-aluno e aluno-professor. Sendo assim, investigamos de que maneira as abordagens comunicativas que se estabelecem durante a execução da sequência didática influenciam na produção de significados, ou seja, no processo de Alfabetização Científica.

3) Quais as ferramentas utilizadas e com qual propósito?

Em relação às ferramentas culturais, Wertsch (1998) estabelece características fundamentais para o entendimento da ação mediada. Levaremos essas características em conta para inferir sobre a ação dos alunos no uso das ferramentas. São elas:

(1) Materialidade: indica a influência das ferramentas na transformação do próprio agente, a partir do desenvolvimento de habilidades que surgem na interação do sujeito com as ferramentas. Nesse contexto, surge o que Wertsch denominou kit de ferramentas, que tem a ver com a diversidade de recursos que possibilita o aumento do rol apreciativo dos alunos. Por exemplo, para resolução de um problema nas aulas de ciências, quanto maior for o número de ferramentas dispostas aos estudantes (papel, lápis, experimentação, jogos) maior será a potencialidade da sentença “agentes-agindo-com-ferramentas-culturais”.

(2) Restringem e possibilitam a ação: Além do potencial de facilitação da ação humana, as ferramentas também possuem a característica de restrição, no sentido de se tornarem obsoletas ao longo do tempo. Isso requer a utilização reflexiva e consciente das ferramentas por parte dos agentes.

(3) Novas ferramentas transformam a ação mediada: a introdução de uma nova ferramenta em um determinado contexto provoca mudanças tanto no agente quanto na ação mediada. Podemos exemplificar com o uso de calculadoras nas aulas de ciências, que além de facilitarem a ação (operação matemática), também transformam completamente a forma que os estudantes concebem as operações matemáticas.

Dessa forma, com essa pergunta, investigamos de que forma as ferramentas utilizadas pelos alunos para mediar suas ações influenciaram na expressão dos atributos da Alfabetização Científica, a partir das características atribuídas às próprias ferramentas culturais enquanto mediadoras da ação.

4) Qual o nível de internalização da ferramenta? (domínio ou apropriação)

Consideramos como domínio a *expertise* do aluno no uso da ferramenta, seja ela a *palavra* nas interações dialógicas ou os demais recursos utilizados durante a SD. Ou seja, esse nível de internalização é caracterizado por “saber usar habilmente o meio mediacional” (WERTSCH, 1998, p. 50). A apropriação acontece quando o aluno usa a ferramenta em contextos diferentes daqueles já dominados, ou seja, quando acontece a aplicação da ferramenta em diferentes contextos socioculturais. Nesse nível de internalização, o aluno toma como seu o que outrora era do outro, o que permite uma “transformação do sujeito, por meio dos desdobramentos da ação na constituição de seus processos identitários” (PAULA; MOREIRA, 2014, p.8).

Esses processos identitários são determinantes para a escolha consciente do nível de internalização da ferramenta. Quando as ferramentas são conceitos/palavras/ideias/pontos de vista, o aluno pode escolher de forma consciente o domínio no lugar da apropriação, quando percebe que essas ferramentas não condizem com seus processos identitários. Nesse caso, o aluno pode as utilizar no âmbito do domínio, expressando assim um sentimento de conflito ou resistência. (PAULA; MOREIRA, 2014).

Uma ilustração real sobre esse cenário é citado por Pereira e Ostermann (2012), em um episódio de ensino narrado por Mortimer e Wertsch (2003), no qual um dos alunos demonstra resistência na classificação do vidro em relação ao modelo de partículas. Apesar de o aluno ter domínio sobre o conhecimento científico, se recusa a utilizar o modelo de partículas, que classifica o vidro como um material líquido, em seu cotidiano. Ou seja, o aluno expressa uma resistência ao conhecimento científico enquanto ferramenta cultural, a ponto de conscientemente decidir não utilizá-lo em determinados contextos, como em seu dia-a-dia. Nesse sentido, o aluno domina os conceitos, mas conscientemente decide não se apropriar dele, isto é, não o utilizar fora do contexto escolar.

Enquanto o domínio, no âmbito da internalização de conceitos científicos, está intimamente ligado à competência ou *expertise* na manipulação dos conceitos, a apropriação se refere à transformação do sujeito e de suas ações sobre o mundo através da aplicação dos

conceitos outrora dominados. O processo de internalização dos conceitos, isto é, o domínio e a apropriação, acontece a partir da interação social e com as ferramentas culturais. Assim, “por meio das interações sociais (professor/aluno, aluno/aluno, aluno/atividade), os conceitos são ‘requeridos’ para a execução de ações no plano externo e os significados dos conceitos são externalizados pela mediação das ferramentas culturais” (POSSO, 2010, p. 28).

4.6 Síntese do caminho metodológico

Para a identificação dos indicadores e atributos, utilizamos um quadro com cinco colunas com os seguintes conteúdos, cada: turno, locutor, enunciado, indicador e atributo, como no exemplo a seguir (Quadro 7).

Quadro 7 – Modelo de quadro para análise dos enunciados.

SEÇÃO 1 A				
TURNO	LOCUTOR	ENUNCIADO	INDICADOR	ATRIBUTO
1	P	<i>O que mais incomoda vocês na cidade em que moram?</i>	-	-
2	A	<i>Buracos.</i>	não se aplica	-
3	A2	<i>Eu nem saio muito de casa, mas como eu fico muito em casa, quando o povo fica queimando, ai fica fumaça três dias lá em casa, aquelas cinzas caindo.</i>	1)Estético/Afetivo	3.a Expressão de sentimentos a partir da interação com as ferramentas

Fonte: autora (2020)

O turno indica a localização do enunciado dentro da totalidade do diálogo transcrito. O locutor expressa a identificação de quem proferiu o enunciado. Consideramos enunciado o registro de fala individual. Os turnos analisados foram agrupados em seções cujas siglas representam a categoria analisada e a quantificação dos quadros, expressa em ordem alfabética crescente. Ou seja, na análise da categoria 1, as seções originadas terão as siglas 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, ..., até que se encerre os turnos analisados.

As duas últimas colunas contêm a identificação dos indicadores e atributos da Alfabetização Científica nos enunciados dos estudantes. Alguns enunciados podem não conter conteúdo que expressem algum dos atributos em questão e por isso, nesses casos, utilizaremos a expressão “não se aplica”. Não analisaremos os enunciados da pesquisadora em relação aos indicadores e atributos, pois a nossa intenção é a identificação desses aspectos somente nos

estudantes, pois o interesse da pesquisa é verificar evidências da Alfabetização Científica nos alunos participantes.

Por outro lado, os enunciados da pesquisadora serão considerados na análise dos fatores que contribuíram para a manifestação dos indicadores e atributos por parte dos alunos, pois entendemos, sob a ótica sociocultural, que a interação da pesquisadora com os alunos através da abordagem comunicativa é fator relevante para o entendimento de como se deu esse recorte do processo de Alfabetização Científica. Concomitantemente à identificação dos indicadores, seguimos com a discussão dos fatores que contribuíram para a manifestação desses indicadores na seção analisada, sob a perspectiva da Teoria da Ação Mediada, inferindo sobre os dados de forma a responder a nossa questão de pesquisa.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analizamos a seguir os dados da pesquisa, divididos em quatro categorias de análise. A cada seção, apresentamos a discussão em torno da identificação dos indicadores e atributos da Alfabetização Científica e, em tópico distinto, a análise sociocultural referente a cada categoria.

5.1 Categoria 1: Investigação das concepções prévias sobre a problemática

Debruçamos nossa análise sobre o processo de Alfabetização Científica, a partir da promoção de um debate entre alunos e pesquisadora em relação à problemática escolhida. Com isso, exploramos as concepções prévias dos alunos sobre a temática da poluição atmosférica, a fim de subsidiar a organização de informações e o levantamento de hipóteses na resolução da situação-problema que seria proposta posteriormente. Essa categoria compreende o encontro 2 da sequência didática. A transcrição dos enunciados dos alunos e da pesquisadora durante o encontro gerou 154 turnos, dos quais foram selecionados 62 turnos, considerados representativos para a análise da categoria.

A discussão se iniciou com a pesquisadora perguntando o que mais incomodava os alunos na cidade em que moram. O propósito foi instigar os estudantes a pensarem nos problemas socioambientais existentes na sua comunidade. Prontamente, os estudantes apontaram para a questão do saneamento básico, do lixo jogado em locais inapropriados e da poluição atmosférica, com destaque para a fala do aluno A2, que direcionou a discussão especificamente para a temática proposta (Quadro 8).

Quadro 8 – Análise dos enunciados da seção 1 A.

SEÇÃO 1 A				
TURNO	LOCUTOR	ENUNCIADO	INDICADOR	ATRIBUTO
1	P	<i>O que mais incomoda vocês na cidade em que moram?</i>	-	-
2	A	<i>Buracos.</i>	não se aplica	-
3	A2	<i>Eu nem saio muito de casa, mas como eu fico muito em casa, quando o povo fica queimando, ai fica fumaça três dias lá em casa, aquelas cinzas caindo.</i>	3)Estético/Afetivo	3.a Expressão de sentimentos a partir da interação com as ferramentas

Fonte: autora (2020)

A partir dessa resposta, a pesquisadora instigou os alunos a pensarem o que seriam essas cinzas e a fumaça preta, já que esta era uma das investigações que os alunos realizariam na situação-problema. Os estudantes responderam que poderia ser fogo ou fumaça. Ao serem questionados se poderia ser alguma substância química, os estudantes responderam que sim, mas não conseguiram apontar qual substância.

Apesar de não manifestarem atributos do indicador 1) Científico para responderem cientificamente o que seriam as cinzas e a fumaça preta proveniente das queimadas, os alunos expressaram sentimentos como indignação, incômodo e insatisfação, fato que contribuiu para o envolvimento deles na discussão da problemática e se encaixa no atributo 3.a Expressão de sentimentos a partir da interação com as ferramentas do indicador 3) Estético/Afetivo, como representado pelo enunciado da aluna A2.

Quando perguntados se já se sentiram prejudicados com a fumaça, os alunos responderam que sim e relataram que a fumaça das queimadas prejudica a saúde deles e de seus familiares, contribuindo para o agravamento de doenças respiratórias, manifestando novamente o atributo 3.a do indicador 3) Estético/Afetivo. Aproveitando-se da expressão de sentimentos a partir da interação com a problemática, a pesquisadora aprofundou a discussão questionando os alunos sobre o que poderia ser feito para evitar essa situação. Segue o diálogo (Quadro 9).

Quadro 9 – Análise dos enunciados da seção 1B.

SEÇÃO 1B				
TURNOS	LOCUTOR	ENUNCIADO	INDICADOR	ATRIBUTO
20	P	<i>E o que vocês acham que poderia ser feito para evitar isso?</i>	-	-
21	B1	<i>Só não queimar.</i>	não se aplica	-
22	P	<i>E porque as pessoas queimam?</i>	-	-
23	C1	<i>Só maldade</i>	não se aplica	-
25	B1	<i>É preguiça de jogar o lixo no lugar</i>	-	-
26	A2	<i>Eu não acho que seja isso. É porque a gente deveria ter um saneamento melhor, sistema de reciclagem e um local adequado pra jogar o lixo.</i>	1) Científico 2) Interface Social	1.c Manifestação de habilidades no processo de construção do conhecimento científico;
27	A3	<i>O município, ele tem um órgão que é chamado de Secretaria do Meio Ambiente. O que a gente pode perceber é que as</i>		2.e Posicionamento crítico e reflexivo diante das

		<i>peçoas fazem o que quer e eles nunca fazem nada, nem se pronunciam.</i>		questões que envolvem ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.
28	B3	<i>Na maioria das vezes também, as pessoas queimam pra limpar os campos, os terrenos baldios.</i>	não se aplica	-
29	C1	<i>Mas assim fica difícil, fazer uma coisa que prejudica muitas pessoas.</i>	2) Interface Social	2.e Posicionamento crítico e reflexivo diante das questões que envolvem ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.
30	P	<i>Mas vocês acham que as pessoas que fazem isso tem consciência dos prejuízos que elas...</i>	-	-
31	C1	<i>Tem sim! Todo ano se repete.</i>	não se aplica	-
32	A1	<i>E sem contar que isso aí é mundial, tudo passa na televisão.</i>	1) Científico	1.b Expressão de resultados da pesquisa científica

Fonte: autora (2020)

Nesse trecho, destacamos os enunciados dos estudantes A2 e A3, que expressaram em suas falas aspectos do atributo *1.c Manifestação de habilidades no processo de construção do conhecimento científico*, do indicador *1) Científico*, ao desenvolverem as habilidades de organização de informações e levantamento de hipóteses. Essas habilidades foram relevantes para a manifestação do segundo atributo que prevaleceu em seus enunciados, o *2.e Posicionamento crítico e reflexivo diante das questões que envolvem ciência, tecnologia, sociedade e ambiente*, do indicador *2) Interface Social*. Identificamos esse último indicador quando os estudantes se posicionam em relação aos motivos que levam as pessoas a queimarem o lixo doméstico. Ambos evidenciam a responsabilidade governamental e individual e apontam para o descaso dos órgãos públicos em relação à fiscalização e a políticas públicas de saneamento básico, como motivo para manutenção do problema.

Os alunos C1 e A2 consideram que as pessoas provocam as queimadas de forma consciente, com destaque para o posicionamento do aluno A1 que afirma que apesar de terem

acesso à informação nos meios de comunicação, como a TV, ainda assim continuam praticando as queimadas, conscientes dos prejuízos causados. Nesse trecho, o aluno A1 utiliza-se do discurso de autoridade para reafirmar seu posicionamento em relação à conscientização, evidenciando o discurso midiático como meio de divulgação de pesquisas. Dessa forma, em seu enunciado expressa o atributo *1.b Expressão de resultados da pesquisa científica* do indicador *1) Científico*.

Ainda sobre a questão da conscientização, durante a discussão, os alunos demonstram não considerar que a conscientização seja uma forma de resolver ou amenizar os problemas socioambientais, justificando que, apesar de as pessoas terem acesso a todas as informações necessárias, continuam tendo atitudes que prejudicam a sociedade e o meio ambiente. Ademais, destacam a punição como uma estratégia mais eficaz que a conscientização (Quadro 10).

Quadro 10 – Análise dos enunciados da seção 1C.

SEÇÃO 1C				
TURNO	LOCUTOR	ENUNCIADO	INDICADOR	ATRIBUTO
71	P	<i>Então, o que vocês podem fazer enquanto alunos e cidadãos para mudar a realidade da cidade, da escola de vocês?</i>	-	-
72	A1	<i>Palestras não.</i>	não se aplica	-
73	B1	<i>Avisar não vai dar em nada.</i>	não se aplica	-
74	A2	<i>Pois é, também acho. Conscientizar... todo mundo já sabe.</i>	não se aplica	-
75	B3	<i>O jeito é esperar as consequências pra ver se eles e caírem na real.</i>	-	-
76	P	<i>Por que vocês acham que falar não adianta?</i>	-	-
77	A2	<i>Porque se falar adiantasse alguma coisa, todo presidente prestava.</i>	3) Estético/Afetivo	3.a Expressão de sentimentos a partir da interação com as ferramentas
78	A1	<i>Porque as pessoas continuam fazendo. Se eu fosse um presidente eu mandava matar todo mundo que fizesse isso.</i>		
79	C1	<i>Porque a gente vê um monte de gente falando que não pode jogar lixo no chão, mas eles mesmos fazem isso.</i>		
86	P	<i>Sobre o presidente punir com morte quem poluísse o</i>	-	-

		<i>meio ambiente. Vocês acham que a punição resolveria ou amenizaria o problema?</i>		
87	A2	<i>Eu acho que não.</i>	não se aplica	-
88	B1	<i>Tem um bocado de punição aí e o povo nem liga.</i>	2) Interface Social	2.e Posicionamento crítico e reflexivo diante das questões que envolvem ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.
89	A3	<i>Eu acho que sim, sabe porque? Vejam as leis de trânsito. Todos sabem que o semáforo é pra parar, alguns param outros não, mas eles sabem que se passar e tiver polícia ali, o que vai acontecer. Assim também, se tiver uma lei sobre a queimada é claro que vai ter gente que não vai obedecer. Mas a gente não pode pensar por esse lado, porque sempre vai ter aquela pessoa que vai quebrar a regra.</i>	1) Científico 2) Interface Social	1.c Manifestação de habilidades no processo de construção do conhecimento científico; 2.e Posicionamento crítico e reflexivo diante das questões que envolvem ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.
90	P	<i>Então vocês acham que o problema não é falta de conscientização?</i>	-	-
91	A	<i>Não.</i>	não se aplica	-
92	P	<i>Mas vocês acham que as pessoas são realmente conscientes sobre os prejuízos?</i>	-	-
93	A	<i>Com certeza.</i>	não se aplica	-
94	A2	<i>Eu acho que sim. Por exemplo, quem fuma sabe que vai morrer de câncer e mesmo assim continua fumando.</i>	1) Científico	1.b Expressão de resultados da pesquisa científica 1.c Manifestação de habilidades no processo de construção do conhecimento científico
95	C1	<i>E ainda vem o alerta na carteira de cigarro.</i>	1) Científico	1.b Expressão de resultados da pesquisa científica

96	A3	<i>Mas é justamente isso que to falando. Tipo agora, esse desastre que tá acontecendo no mar. Tá vindo todo aquele petróleo e o povo não tá agindo, tão só falando sem fazer nada. Alguns foram lá e fizeram a parte deles, porque o óleo não vai sair dali sozinho. Assim também acontece com a questão das queimadas, O povo já tá conscientizado, falta por em prática. A mudança começa pela pessoa que fala.</i>	1) Científico 2) Interface Social	1.c Manifestação de habilidades no processo de construção do conhecimento científico; 2.e Posicionamento crítico e reflexivo diante das questões que envolvem ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.
----	----	---	--------------------------------------	---

Fonte: autora (2020)

Percebemos que a maior parte dos enunciados dos alunos relacionados à ineficácia da conscientização está pautada no senso comum, com base em observações generalistas e com soluções irreais e desproporcionais ao problema, como é o exemplo da fala do aluno A1 sobre pena de morte para quem poluir o meio ambiente. Todavia, essa fala, somada com os enunciados dos alunos A2, C1, manifestaram o atributo *3.a Expressão de sentimentos a partir da interação com as ferramentas* do indicador *3)Estético/Afetivo*, o que proporcionou uma discussão relevante a respeito da relação medidas punitivas/falta de conscientização.

Destacamos as falas do aluno A3, que novamente expressa os atributos *1.c Manifestação de habilidades no processo de construção do conhecimento científico*, do indicador *1)Científico* e *2.e Posicionamento crítico e reflexivo diante das questões que envolvem ciência, tecnologia, sociedade e ambiente*, do indicador *2)Interface Social*, ao organizar informações e levantar hipótese sobre a conscientização e as medidas punitivas. O posicionamento dos estudantes, inclusive do A3, em relação à conscientização demonstra um distanciamento dos alunos em relação ao reconhecimento de que a formação científica influencia na formação cidadã, ou seja, a Alfabetização Científica se constitui uma das fontes para o desenvolvimento da consciência cidadã.

De acordo com Sasseron e Carvalho (2011), todos os cidadãos devem ser alfabetizados cientificamente e uma das características essenciais desses indivíduos é justamente a tomada de decisões conscientes diante das problemáticas que envolvem Ciência, Tecnologia e Sociedade. Percebemos que esse não é o entendimento dos alunos no trecho supracitado, todavia, em um momento posterior, a pesquisadora resgata essa discussão, com base na fala dos próprios alunos,

que após repensarem a respeito da conscientização sobre outra ótica, emitiram juízo de valor diferente ao desse momento. Mostraremos a seguir como se deu essa ressignificação de concepções. A discussão prosseguiu livremente, até que os alunos trouxeram à tona a questão da destruição da camada de ozônio como consequência das queimadas. Ao serem questionados de como acontece essa destruição, os estudantes não souberam sistematizar uma resposta. Então, instruídos pela pesquisadora, puderam pesquisar na internet e obtiveram as seguintes respostas (Quadro 11).

Quadro 11 – Análise dos enunciados da seção 1D.

SEÇÃO 1D				
TURNO	LOCUTOR	ENUNCIADO	INDICADOR	ATRIBUTO
110	C1	<i>É causado pelo excesso de gás carbono e outros gases.</i>	1) Científico	1.b Expressão de resultados da pesquisa científica
111	B2	<i>Os halogênios.</i>		
112	B1	<i>A camada desses gases ficou mais expeça a partir da revolução industrial.</i>		

Fonte: autora (2020)

Apesar de seus enunciados se constituírem de respostas prontas, consideramos que os estudantes dominaram a ferramenta navegação na internet para manifestarem o atributo *1.b Expressão de resultados da pesquisa científica*. Além disso, a resposta do aluno B1 gerou um extenso debate entre os estudantes sobre as consequências da Revolução Industrial, ou seja, a ação mediada pela ferramenta subsidiou a continuação da discussão e a expressão de outros atributos da Alfabetização Científica (Quadro 12).

Quadro 12 – Análise dos enunciados da seção 1E.

SEÇÃO 1E				
TURNO	LOCUTOR	ENUNCIADO	INDICADOR	ATRIBUTO
116	A1	<i>As pessoas ficaram desempregadas.</i>	2) Interface Social	2.a Identificação dos impactos positivos ou negativos da ciência na sociedade;
117	B3	<i>E isso gerou muita crise.</i>		
124	B1	<i>Ah, também aumentou a produção de queimadas.</i>		
125	A2	<i>Eles também começaram a jogar as máquinas que não serviam mais em locais que não eram apropriados. Isso ajudava a poluir também. Isso pode causar várias</i>		2.d Percepção da importância da ciência para a história da humanidade.

		<i>doenças por causa da radiação.</i>		
--	--	---------------------------------------	--	--

Fonte: autora (2020)

Nesse trecho, identificamos na fala dos alunos uma das premissas fundamentais do Movimento CTS, que é o reconhecimento de que mais ciência e tecnologia não implica infalivelmente em bem estar social (ANGOTTI; AUTH, 2001), o que consequentemente se configura como um dos aspectos da Alfabetização Científica, expresso pelo atributo *2.a Identificação dos impactos positivos ou negativos da ciência na sociedade*, do indicador *2) Interface Social*. Além disso, manifestaram o atributo *2.d Percepção da importância da ciência para a história da humanidade*, no sentido de ressaltarem a influência da ciência no decorrer dos tempos que compõem a história humana, nesse caso, o período da Revolução Industrial.

Aproveitando a colocação do aluno A2, a pesquisadora perguntou o que os estudantes sabiam sobre radiação e eles citaram o caso de Chernobyl e o acidente com Césio 137 em Goiânia. Tendo em vista que anteriormente os alunos haviam desconsiderado a conscientização como forma de resolver problemas cotidianos, a pesquisadora perguntou se eles consideravam que as pessoas contaminadas com Césio 137 eram conscientes dos perigos da radiação. Os estudantes responderam que não e a pesquisadora argumentou que naquela época já existia televisão e informação acessível, evocando o argumento utilizado pelos alunos anteriormente para a questão da conscientização. O diálogo prosseguiu (Quadro 13).

Quadro 13 – Análise dos enunciados da seção 1F.

SEÇÃO 1F				
TURNO	LOCUTOR	ENUNCIADO	INDICADOR	ATRIBUTO
142	P	<i>Então eu pergunto pra vocês, voltando a história do Césio, o que poderia ter evitado aquele acidente?</i>	-	-
143	A2	<i>No caso se elas tivessem consciência.</i>	2) Interface Social	2.e Posicionamento crítico e reflexivo diante das questões que envolvem ciência, tecnologia, sociedade e ambiente
144	B3	<i>Se elas tivessem conhecimento do que podia causar.</i>		
145	A1	<i>Mas o culpado disso tudo foi o homem que jogou a máquina no lugar inadequado. E o homem sem saber pegou, porque</i>	1) Científico	1.e Entendimento do caráter questionável e inacabado da ciência

		<i>ele trabalhava no ferro velho e o negócio brilhava.</i>		
146	P	<i>Então vocês acham que o princípio de tudo isso foi o descarte inadequado do lixo hospitalar?</i>	-	-
147	A2	<i>E eles sabiam o mal que poderiam causar. Eu tenho certeza que eles sabiam.</i>	2) Interface Social	2.e Posicionamento crítico e reflexivo diante das questões que envolvem ciência, tecnologia, sociedade e ambiente

Fonte: autora (2020)

Pode ser identificado, na fala dos alunos A1 e A2 um posicionamento crítico em relação ao que poderia ter evitado o acidente radioativo de Goiânia. Os alunos problematizaram as relações de poder existentes entre Ciência-Tecnologia-Sociedade, ao responsabilizarem indivíduos e instituições que, segundo eles, agem conscientemente e de forma danosa, sem levar em consideração os prejuízos de seus atos para o meio ambiente e a sociedade.

Esses posicionamentos evidenciam o atributo *1.e Entendimento do caráter questionável e inacabado da ciência*, do indicador 1) Científico, no que se refere à compreensão das dimensões ética e social que circundam o fazer ciência. Manifestaram também o atributo *2.e Posicionamento crítico e reflexivo diante das questões que envolvem ciência, tecnologia, sociedade e ambiente*, do indicador 2) Interface Social, quando questionam de quem é a responsabilidade pelo acidente radioativo. Além disso, verifica-se, no diálogo supracitado, que o questionamento da pesquisadora direcionou os alunos a repensarem, o que provocou uma ressignificação de seu discurso argumentativo em relação à conscientização. Inferimos então, que a interação pesquisador-aluno foi um fator fundamental para a produção de significados por parte dos alunos.

Os estudantes agora reconhecem que, apesar de haver informações disponíveis sobre radiação na mídia, as pessoas não estavam totalmente conscientes dos prejuízos causados por ela, e por isso não foram capazes de identificar que o pó brilhante contido nas máquinas de radioterapia tratava-se de um material altamente radioativo. Essa ressignificação a respeito da conscientização foi de suma importância para o desenvolvimento dos jogos, visto que eles deveriam proporcionar uma discussão da problemática socioambiental, de modo a proporcionar a AC de quem porventura jogá-los. Dito de outra forma, os jogos criados pelos alunos seriam instrumentos de conscientização.

Partindo do pressuposto de que a situação problematizada pelos alunos sobre o acidente radioativo do Césio 137 se deve ao fato de aquelas pessoas contaminadas possuírem deficiência na sua formação científica, ou seja, não possuírem níveis mínimos de Alfabetização Científica, a pesquisadora indaga os estudantes (Quadro 14).

Quadro 14 – Análise dos enunciados da seção 1G.

SEÇÃO 1G				
TURNO	LOCUTOR	ENUNCIADO	INDICADOR	ATRIBUTO
148	P	<i>E se essa menina estudasse química na escola de vocês?</i>	-	-
149	A1	<i>Ela saberia. Eu aprendi sobre radiação no primeiro ano.</i>	2)Interface Social	2.d Percepção da importância da ciência para a história da humanidade
150	P	<i>Então vocês acham que as disciplinas que vocês já mencionaram aqui, como Química, sociologia, história, elas podem contribuir de alguma forma para a conscientização das pessoas em relação a...</i>	-	-
151	A	<i>Sim, com certeza.</i>	2)Interface Social	2.d Percepção da importância da ciência para a história da humanidade
152	P	<i>Então eu pergunto pra vocês, qual o propósito de vocês irem à escola estudar essas disciplinas e as outras?</i>	-	-
153	A2	<i>Pra aprender a viver em sociedade.</i>	2)Interface Social	2.a Identificação dos impactos positivos ou negativos da ciência na sociedade 2.c Aplicação social do conhecimento científico, incluindo sua conexão com a temática e o cotidiano.

Fonte: autora (2020)

A partir desse diálogo verifica-se que os alunos reconhecem a importância do estudo das ciências em geral, manifestando assim o atributo *2.d Percepção da importância da ciência para a história da humanidade*, no sentido dos benefícios que o conhecimento científico e sua aplicação adequada, isto é, a Alfabetização Científica, pode trazer para a vida humana e as relações sociais e ambientais.

Destacamos a fala do aluno A2, que identifica a premissa fundamental do ensino de ciências: aprender a viver em sociedade. Dessa forma, expressa o atributo *2.a Identificação dos impactos positivos ou negativos da ciência na sociedade*, visto que reconhece que o estudo da ciência pode impactar positivamente a sociedade quando os indivíduos utilizam o saber científico para tecer relações sociais saudáveis. Além disso, manifesta o atributo *2.c Aplicação social do conhecimento científico, incluindo sua conexão com a temática e o cotidiano*, quando estabelece relação entre o conhecimento científico adquirido na escola e o seu cotidiano, isto é, o viver em sociedade.

Identificamos nas sessões analisadas que os estudantes evocaram conhecimentos de diferentes áreas das ciências, levantaram hipóteses e construíram argumentações com certa propriedade. Ademais, em outros momentos, os alunos expressaram certo nível de conhecimento científico (Quadro 15).

Quadro 15 – Análise dos enunciados da seção 1H.

SEÇÃO 1H				
TURNO	LOCUTOR	ENUNCIADO	INDICADOR	ATRIBUTO
33	P	<i>Vocês viram que recentemente estava tendo uma discussão sobre as queimadas na Amazônia?</i>	-	-
34	A	<i>Sim</i>	não se aplica	-
35	P	<i>E vocês acham que isso afeta o nosso estado de alguma forma?</i>	-	-
36	A	<i>Com certeza.</i>	não se aplica	-
37	A2	<i>Afeta o mundo, porque a Amazônia é o pulmão do mundo! Sem contar, o aquecimento global que vai aumentar. E vai todo mundo morrer.</i>	1) Científico	1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições
38	A	<i>(risos)</i>	-	-
39	C3	<i>Pulmão do mundo?</i>	não se aplica	-
40	A3	<i>Mas assim, a Amazônia só contribui 50%. Porque o verdadeiro pulmão do mundo</i>	1) Científico	1.a Compreensão de conceitos

		<i>em questão de oxigênio é as algas.</i>		científicos e suas definições; 1.b Expressão de resultados da pesquisa científica.
--	--	---	--	---

Fonte: autora (2020)

Identificamos nesse trecho o atributo *1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições*, quando os alunos A2 e A3 problematizam a relação entre a Amazônia, as algas marinhas e o aquecimento global. Também identificamos a expressão do atributo *1.b Expressão de resultados da pesquisa científica*, quando o aluno A3 se contrapõe ao aluno A2 sobre quem de fato é considerado o “pulmão do mundo”. O conhecimento científico consolidado, resultado de pesquisas científicas, aponta para a fotossíntese realizada pelas algas marinhas e não pelas grandes florestas, como a Amazônia, visto que estas consomem praticamente todo O₂ que produzem.

5.1.1 Análise da categoria 1 sob a ótica sociocultural

Em todas as seções da categoria analisada, percebemos que, apesar de os alunos se valerem por muitas vezes do senso comum, expressaram com uma frequência considerável atributos dos indicadores *1) Científico* e *2) Interface Social*. Dos 62 turnos analisados, 16 representam os enunciados da pesquisadora e 46 turnos são de enunciados dos alunos. Desses 46 turnos, em 30 foram identificados indicadores da Alfabetização Científica, enquanto 16 não representaram conteúdo suficiente e receberam o título “não se aplica”. Considerando os 46 turnos cujos locutores são os alunos como 100%, os 30 turnos nos quais foram identificados os indicadores representam uma frequência de 65,22%. Dito de outra forma, em análise à categoria 1, os indicadores da Alfabetização Científica aparecem com a frequência de 65,22% nos enunciados dos alunos.

Em relação à natureza dos indicadores, o que apareceu com maior frequência nessa categoria foi o *2) Interface Social*, com 15 aparições nos enunciados dos alunos, seguido do *1) Científico* com 14 aparições e *3) Estético/Afetivo* com 5 aparições. Observamos que todas as manifestações do indicador *3) Estético/Afetivo* nessa categoria indicaram uma maior interação dos estudantes com a temática socioambiental, que também se constitui uma ferramenta

cultural. Consequentemente, esse indicador possibilitou a expressão dos demais, a saber, o 1) *Científico* e o 2) *Interface Social*.

A maior frequência de indicadores nos enunciados dos alunos é observada nos locutores A1, A2 e A3, cada qual participante de grupos diferentes. Essa observação nos permitirá inferir sobre a troca de significados entre os alunos durante a produção do jogo, visto que entendemos, com base na Teoria da Ação Mediada, que a aprendizagem pode ocorrer em diferentes níveis de aprendizagem, ou nesse caso, diferentes níveis de AC. Além disso, os demais alunos poderão demonstrar expertise em outras áreas necessárias para a produção do jogo, como a habilidade com a escrita narrativa e com programação. Por isso, a interação social, através das interações aluno-aluno e aluno-grupo são imprescindíveis para o desenvolvimento da Alfabetização Científica a partir da produção dos jogos.

As interações ocorridas durante o encontro analisado foram aluno-aluno e aluno-pesquisadora, mediada principalmente pela ferramenta navegação na *internet* e por meio das palavras. Para Vygostky, a natureza mediada de um amplo rol de atividades humanas, relacionadas com as funções mediadoras, é que caracteriza uma atividade produtiva e essa relação é essencialmente estabelecida pelas palavras e outros signos (GIORDAN, 2008, p.34). Portanto, usamos a *palavra* no sentido de umas das propriedades da Ação Mediada estabelecias por Wertsch, que indica a influência das ferramentas na transformação do próprio agente, a partir do desenvolvimento de habilidades que surgem na interação do sujeito com essas ferramentas. Ao classificar a *palavra* como ferramenta, estamos considerando essa perspectiva. Assim, podemos investigar como os indivíduos (alunos e pesquisadora) agem com o uso das ferramentas culturais, em que nessa categoria a ferramenta *palavra* possui maior importância na caracterização das abordagens comunicativas.

Em análise aos enunciados, observamos que tanto a pesquisadora como os alunos utilizam com mais frequência a abordagem interativa/dialógica, pois exploram ideias, formulam hipóteses autênticas e organizam informações de forma a considerar diferentes pontos de vista. Ao olharmos para a frequência de indicadores da AC nos enunciados dos alunos, podemos inferir que essa abordagem, por meio das ferramentas culturais, influenciou consideravelmente na produção de significados, ou seja, no desenvolvimento da Alfabetização Científica, nessa categoria. Consideramos que isso se deve ao fato de que a dialogia e a interatividade características dessa abordagem intensificaram as interações aluno-aluno e aluno-pesquisadora, o que favoreceu a produção de significados.

Em relação às características das ferramentas utilizadas, destacamos o aspecto facilitador da ação humana, da ferramenta navegação na *internet*, que foi utilizada nessa

categoria pelos alunos para a investigação de resultados da pesquisa científica. Como os alunos reproduziram respostas prontas a partir do uso dessa ferramenta, o nível de internalização foi caracterizado pelo domínio, posto que tão somente os alunos utilizaram a navegação na *internet* de forma hábil e para um propósito específico.

Como a problemática socioambiental foi a ferramenta que mediou a situação de ensino analisada na categoria 1, podemos analisar o nível de internalização dessa ferramenta por parte dos alunos, para entendermos como ocorreu o processo de produção de significados, isto é, o processo de Alfabetização Científica, nessa categoria. Esses significados são externalizados por meio da mediação das ferramentas culturais. Nesse caso, a produção de significados a respeito da problemática foi externalizada pelos indicadores e atributos da AC. Sendo assim, através da expressão dos indicadores *1) Científico* e *2) Interface Social* com seus respectivos atributos nos enunciados, observamos que os alunos demonstraram competência na manipulação ou na discussão da problemática, além de aplicarem esse conhecimento sobre a problemática em diferentes contextos do seu cotidiano. Com isso, podemos inferir que o nível de internalização da problemática por parte dos alunos foi de domínio e que caminhavam em direção à apropriação.

5.2 Categoria 2: Resolução da situação-problema

Após os alunos expressarem suas concepções prévias a respeito da problemática e de outras temáticas que circundam as ciências, foi-lhes apresentada a situação-problema. O objetivo da resolução da situação-problema foi proporcionar subsídios didáticos para a produção dos jogos. Sendo assim, envolve a compreensão de conteúdos de Química, como elementos químicos, substâncias, estados da matéria, reações químicas, reação de combustão completa e incompleta. Envolve também a aplicação do conhecimento científico no cotidiano, possibilitando discussões que envolvem Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Nessa perspectiva, objetivamos o desenvolvimento da Alfabetização Científica a partir do processo investigativo da situação-problema proposta, que se deu com o auxílio de diversas ferramentas culturais, com destaque para a navegação na internet, a sala de aula do *Google* e o experimento com material alternativo. Analisaremos a seguir essa categoria, identificando os indicadores e seus respectivos atributos nos enunciados dos alunos durante a resolução da situação-problema.

Essa categoria compreende os encontros 3 e 4 da sequência didática. As transcrições dos enunciados dos alunos e da pesquisadora durante o encontro 3 geraram 124 turnos, dos

quais foram selecionados 58, distribuídos em 5 seções. Já no encontro 4, que compreende a socialização das respostas dos alunos para a situação-problema e o experimento com materiais alternativos, foram gerados 190 turnos, dos quais foram selecionados 91, distribuídos em 6 seções, que representam de forma significativa o episódio em análise.

A pesquisadora iniciou o encontro 3 apresentando o título da situação-problema a ser investigada, que é “Poluição Atmosférica causada pela Queima de Combustíveis Fósseis”. Antes de explorar a problemática, foi perguntado aos alunos o que seria um combustível. Seguem as respostas (Quadro 16).

Quadro 16 – Análise dos enunciados da seção 2 A.

SEÇÃO 2 A				
TURNO	LOCUTOR	ENUNCIADO	INDICADOR	ATRIBUTO
02	B1	<i>Gasolina.</i>	1) Científico	1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições
03	C1	<i>Gasolina.</i>		
04	A3	<i>Algo inflamável.</i>		
05	B2	<i>Pode ser energia, pode ser gasolina, gás...</i>		
06	B3	<i>Pode ser comida!</i>		
07	A2	<i>Comida?</i>	não se aplica	-
08	B3	<i>Sim, é um combustível pra nós.</i>	1) Científico	1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições
09	B2	<i>Pois é, tudo que tem energia!</i>		
10	B1	<i>Mas o [A3] disse que é algo inflamável e comida não é inflamável.</i>	1) Científico	1.c Manifestação de habilidades no processo de construção do conhecimento científico
11	A3	<i>Mas é tudo que reage com oxigênio gerando energia.</i>	1) Científico	1.b Expressão de resultados da pesquisa científica

Fonte: autora (2020)

Ressaltamos nessa seção a contra argumentação do aluno B1 em relação à comida ser considerada um combustível, pela aluna B3. O aluno B1 se apropria da resposta do aluno A3 sobre combustível ser algo inflamável, para construir seu contra argumento. A reação do aluno A3, ao sentir que sua resposta estava ameaçada de ser tachada como errada, com base no contra argumento do aluno B1, foi utilizar a ferramenta navegação na internet para reforçar sua resposta com argumentos científicos.

Considerando a ação mediada como a unidade de análise, “o uso que os agentes fazem da ferramenta na execução de atividades em um dado contexto histórico e social é utilizado para identificar/caracterizar os significados associados às ferramentas” (POSSO, 2010, p. 55). Dessa forma, inferimos que, dado o contexto da situação, isto é, a ameaça à validação de sua resposta, o aluno A3 utiliza a ferramenta como uma fonte de autoridade para reafirmar a sua resposta através do conhecimento científico constituído.

Dando continuidade, a pesquisadora leu a primeira frase do texto da situação-problema, que dizia: “O estado do Maranhão ocupa o primeiro lugar entre todos os estados do Nordeste em número de queimadas”. Então perguntou aos estudantes: “Vocês sabiam dessa informação?”. Somente o aluno B3 respondeu que sim, justificando que viu a informação em uma matéria na no aplicativo *Facebook*. Apesar de o aluno B3, que faz parte do grupo 03, ser o único a declarar já saber dessa informação, quando foram escrever os enredos dos jogos, o grupo que utilizou essa informação para discutir a problemática foi o grupo 02. Entendemos desta forma, que a interação grupo-grupo nesse momento possibilitou a expressão de atributos da AC em episódio posterior.

Continuando a exploração da problemática, a pesquisadora leu o texto que seguia: “Essas queimadas provocam um aumento significativo na emissão de CO₂ em território nacional”. E perguntou aos alunos o que é CO₂, que deram suas respostas (Quadro 17).

Quadro 17 – Análise dos enunciados da seção 2B.

SEÇÃO 2B				
TURNO	LOCUTOR	ENUNCIADO	INDICADOR	ATRIBUTO
41	B1	<i>Componente químico.</i>	1) Científico	1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições
42	B2	<i>O ar que a gente respira... o oxigênio.</i>		
43	C3	<i>Gás carbônico.</i>		
44	A3	<i>É o dióxido de carbono.</i>		1.b Expressão de resultados da pesquisa científica
45	A2	<i>É o que a gente respira.</i>		1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições
46	C3	<i>O que a gente coloca pra fora.</i>		
47	A2	<i>Por isso que é bom ter árvores, porque elas pegam esse gás carbônico e transformam em gás oxigênio.</i>		
48	B3	<i>Ele é um dos gases do efeito estufa.</i>		

Fonte: autora (2020)

Dentre as respostas dos alunos, evidenciamos os enunciados dos alunos A3 e B3, que se utilizaram da ferramenta navegação na internet como fonte de autoridade. Ressaltamos também, nessa seção, o enunciado da aluna A2, que a partir das respostas dos colegas, constrói sua argumentação a respeito da função das árvores. Inferimos que os indicadores da Alfabetização Científica, isto é, a produção de significados dos conceitos científicos, foram manifestos a partir das interações sociais, nesse caso, a interação aluno-aluno.

Dando continuidade à exploração da problemática, a pesquisadora leu: Intrigados com esta situação, um grupo de estudantes de uma escola de Bacabal resolveu investigar as principais causas e possíveis soluções para o problema da poluição atmosférica na cidade, a fim de conscientizarem a população. Ao entrevistarem alguns moradores, o relato de Dona Maria chamou atenção: “*Meus filhos, eu tenho pra mim que é essa fumaça preta que me adocece dos pulmões*”.

Ao serem perguntados em quais situações já tinham visto essa fumaça preta, os estudantes apontaram as queimadas e os escapamentos de veículos, principalmente de caminhões. Indagamos sobre o motivo pelo qual os caminhões emitem essa fumaça, a aluna B2 levantou a hipótese “*Por causa do tipo de combustível, eu acho.*”, revelando assim o atributo *1.c Manifestação de habilidades no processo de construção do conhecimento científico*, do indicador *1) Científico*. A hipótese levantada pela aluna A2 foi seguida de uma discussão em relação ao teor de poluição dos combustíveis utilizados em veículos automotores (Quadro 18).

Quadro 18 – Análise dos enunciados da seção 2C.

SEÇÃO 2C				
TURNO	LOCUTOR	ENUNCIADO	INDICADOR	ATRIBUTO
69	P	<i>Então se nos caminhões, que usa diesel, sai mais fumaça preta, isso quer dizer que entre os combustíveis ele é o mais...</i>	-	-
70	B2	<i>Poluente.</i>	1) Científico	1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições
71	A3	<i>Prejudicial.</i>		
72	P	<i>E entre a gasolina e o álcool? Qual o mais poluente?</i>	-	-
73	A	<i>A gasolina.</i>		1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições

74	A3	<i>A gasolina tem substâncias que contribui para o câncer.</i>	1) Científico	1.b Expressão de resultados da pesquisa científica
75	C2	<i>Eu esqueci o nome da coisa que tem na gasolina... como é... Benzeno.</i>		1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições
76	A3	<i>Benzeno é uma substância que contribui para o câncer.</i>		1.b Expressão de resultados da pesquisa científica
77	B2	<i>Eu li aqui no site do Brasil Escola que o álcool não polui.</i>		
78	P	<i>Não polui ou polui menos?</i>	-	
79	B2	<i>Aqui na internet tem dizendo que ele é pouco poluente, mas não pode ser classificado como não poluente. Tipo assim, nas mesmas proporções da gasolina, ele polui bem menos que a gasolina.</i>	1) Científico	1.b Expressão de resultados da pesquisa científica

Fonte: autora (2020)

Verificamos nesse episódio uma frequência considerável nos enunciados dos alunos dos atributos *1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições* e *1.b Expressão de resultados da pesquisa científica*, do indicador *1) Científico*, com destaque para o enunciado do aluno C2 que utilizou linguagem própria da ciência para indicar a substância química presente na gasolina.

Também evidenciamos nessa seção os enunciados do aluno B2, que utilizou a ferramenta navegação na internet para subsidiar suas respostas. Ao contrário dos outros episódios em que os alunos utilizavam-se dessa ferramenta como fonte de autoridade reproduzindo exatamente o que dizia na página da *web*, o aluno B2 ressignifica as informações e as aplica no contexto da discussão, construindo seu próprio argumento, quando afirma: “*Tipo assim, nas mesmas proporções da gasolina, ele polui bem menos que a gasolina*”. Assim, o nível de internalização do aluno B2 nesse contexto vai um pouco além do domínio, ou seja, da expertise no uso da ferramenta, indo em direção à apropriação, visto que o aluno aplica o resultado de pesquisas científicas, publicado nas redes, em um contexto diferente daquele de origem.

Prosseguindo a discussão, a pesquisadora perguntou aos alunos: “*Com base nos argumentos de vocês, a população deveria optar por qual combustível?*”. Os alunos apontaram para o álcool, com a justificativa de ser o combustível menos poluente. Todavia, a aluna A2

levanta um questionamento que gera uma discussão em torno da veracidade das informações encontradas na mídia, manifestando assim o atributo *1.e Entendimento do caráter questionável e inacabado da ciência*, do indicador *1) Científico*, como observado na seção a seguir (Quadro 19).

Quadro 19 – Análise dos enunciados da seção 2D.

SEÇÃO 2D				
TURNO	LOCUTOR	ENUNCIADO	INDICADOR	ATRIBUTO
95	A2	<i>A gente fala isso, mas vai que é propaganda enganosa? Tipo a coca cola e o guaraná. Porque o guaraná é mais ácido que a coca cola. Já foi comprovado, a gente fez o experimento.</i>	1) Científico	1.b Expressão de resultados da pesquisa científica; 1.e Entendimento do caráter questionável e inacabado da ciência.
96	A3	<i>Não, mas na coca cola tem mais substâncias que afetam do que o guaraná.</i>	1) Científico	1.b Expressão de resultados da pesquisa científica
97	P	<i>Então vocês acham que a propaganda e o marketing podem influenciar nas nossas decisões?</i>	-	-
98	A	<i>Com certeza.</i>	não se aplica	-
99	P	<i>Por exemplo, propagandas de combustíveis, possuem qual finalidade?</i>	-	-
100	B2	<i>A propaganda é tipo pra induzir a pessoa a querer comprar uma coisa.</i>	2) Interface Social	2.e Posicionamento crítico e reflexivo diante das questões que envolvem ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.
101	A2	<i>Pra dizer que a gasolina deles é a melhor, a mais eficiente...</i>		
102	P	<i>A melhor em qual sentido?</i>	-	-
103	A2	<i>Eu acho que não é a questão da poluição.</i>	1) Científico	1.c Manifestação de habilidades no processo de construção do conhecimento científico
104	B2	<i>A da Shell eles dizem que é mais potente e limpa o motor por dentro.</i>		1.b Expressão de resultados da pesquisa científica
105	A3	<i>Eles só se preocupam com o dinheiro.</i>		
106	A2	<i>Gente, mas quem vai vender o produto e expor os defeitos?</i>		

107	A3	<i>A realidade é que hoje a maioria das empresas não se importa com a natureza. Por exemplo, se for construir um condomínio, não se preocupam com as árvores que vão derrubar, somente com o dinheiro que vão ganhar.</i>	2)Interface Social	2.e Posicionamento crítico e reflexivo diante das questões que envolvem ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.
108	A2	<i>Eu acho que isso aí deveria ter uma espécie de multa. Por que as multas que eles recebem eu considero muito amenas. Eles podem pagar e continuam fazendo do mesmo jeito.</i>		

Fonte: autora (2020)

A pesquisadora aproveitou a discussão dos alunos sobre o teor de poluição dos combustíveis e perguntou o que poderia ser feito para amenizar a emissão de gases poluentes pelos veículos automotores. O aluno C3 sugeriu a utilização de carros elétricos. Mas foi questionado pelos demais alunos na questão do custo elevado desses carros, que consequentemente não seria acessível à maioria da população.

O aluno C3 apontou como solução para o problema da emissão de gases poluentes nos veículos a escolha do combustível (energia elétrica). Entretanto, os demais alunos ressaltaram o critério custo/benefício, que na opinião deles não seria viável. Com base nessas discussões, a pesquisadora, com o intuito de direcionar os alunos para a proposição de soluções para o problema em questão, perguntou: “Se vocês pudessem sugerir um meio de transporte menos poluente para os amigos irem à escola, qual seria?”. Seguem as respostas dos alunos (Quadro 20).

Quadro 20 – Análise dos enunciados da seção 2E.

SEÇÃO 2E				
TURNO	LOCUTOR	ENUNCIADO	INDICADOR	ATRIBUTO
110	A	<i>Bicicleta.</i>	1)Científico	1.c Manifestação de habilidades no processo de construção do
111	C3	<i>Carro elétrico.</i>		
112	A1	<i>Mas carro elétrico é muito caro.</i>		
113	C3	<i>Mas quando lançaram os primeiros carros também era caro, depois ficou mais acessível.</i>		

114	A2	<i>Mas isso pode acontecer só daqui a 100 anos, a gente já estaria morto.</i>		conhecimento científico
115	C3	<i>O carro aqui na internet não tá tão caro não... Tá 140 mil.</i>		
116	A2	<i>Sim, mas carro elétrico funciona com o que mesmo?</i>		
117	B1	<i>Com energia.</i>	1) Científico	1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições
118	B2	<i>E o dinheiro que ia gastar com a gasolina vai gastar com energia.</i>	1) Científico	1.c Manifestação de habilidades no processo de construção do conhecimento científico
119	P	<i>E é preciso o que para gerar energia no nosso país?</i>	-	-
120	A2	<i>De água, muita água. E a água do mundo já está acabando.</i>	1) Científico	1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições
121	C1	<i>Esses carros são à bateria.</i>		
122	A2	<i>E bateria tem o que? E quando tiver que jogar ela fora?</i>	2) Interface Social	2.a Identificação dos impactos positivos ou negativos da ciência na sociedade
123	C1	<i>Radiação.</i>	1) Científico	1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições
124	A2	<i>Então de qualquer jeito a gente vai morrer.</i>	3) Estético Afetivo	3.a Expressão de sentimentos a partir da interação com as ferramentas

Fonte: autora (2020)

Após a discussão inicial da situação-problema, os alunos tiveram um tempo para resolvê-la com o auxílio de navegação na internet, e postaram as respostas na sala de aula do *Google*, criada especificamente para esse fim. A discussão das respostas se deu no encontro posterior. Em análise às respostas postadas na sala de aula do *Google*, a pesquisadora percebeu que os alunos copiaram partes de textos disponíveis na internet, o que poderia ter permitido a desconsideração das respostas. Entretanto, sob a ótica da Teoria da Ação Mediada, os estudantes produziram algum tipo de significado ao dominar a ferramenta cultural “navegação

na internet”, pois a utilizaram com expertise para a finalidade que desejavam. Logo, o indivíduo-agindo-com-a-ferramenta foi considerado peça fundamental para a continuação da execução das etapas da sequência didática, visto que proporcionou a sistematização de respostas, ainda que copiadas da internet, que serviram de ponto de partida para uma discussão mais profunda da problemática, ou seja, o domínio da ferramenta navegação na internet permitiu a produção de significados a respeito da problemática.

Além disso, observamos que os alunos se utilizaram da abordagem comunicativa não interativa/de autoridade, quando valorizaram a linguagem científica pertinente na palavra do outro, isto é, de quem realmente escreveu os textos e postou na internet. Não entendemos essa atitude como uma forma de burlar as regras ou trapacear, pois observamos que os alunos enxergaram a resolução da situação-problema e sua postagem na sala de aula do *Google* como uma atividade avaliativa, na qual eles deveriam trazer respostas condizentes com o que se espera de uma avaliação de ciências, e por esse motivo consideraram que o discurso científico pronto era mais cabível que as suas próprias argumentações.

Esse tipo de pensamento e atitude é comum entre os estudantes e se deve ao tipo de sistema avaliativo adotado pelas escolas e professores. Paula e Moreira (2014) concebem uma relação entre os pressupostos da Teoria da Ação Mediada e a avaliação escolar. Ao considerarem a tensão irreduzível entre o agente e as ferramentas culturais, os autores problematizam os ambientes educacionais que restringem as ações dos alunos à reprodução dos conhecimentos supostamente adquiridos, o que amplia a possibilidade de os estudantes assumirem uma postura alienada e alienante com a atividade escolar.

Sabemos que a cultura escolar brasileira ainda é muito pautada em práticas de reprodução de conhecimento e alienação dos estudantes. Por esse motivo, compreendemos que a atitude dos estudantes na resolução da problemática, de certa forma, está condicionada ao que eles estão acostumados a viver diariamente no sistema escolar. Entendemos também que este não é um paradigma fácil de ser rompido. Por outro lado, temos convicção de que estratégias de ensino que valorizem o protagonismo dos estudantes podem contribuir de forma significativa para uma autêntica produção de significados. Por isso, resolvemos enxergar a realidade que tínhamos naquele momento, ou seja, respostas prontas, como uma ferramenta em potencial para a produção de significados, através do auxílio de outra ferramenta, a saber, a experimentação.

Sendo assim, no encontro seguinte, foi realizado um experimento com materiais alternativos para auxiliar no entendimento e na discussão das respostas dos alunos para a resolução da situação-problema. O problema-chave era: “Investigue o que é a tal ‘fumaça preta’, se realmente afeta a saúde humana e do meio ambiente e de que forma isso acontece”.

Com base na resposta do grupo 01, a pesquisadora utilizou a ferramenta *palavra* para orientar a organização de ideias e o levantamento de hipóteses por parte dos alunos. Segue, a resposta do grupo 01 e a discussão gerada a partir dela (Quadro 21).

G1: “É a forma impura do elemento químico que é extremamente tóxica e poluente chamada de fuligem [...] indica que o combustível não está sendo completamente queimado”.

Quadro 21 – Análise dos enunciados da seção 2F.

SEÇÃO 2F				
TURNO	LOCUTOR	ENUNCIADO	INDICADOR	ATRIBUTO
01	P	<i>Que elemento é esse?</i>	-	-
02	A1	<i>Eu acho que é o fogo.</i>	não se aplica	-
03	P	<i>O fogo é elemento químico?</i>	-	-
04	B2	<i>O fogo é como a água, um elemento químico.</i>	1) Científico	1.c Manifestação de habilidades no processo de construção do conhecimento científico
05	P	<i>A água é um elemento químico?</i>	-	-
06	C2	<i>É uma mistura de elementos, pode-se dizer assim.</i>	1) Científico	1.c Manifestação de habilidades no processo de construção do conhecimento científico
07	P	<i>Como assim?</i>	-	-
08	C2	<i>Vamos observar a tabela periódica. Temos a junção de dois hidrogênios com um oxigênio, que formam a água, um composto.</i>	1) Científico	1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições
09	B1	<i>Então o fogo é uma substância.</i>	1) Científico	1.c Manifestação de habilidades no processo de construção do conhecimento científico
10	C2	<i>Na verdade o fogo não é uma substância, é uma energia.</i>	1) Científico	1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições
11	P	<i>Então já que vocês já sabem o que é um elemento, qual seria esse elemento que o grupo 1 disse que é altamente tóxico,</i>	-	-

		<i>poluente e que é chamado de fuligem?</i>		
12	C1	<i>Carbono negro.</i>	1) Científico	1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições
13	P	<i>Sabe aquelas cinzas que caem na casa de vocês? Qual o nome científico?</i>	-	-
14	A	<i>Fuligem.</i>	1) Científico	1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições
15	P	<i>O grupo 02 e 03 responderam igual. Vamos ver o que eles responderam.</i>	-	-

Fonte: autora (2020)

Observa-se que nesse momento os alunos levantam algumas hipóteses para a resolução do questionamento iniciado pela pesquisadora. Com base no conhecimento do seu cotidiano, organizaram informações e levantaram algumas hipóteses, o que se caracteriza como uma evidência da Alfabetização Científica, expresso no atributo *1.c Manifestação de habilidades no processo de construção de conhecimento científico*, do indicador *1.Científico*.

Além disso, o aluno A2 demonstra domínio de certos conhecimentos científicos, como os conceitos de substâncias, misturas e energia, o que se caracteriza como a manifestação do atributo *1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições*, também do indicador *1.Científico*. Todavia, até esse momento, os alunos ainda não souberam responder a qual elemento se referia a resposta do grupo 1. Então, a pesquisadora pôs em evidência as respostas dos grupos 2 e 3, que foram coincidentes, na intenção de permitir que os alunos levantassem mais hipóteses a respeito da natureza da fumaça preta e pudessem chegar a alguma conclusão. Segue a resposta e a discussão (Quadro 22).

G2 e G3: “A fumaça preta é, na verdade, o carbono pulverizado, é como o diesel fica quando está muito quente, mas não tem oxigênio suficiente para sua combustão”.

Quadro 22 – Análise dos enunciados da seção 2G.

SEÇÃO 2G				
TURNO	LOCUTOR	ENUNCIADO	INDICADOR	ATRIBUTO
16	P	<i>Vocês disseram que a fumaça preta é carbono e que nos veículos a diesel também sai fumaça preta.</i>	-	-

		<i>O que o carbono tem a ver com isso?</i>		
17	B2	<i>No diesel deve ter carbono.</i>	1) Científico	1.c Manifestação de habilidades no processo de construção do conhecimento científico
18	P	<i>Vocês disseram também que a fumaça preta é o carbono pulverizado. O que é pulverizado?</i>	-	-
19	C2	<i>Queimado.</i>	1) Científico	1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições
20	B2	<i>Triturado.</i>		
21	A3	<i>Reduzido a pó.</i>		
22	P	<i>Então, vocês estão dizendo que a fumaça preta é carbono...</i>	-	-
23	A	<i>Em pó.</i>	1) Científico	1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições
24	P	<i>E o pó está em qual estado da matéria?</i>	-	-
25	A	<i>Sólido.</i>	1) Científico	1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições
26	A3	<i>Se você passar o dedo na descarga de um veículo vai sair esse pó preto.</i>	1) Científico	1.c Manifestação de habilidades no processo de construção do conhecimento científico
27	P	<i>E a fumaça? É qual estado físico?</i>	-	-
28	A	<i>Gasoso.</i>	1) Científico	1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições
29	P	<i>Então quando a fumaça, em seu estado gasoso, qual a substância química está presente ali?</i>	-	-
30	B2	<i>Carbono gasoso.</i>	1) Científico	1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições
31	P	<i>Mas será que o carbono sozinho pode ser encontrado em forma de gás?</i>	-	-

32	C2	<i>Gás carbônico.</i>	1) Científico	1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições
33	P	<i>E esse gás é composto por quais elementos?</i>	-	-
34	C3	<i>CO₂</i>	1) Científico	1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições
35	P	<i>Então são quais elementos?</i>	-	-
36	A	<i>Carbono e oxigênio.</i>	1) Científico	1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições
37	P	<i>Então quando acontece uma queimada, são liberados vários gases, entre eles está o...</i>	-	-
38	A	<i>Gás carbônico.</i>	1) Científico	1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições
39	P	<i>E quando a fumaça é escura, ocasionando as cinzas...</i>	-	-
40	A	<i>Carbono em pó.</i>	1) Científico	1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições

Fonte: autora (2020)

Observa-se nesse diálogo a predominância dos atributos *1.c Manifestação de habilidades no processo de construção de conhecimento científico* e *1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições*, ambos do indicador *1) Científico*, expressos pelos alunos através da manifestação de habilidades como organização de informações e levantamento de hipóteses, além do domínio de conceitos e linguagem própria da ciência.

Para testar e/ou confirmar as hipóteses levantadas pelos alunos, a fim de que se chegasse a respostas significativas, foi realizado nesse momento um experimento com materiais alternativos, que consistiu na demonstração das reações de combustão completa e incompleta, o que gerou outro momento de discussão entre os estudantes e a pesquisadora. O experimento consistiu na demonstração da reação de combustão completa e incompleta, através da queima do pavio de uma vela e de um chumaço de algodão. Objetivando a produção de significados em relação à definição de reação de combustão, a pesquisadora realizou uma série de pequenos experimentos direcionando os alunos para a discussão de conceitos químicos, o que possibilitou a manifestação do atributo *1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições*, do indicador *1) Científico*, como mostra a seção a seguir (Quadro 23).

Quadro 23 – Análise dos enunciados da seção 2H.

SEÇÃO 2H				
TURNO	LOCUTOR	ENUNCIADO	INDICADOR	ATRIBUTO
42	P	<i>O que é combustão?</i>	-	-
43	C3	<i>Uma reação química.</i>	1) Científico	1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições
44	B2	<i>A queima do combustível.</i>		
45	P	<i>Vocês sabem a diferença entre uma reação física e uma reação química?</i>	-	-
46	A2	<i>A reação física muda apenas o estado e a química muda a composição.</i>	1) Científico	1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições
47	P	<i>Se, por exemplo, eu ferver essa água, ela vai passar para o estado...</i>	-	-
48	A	<i>Gasoso.</i>	1) Científico	1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições
49	P	<i>Aconteceu uma reação química?</i>	-	-
50	A2	<i>Não, só mudou o estado.</i>	1) Científico	1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições
51	P	<i>O que antes era água, agora é o que?</i>	-	-
52	A	<i>Continua sendo água.</i>	1) Científico	1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições

Fonte: autora (2020)

Seguindo a discussão sobre o que caracteriza a reação de combustão, a pesquisadora incinerou um chumaço de algodão e questiona os alunos (Quadro 24).

Quadro 24 – Análise dos enunciados da seção 2I.

SEÇÃO 2I				
TURNO	LOCUTOR	ENUNCIADO	INDICADOR	ATRIBUTO
57	P	<i>O algodão queimando é uma reação de combustão?</i>	-	-
58	A	<i>Sim.</i>	não se aplica	-
59	P	<i>Por quê?</i>	-	-
60	B2	<i>Porque tá juntando o combustível com o gás oxigênio.</i>	1) Científico	1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições

61	P	<i>Qual o combustível aqui?</i>	-	-
62	B2	<i>O fogo.</i>	não se aplica	-
63	B1	<i>O algodão.</i>	1) Científico	1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições
64	P	<i>Por que o algodão?</i>	-	-
65	B1	<i>Porque se não tivesse ele não pegava fogo.</i>	1) Científico	1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições
66	P	<i>Então, para que haja uma reação de combustão é preciso o que?</i>	-	-
67	C1	<i>Alguma coisa que pega fogo.</i>	1) Científico	1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições
68	B2	<i>Combustível.</i>		
69	C2	<i>Oxigênio.</i>		
70	P	<i>Por que oxigênio?</i>	-	-
71	B2	<i>Porque sem oxigênio o fogo não... Se acender a vela e colocar o copo, o fogo vai apagar. Sem oxigênio o fogo não consegue reagir.</i>	1) Científico	1.c Manifestação de habilidades no processo de construção do conhecimento científico

Fonte: autora (2020)

Verificamos no enunciado dos alunos evidências do atributo *1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições* do indicador *1) Científico*, quando os alunos identificam dois dos três componentes fundamentais para que ocorra a reação de combustão: o combustível e o comburente. Apesar de não utilizarem o termo comburente, os estudantes compreendem que sem oxigênio não acontece a reação.

Destacamos o enunciado do aluno B2, que levanta a hipótese de que se colocar o copo sobre a vela acesa, ela apagaria por falta do oxigênio. Embora a expressão “*Sem oxigênio o fogo não consegue reagir*”, utilizada pelo aluno, contenha um equívoco na utilização do termo fogo como sendo um reagente, ainda assim o enunciado do estudante como um todo manifesta o atributo *1.c Manifestação de habilidades no processo de construção do conhecimento científico*, do indicador *1) Científico*. Prosseguindo, a pesquisadora iniciou o experimento que demonstrou as reações de combustão completa e incompleta e orientou a discussão objetivando a produção de significados desses conceitos por parte dos alunos (Quadro 25).

Quadro 25 – Análise dos enunciados da seção 2J.

SEÇÃO 2J				
TURNO	LOCUTOR	ENUNCIADO	INDICADOR	ATRIBUTO

140	P	<i>Eu vou acender a vela e colocar esse pires de porcelana por cima da chama da vela.</i>	-	-
141	C2	<i>Vai ficar preto.</i>	1) Científico	1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições
142	A3	<i>É carbono pulverizado, reduzido ao pó.</i>		
143	P	<i>Então nessa reação, quem são os reagentes?</i>	-	-
144	C1	<i>O combustível é a cera e o pavio.</i>	1) Científico	1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições
145	B2	<i>E o comburente é o oxigênio.</i>		
146	P	<i>Eles reagiram e, como um dos produtos, temos o que?</i>	-	-
147	A	<i>O carbono pulverizado.</i>	1) Científico	1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições
148	P	<i>Vamos fazer esse mesmo teste agora com o álcool. Observem. Ficou preto?</i>	-	-
149	C2	<i>Entendi agora, no caso não tem carbono.</i>	1) Científico	1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições
150	P	<i>Não tem carbono em sua forma...</i>	-	-
151	A3	<i>Pulverizada.</i>	1) Científico	1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições
152	A2	<i>No estado sólido.</i>		

Fonte: autora (2020)

A partir do experimento, os estudantes compreenderam que a combustão da vela tem como produto carbono em seu estado sólido, enquanto a reação de combustão do etanol não libera essa substância. Então, a discussão foi direcionada para o porquê a reação de combustão incompleta produz carbono sólido (Quadro 26).

Quadro 26 – Análise dos enunciados da seção 2K.

SEÇÃO 2K				
TURNO	LOCUTOR	ENUNCIADO	INDICADOR	ATRIBUTO
160	P	<i>Na reação da vela, por que foi produzido o carbono sólido?</i>	-	-
161	C2	<i>Por causa do material que estava sendo queimado.</i>	1) Científico	1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições

162	P	<i>E por que a cera produz carbono sólido e o álcool não?</i>	-	-
163	C2	<i>Por que o álcool é menos poluente.</i>	1) Científico	1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições
164	C1	<i>Mas se ele é menos poluente, ele deveria produzir pelo menos um pouquinho.</i>	1) Científico	1.c Manifestação de habilidades no processo de construção do conhecimento científico
165	C2	<i>Mas o gás carbônico, ele sai em gás.</i>	1) Científico	1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições
166	P	<i>Vocês lembram da resposta que deram à problemática? Vocês disseram que “a fumaça preta é o que acontece quando não há ar suficiente para queimar o combustível”.</i>	-	-
167	B2	<i>Então o álcool, ele pega menos oxigênio.</i>	1) Científico	1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições
168	P	<i>Ele precisa...</i>	-	-
169	B2	<i>De menos oxigênio pra queimar o combustível.</i>	1) Científico	1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições
170	P	<i>E pra queimar a parafina?</i>	-	-
171	A2	<i>Precisa de uma quantidade de oxigênio grande.</i>	1) Científico	1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições

Fonte: autora (2020)

5.2.1 Análise da categoria 2 sob a ótica sociocultural

Dos 149 turnos analisados na categoria 2, 103 deles representam os enunciados dos alunos. Em 98 dos 103 turnos, foram identificados indicadores da Alfabetização Científica. Considerando os 103 turnos cujos locutores são os alunos como 100%, temos que a frequência de manifestação dos indicadores nos enunciados dos alunos é de 95,14% (98 turnos).

Relacionando as ferramentas culturais e a produção de significados, na categoria anterior, quando as ferramentas utilizadas foram a *palavra* e a navegação na *internet*, a frequência de aparição dos indicadores nos enunciados dos alunos foi de 65,22%. Já na

categoria 2, em que o kit de ferramentas incluiu a sala de aula do *Google* e a experimentação, além das utilizadas na categoria anterior, a frequência de aparição dos indicadores nos enunciados dos alunos foi de 95,14%. Nesse contexto, podemos inferir que quanto maior for a diversidade de ferramentas culturais em uma situação de ensino-aprendizagem, maior será o rol apreciativo dos alunos, isto é, maior será a potencialidade da ação mediada na produção de significados (WERTSCH, 1998). No caso desta pesquisa, a diversidade de ferramentas contribuiu para o desenvolvimento da Alfabetização Científica em seus diferentes aspectos, no que se refere à manifestação dos atributos dos diferentes indicadores.

Em se tratando das abordagens comunicativas, verificamos que nessa categoria, especialmente no episódio em que se valeu da ferramenta experimentação, a abordagem utilizada com mais frequência pela pesquisadora é a interativa/de autoridade, observada nas situações em que a pesquisadora orientou os alunos por meio de perguntas para que chegassem a uma resposta específica. Nesse episódio, o indicador de maior frequência nas seções foi o *1) Científico*, o que nos permite inferir que a abordagem interativa/de autoridade, no contexto dessa pesquisa, privilegiou a compreensão dos conceitos científicos. Por outro lado, a abordagem interativa/de autoridade, de certa forma, limitou a produção de significados em relação à aplicação social do conhecimento científico, porquanto, quando essa abordagem prevaleceu, não houve manifestação de atributos do indicador *2) Interface Social* e as expressões do indicador *1) Científico* limitaram-se apenas aos atributos que se referem à compreensão dos conceitos.

No tocante à produção de significados, destacamos a investigação sobre o nível de internalização dos conceitos científicos e da problemática socioambiental por meio da ação mediada pelas ferramentas culturais. Como já discutimos, a produção de significados a respeito da problemática e dos conteúdos é externalizada pelos indicadores e atributos da AC. Nesse contexto, a identificação dos indicadores *1) Científico* e *2) Interface Social*, com seus respectivos atributos, nessa categoria, evidencia que o nível de internalização da problemática e dos conteúdos foi de domínio e apropriação, pois os alunos além de compreenderem os conceitos científicos (domínio), apossam-se deles para inferir em diferentes contextos (apropriação).

5.3 Categoria 3: Criação dos jogos

As categorias 1 e 2 proporcionaram os subsídios didático-pedagógicos para a produção do jogo, no que se refere à produção de significados a respeito da problemática discutida e dos conteúdos de química e de outras ciências da natureza. A categoria 3 constitui-se das etapas de

criação dos jogos, que compreende a elaboração do enredo e a produção na ferramenta *RPG Maker*. Foi a categoria em que mais se empreendeu tempo, abrangendo nove encontros (5 a 13) da sequência didática.

No encontro 05 os estudantes começaram a elaborar o enredo, que consiste na narrativa do jogo, na história dos personagens, na escolha do cenário, além da descrição de como o jogo envolveria a problemática da poluição atmosférica e quais conteúdos de química conteriam. Nos encontros 06 a 09, os alunos passaram a produzir os jogos na plataforma *RPG Maker*. Durante esses três encontros, houve uma grande frequência da interação aluno-aluno e aluno-ferramenta. Os nove estudantes estavam divididos em três grupos, cada grupo utilizava um computador e havia um quarto computador disponível para pesquisa *online*.

Na elaboração dos enredos e produção dos jogos na ferramenta, os estudantes exploraram suas diferentes habilidades. Observamos que, em cada grupo, os alunos dividiram tarefas entre si de acordo com as expertises individuais. Por exemplo, aquele integrante do grupo que tinha maior habilidade em escrita se uniu ao que tinha maior afinidade com os conteúdos de química e juntos trabalharam na elaboração do enredo, enquanto um terceiro integrante, que tinha maior habilidade em programação, ficou responsável por liderar o processo de criação na ferramenta.

As diferentes aptidões e habilidades dos alunos os caracterizaram como parceiros mais capazes em situações diferentes no decorrer da criação dos jogos. Por exemplo, na criação do enredo do jogo, o aluno com aptidão em escrita foi o parceiro mais capaz nessa tarefa; o estudante com mais habilidade em programação, foi o parceiro mais capaz na utilização da ferramenta *RPG Maker*.

Segundo Vygotsky, grande influenciador na concepção da Teoria da Ação Mediada, o parceiro mais capaz é aquele mais competente no uso das ferramentas em determinado contexto de aprendizagem e ali se estabelece uma relação no limite da Zona de Desenvolvimento Proximal. Apesar da divisão de tarefas, observamos que os estudantes trocaram experiências na negociação de significados, de modo que todos participaram de alguma forma de todas as etapas do processo de criação dos jogos. A interação com a ferramenta *RPG Maker* possibilitou a externalização dos significados atribuídos à problemática socioambiental e aos conteúdos de química, através da manifestação dos indicadores da Alfabetização Científica, como veremos na análise dos jogos criados.

No décimo encontro destinado à criação dos jogos, foi realizado o *Playtest*, momento em que os protótipos dos jogos foram testados por uma equipe qualificada para futuras modificações e aperfeiçoamento. Debruçamos a primeira parte da análise da categoria 3 sobre

o encontro 10, em que se realizou o *Playtest*, pois nessa ocasião os estudantes apresentaram o enredo dos seus jogos, bem como algumas características próprias dos jogos produzidos, que se configuravam como critério de criação.

Sendo assim, no enredo, os estudantes deveriam informar quais conteúdos de química estão envolvidos no jogo e de que forma eles são trabalhados no enredo, além de explicarem como a problemática da poluição atmosférica causada pela queima de combustíveis está sendo discutida no jogo. Dessa forma, analisaremos nesse episódio, os enredos dos jogos elaborados pelos alunos e em um segundo momento analisaremos o jogo como produto final, ou seja, o arquivo do jogo criado pelos alunos. Identificaremos os indicadores e atributos da Alfabetização Científica tanto no enredo quanto no jogo e inferiremos sobre os fatores que contribuíram para a manifestação desses indicadores sob as lentes da Teoria da Ação Mediada.

5.3.1 Análise dos enredos dos jogos

Debruçaremos agora a análise sobre os enredos criados pelos grupos e socializados no encontro 10, no qual se realizou o *Playtest*.

5.3.1.1 Análise do enredo do grupo 01

Quadro 27 – Análise do enredo do grupo 01.

THE FIRE
<p>O nome do jogo é ‘The Fire’, que é ‘O incêndio’. O título está relacionado ao incêndio que vai ser causado pelos pneus, que causaram uma grande fumaça preta e a fumaça preta é carbono em pó que prejudica o ar e a respiração.</p> <p>O que o jogo vai ensinar? O conteúdo de Química é combustão, poluição e triângulo do fogo. O nome dos personagens é HB, SL e VT. Colocamos o nome dos personagens em siglas, do nome dos criadores.</p> <p>Começando em uma pequena cidade chamada Planeta Química, que não tinha corpo de bombeiros, o guardião da praça pediu ajuda para os estudantes para retirar o lixo que deixou na praça que estava suja, poluída. Após retirar o lixo, eles resolveram queimar, mal eles sabiam que os pneus estavam na pilha do lixo e que eles causariam uma grande fumaça preta após a queimada. Lembrando que no laboratório tinha um extintor a base de água e espuma para apagar o fogo, para conter a fumaça. Mas para eles obterem o extintor eles tinham que responder algumas perguntas relacionadas à combustão.</p> <p>Será se eles vão acertar? Depois de pegar o extintor, eles apagam o fogo e recebem a medalha do prefeito.</p>

Fonte: autora (2020)

No início do enredo, os alunos criam uma situação em que os personagens realizam um experimento químico que envolve os materiais álcool e algodão e enfatizam que esse

experimento foi feito perto de árvores. A partir dessa problemática se desenvolve toda a narrativa na busca por soluções científicas para um acontecimento comum no cotidiano dos alunos, as queimadas.

Observamos que os alunos do grupo 01 se apropriam do experimento realizado no episódio anterior da sequência didática para incluí-lo na narrativa do jogo. Podemos inferir que a interação dos alunos com a ferramenta experimentação contribuiu de forma direta na manifestação dos atributos no enredo, visto que a narrativa se desenvolve a partir da apropriação que os alunos fazem do contexto do experimento.

Em análise panorâmica do enredo, entendemos que os alunos estabelecem conexões entre o conhecimento científico e o seu cotidiano e mostram formas de aplicação do conhecimento científico na resolução de problemas socioambientais. Isso nos permite afirmar que o atributo *2.c Aplicação social do conhecimento científico, incluindo sua conexão com a temática e o cotidiano*, do indicador *2. Interface Social*, é predominante em toda a extensão do enredo do grupo 01.

Observa-se, no desenrolar da narrativa, que os alunos expressam domínio de conceitos científicos relacionados à química, como o conceito de comburente, substâncias que compõem um extintor de incêndio; e utilizam signos próprios das ciências, como os símbolos dos elementos químicos. Identificamos o indicador científico com seus respectivos atributos em alguns trechos do enredo do jogo do grupo 01. No trecho, “[...] *eles colocaram uma grande quantidade de álcool, no lugar em céu aberto tínhamos a presença de comburente (o oxigênio) que facilita a combustão [...]*” identificamos o atributo *1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições*. Além disso, os alunos expressam o atributo *1a* quando se referem à composição dos extintores de incêndio e a especificidade de sua utilização no trecho “[...] *extintor a base de água que apagam o fogo das arvores, e eles vão até o porão para procurar o extintor com água e espuma*”.

No enredo do jogo, os alunos idealizam os personagens, que também são estudantes, como cientistas/pesquisadores, na medida em que, no decorrer da narrativa, eles são responsáveis por investigar e manipular substâncias químicas nos extintores para a resolução do problema do incêndio. Demonstram com isso, o reconhecimento da função social do cientista/pesquisador e da ciência como construção humana, o que se encaixa no atributo *1.e Reconhecimento do papel do pesquisador no processo de produção do conhecimento* e está expresso de forma sintética no trecho “[...] *eles vão entrar em outra porta para ir pegar os ingredientes para botar no extintor (espuma e H₂O) e eles vão combater o fogo*”. Ressaltamos que, por se tratar de um enredo de um jogo digital, o caráter lúdico deve predominar na

narrativa. Portanto, apesar de na vida real, não ser aconselhável a manipulação de substâncias químicas por crianças/adolescentes sem supervisão técnica, a ludicidade do jogo permite esse tipo de conjuntura.

Em relação aos aspectos que envolvem a criticidade dos alunos a respeito das questões CTS, percebe-se que os estudantes se apropriam dos conceitos para problematizar o perigo do manuseio de materiais inflamáveis em locais arborizados, mostrando-se preocupados com os riscos ao meio ambiente e aos seres humanos. Problematizam isso no decorrer da narrativa, quando demonstram as possíveis consequências do ato irresponsável dos personagens de atear fogo em lugares arborizados, o que se enquadra no atributo *2.c Aplicação social do conhecimento científico, incluindo sua conexão com a temática e o cotidiano*.

Apesar de os personagens, em um primeiro momento, tomarem uma atitude irresponsável, no desdobramento da história, eles manifestam engajamento na resolução do problema do incêndio e tomam atitudes conscientes como a iniciativa de ir à procura de extintores apropriados. Dessa maneira, os alunos do grupo 01, expressam no enredo habilidades que se enquadram no atributo *2.e Posicionamento crítico e reflexivo diante das questões que envolvem ciência, tecnologia, sociedade e ambiente*.

Os alunos também enfatizaram no enredo que na cidade onde se passa a história não havia corpo de bombeiros, o que se configura como uma preocupação a respeito da segurança da população ou como um indício de criticidade em relação ao descaso das políticas de implantação desses órgãos em cidades do interior, como é a realidade de muitos municípios do Maranhão. Tal suposição também corrobora com o atributo *2.e Posicionamento crítico e reflexivo diante das questões que envolvem ciência, tecnologia, sociedade e ambiente*. Percebemos que o grupo 02 se apropriou do experimento realizado sobre combustão para criar o seu enredo. Isso significa que para o grupo 02 houve produção e internalização de significados a partir da interação com a ferramenta experimentação.

5.3.1.2 Análise do enredo do grupo 02

Apesar de os enredos finalizados serem nosso foco de análise, abrimos um parêntese para uma situação que aconteceu na fase de elaboração do enredo do grupo 02, por conter informações relevantes para a discussão de como a interação com as ferramentas culturais contribuíram para o desenvolvimento da Alfabetização Científica. A aluna A2 não pôde estar presente no encontro 5, no qual os grupos iniciariam a elaboração do enredo, no entanto,

utilizou-se da ferramenta *Whatsapp* para enviar sua ideia de enredo para o jogo do seu grupo. A mensagem foi a seguinte:

A2: Eu tava pensando a gente fazer tipo uma cidade, que tivesse poluída com CO₂ ou fumaça pelas queimadas. E a gente criava um bonequinho tipo pra gente reverter essa fumaça. Tipo, o bonequinho tinha que plantar e criar um lugar mais habitável. Tipo minecraft, só que ele tinha que derrotar os senhores das grandes fazendas que viviam botando fogo na plantação e plantar com adubo.

Podemos identificar na atitude tomada pela aluna A2, a presença do indicador 3) *Estético/Afetivo*, em especial do atributo 3.b *Interação espontânea dos alunos com as ferramentas*. Observamos que de forma espontânea a aluna, mesmo impedida de estar presencialmente no encontro, utiliza uma ferramenta cultural para possibilitar a interação com os seus colegas. A atitude da aluna em contribuir com a elaboração do enredo, mesmo não estando presente, revela seu interesse e motivação em relação às atividades propostas na sequência didática, o que demonstra a manifestação de outro atributo do indicador 3) *Estético/Afetivo*, qual seja: 3.c *Motivação dos alunos no envolvimento com a temática socioambiental e com os conteúdos de química*.

Além disso, em análise ao enunciado da aluna, enviado em forma de texto pelo aplicativo de mensagens, identificamos os indicadores 1) *Científico* e 2) *Interface Social*, expressos pelos atributos 1.a *Compreensão de conceitos científicos e suas definições*; 2.c *Aplicação social do conhecimento científico, incluindo sua conexão com a temática e o cotidiano*; 2.e *Posicionamento crítico e reflexivo diante das questões que envolvem ciência, tecnologia, sociedade e ambiente*.

Verificamos também que quando a aluna evidencia o jogo *Minicraft*, ela se apropria dessa ferramenta na medida em que utiliza suas características para fazer uma associação à sua ideia de enredo. Diante disso, ressaltamos a importância da ação mediada por ferramentas culturais para a produção de significados, ou seja, para o desenvolvimento de aspectos da Alfabetização Científica. Em análise geral do enredo do grupo 02, percebemos que a ideia da aluna 02 esteve presente de forma substancial na narrativa. Analisaremos agora de forma minuciosa o enredo do grupo 02 (Quadro 28).

Quadro 28 – Análise do enredo do grupo 02.

WORLD OF ALCHEMY
O nome do nosso jogo é 'World of Alchemy'. O jogo irá problematizar a questão da poluição causada pelos gases poluentes, como o CO ₂ , originados pelo estilo mais comum de preparação do solo para agricultura, que é as queimadas. Nesse método, as cinzas neutralizam

o solo porque o solo está muito ácido. Porém, para que haja cinzas, é necessário haver queimadas e a reação de combustão libera gases poluentes.

Então, o jogo irá trazer métodos menos poluentes pra um bom plantio. Essa conscientização é importante, pois o método de queimadas é o mais usado no estado do Maranhão, que é o primeiro em todo o nordeste em número de queimadas e isso não é bom para o meio ambiente e nem para os seres que habitam nele, pois pode prejudicar a camada de ozônio e os seres humanos que ficam doentes com esses gases.

O nome do personagem principal é o herói Eloy, que significa ‘o escolhido’. Ele é escolhido para salvar um mundo das chamas causadas por um dragão. Somente o herói poderá matar o dragão. Só que ele vai ter que lidar com alguns problemas porque nesse outro mundo ele vai ser chamado de bruxo, porque o povo daquela época pensava que os alquimistas usavam magias. Mas Eloy não usava magia, ele tinha um grande conhecimento sobre plantas medicinais e esse saber vai ajudar no tratamento de doenças respiratórias, para que as pessoas não morram por causa das queimadas e dos gases poluentes.

O conteúdo de Química que utilizamos no jogo foi o pH, que serve para avaliar se uma substância é ácida ou básica. Porque para o solo funcionar, ele tem que estar neutro, nem ácido, nem básico, então através do pH a gente vai obter essa informação. Também veremos outras formas menos poluentes de neutralizar o solo, como: aplicação de adubo orgânico de origem mineral em solos que possuem baixo teor de nutrientes; os adubos verdes, como o feijão de corda e outras sementes. Além de aumentar o nível de nitrogênio no solo, a adubação verde potencializa a produção de humos, que é a matéria orgânica depositada no solo.

Fonte: autora (2020)

A narrativa do grupo 02 problematiza a poluição atmosférica a partir das queimadas provocadas como técnica de preparação dos solos para a agricultura. Os alunos trazem a ludicidade ao jogo ao colocarem na narrativa um dragão como o causador das queimadas nas plantações. Essa ludicidade mostra que o nível de internalização na produção de significados foi de apropriação, visto que os alunos abordam a temática trabalhada e os conteúdos de química no jogo em um contexto diferente daquele que foi trabalhado durante a sequência didática e equilibrando o design instrucional em uma narrativa própria dos jogos de RPG.

O nome do jogo, traduzido para o português, é Mundo da Alquimia. A narrativa se passa no mundo medieval e os estudantes destacam o trabalho dos alquimistas, os primeiros químicos da história. O personagem principal é um suposto alquimista que utiliza seus conhecimentos sobre plantas medicinais para curar as pessoas que sofrem de doenças respiratórias decorrentes das queimadas causadas pelo dragão.

Os estudantes ressaltam o estigma sofrido pelos cientistas da época, que eram considerados como bruxos por causa de suas porções que geralmente eram consideradas obra de magia. Com isso, os alunos manifestam o atributo *1.d Reconhecimento do papel do pesquisador no processo de produção do conhecimento* do indicador *1) Científico*, na medida em que reconhecem a ciência como um processo de construção humana, além da dimensão

ética e social do pesquisador nesse processo, nesse caso, do herói alquimista, que na narrativa usa o conhecimento científico para salvar vidas.

Ao considerarem o caráter medicinal das plantas como conhecimento constituído a partir dos saberes populares, os estudantes manifestam o atributo *2.b Reconhecimento da influência da sociedade na produção da ciência*, do indicador *2)Interface Social*. Ao evidenciarem o papel dos cientistas medievais para a sociedade da época, expressam o atributo *2.d Percepção da importância da ciência para a história da humanidade*, do indicador *2)Interface Social*.

Identificamos no enredo do grupo 02 uma frequência considerável do atributo *1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições* do indicador *1)Científico*. Durante toda a narrativa, os estudantes utilizam a linguagem própria da ciência, através de símbolos, signos e nomenclaturas, além de definições de conceitos científicos na abordagem da temática e dos conteúdos de química, como combustão, ácido, base, pH e reação de neutralização.

O atributo *1.b Expressão de resultados da pesquisa científica* do indicador *1)Científico* é evidenciado em diversos trechos do enredo, com destaque para o trecho em que o grupo traz a informação de que no Maranhão é comum o método de queimadas na agricultura e que o estado ocupa o primeiro lugar em número de queimadas entre os estados nordestinos. O grupo utiliza essas informações para argumentar a relevância do objetivo do jogo a ser criado por eles, que é a conscientização dos jogadores através da demonstração de métodos menos poluentes de preparação do solo para o plantio. Se retomarmos para as discussões realizadas ainda no episódio das concepções prévias, lembraremos que em unanimidade os estudantes não consideravam a conscientização como uma estratégia para resolver ou amenizar os problemas socioambientais.

Todavia, observamos uma ressignificação das concepções dos alunos sobre a conscientização, de forma que eles a caracterizam no enredo como sendo o propósito do jogo a ser criado. Dessa forma, inferimos que a partir da interação social mediada pela ferramenta *palavra*, através dos enunciados dos alunos e da pesquisadora, foi possível a manifestação do atributo *2.e Posicionamento crítico e reflexivo diante das questões que envolvem ciência, tecnologia, sociedade e ambiente*, do indicador *2)Interface Social* no enredo do grupo 02.

5.3.1.3 Análise do enredo do grupo 03

Quadro 29 – Análise do enredo do grupo 03.

GREEN CITY

O nome do nosso jogo é Green City, Cidade Verde. Este jogo simula uma cidade virtual, onde a poluição do meio ambiente está muito elevada. O aspecto visual é primordial nesse jogo. A cidade começa poluída e conforme o jogador for resolvendo as problemáticas ela vai se tornando limpa. À medida que o jogador errar as situações problema, a cidade fica mais poluída no aspecto visual.

Sobre a história dos personagens, existe uma maga ambientalista que tenta corrigir várias atividades humanas que agravam a poluição ambiental, pelo uso de produtos químicos. Outra personagem é o cientista Rutherford, que vai ajudar a ambientalista na resolução das problemáticas. O cientista é formado em Química e atualmente trabalha no laboratório da escola de Green City.

O jogo tem esse nome porque no passado a cidade era bastante estruturada e bonita. Mas, com o passar dos anos a cidade teve sua decadência, quando começou a ter construção de empresas e indústrias que começaram a poluir a cidade. Com o excesso de pessoas, os lixos começaram a ficar espalhados, e a cidade ficou num nível elevado de poluição.

A problemática principal é o gás poluente CO₂, que no caso é o gás carbônico, que sai das chaminés das indústrias. A solução será um filtro composto por uma substância que é o hidróxido de sódio, mais conhecido como soda cáustica. Quando o gás poluente reage com o filtro, vai gerar uma substância não poluente que no caso é o carbonato de sódio, que é responsável principalmente pelo controle do pH da água. A última missão do jogo vai ser a neutralização do rio que se tornou ácido por causa do excesso de gás carbônico vindo da poluição.

Fonte: autora (2020)

O grupo 03 aborda a problemática da poluição atmosférica a partir da industrialização das cidades. O nome do jogo é Cidade Verde, fazendo alusão ao período em que a cidade não era degradada pela poluição. Os estudantes apontam como causa dessa degradação ambiental, a implantação de empresas e indústrias, o que demonstra o atributo *2.a Identificação dos impactos positivos ou negativos da ciência na sociedade*, do indicador 2) *Interface Social*. Com isso, externalizam o aspecto da Alfabetização Científica voltado para as questões Ciência, Tecnologia e Sociedade, evidenciando particularmente uma das premissas fundamentais do Movimento CTS, que é o reconhecimento de que mais ciência e tecnologia não implica infalivelmente em bem estar social (ANGOTTI; AUTH, 2001).

Os alunos expressam o atributo *2.c Aplicação social do conhecimento científico, incluindo sua conexão com a temática e o cotidiano* quando mostram como solução para o problema da poluição da cidade um filtro para as chaminés das indústrias, cuja composição é uma substância química, o hidróxido de sódio. Com isso, manifestam engajamento na tomada de decisões em assuntos que envolvem CTSA, o que manifesta o atributo *2.e Posicionamento crítico e reflexivo diante das questões que envolvem ciência, tecnologia, sociedade e ambiente* do indicador 2) *Interface Social*. Na proposição da solução para o problema em questão na narrativa, os estudantes utilizam a linguagem própria da ciência, seus signos, nomenclatura e definições, o que expressa o atributo *1.a Compreensão de conceitos científicos e suas*

definições, do indicador 1) *Científico*, evidenciado pelos termos gás carbônico, hidróxido de sódio, carbonato de sódio, pH, neutralização, entre outros.

Na escolha dos personagens, manifestam o atributo 1.d *Reconhecimento do papel do pesquisador no processo de produção do conhecimento*, do indicador 1) *Científico*, ao designarem a função de resolução das problemáticas ambientais para os personagens: Maga Ambientalista e Cientista Rutherford. Em relação à escolha do nome dos personagens, ao serem questionados pelos integrantes do PEDIC que estavam presentes na realização do *Playtest* sobre o porquê do personagem se chamar Rutherford, os alunos responderam que seria por considerarem-no um cientista renomado. Esse fato revela a interferência das ferramentas culturais nas relações de poder e autoridade. Nesse caso, os alunos utilizam a ferramenta *palavra* como um instrumento de autoridade na narrativa através da utilização do nome de um renomado cientista.

Uma característica interessante do enredo do grupo 3 é a proposição de perguntas testes, contendo a resolução de problemáticas que envolvem conteúdos de química. Quando a resposta do jogador estiver errada, o aspecto visual da cidade tende a ficar mais poluído. Ao contrário disso, quando o jogador acertar as respostas, a cidade ficará menos poluída. Dessa forma, os alunos manifestam mais uma vez o atributo 2.c *Aplicação social do conhecimento científico, incluindo sua conexão com a temática e o cotidiano*, porquanto desafiam o jogador a utilizar o conhecimento científico, relacionado aos conteúdos de química, para a solução de problemas cotidianos que envolvem a temática da poluição atmosférica.

A ideia do grupo 3 para proposição de perguntas e as consequências para erros e acertos foi inspirada no “Jogo de Química Ambiental”, produzido por Paula et al. (2015) e aplicado para alunos da 3ª série do ensino médio em uma escola de Fortaleza-CE. Contudo, o desenvolvimento do enredo do grupo 3 difere no conteúdo das problemáticas propostas e na narrativa criada para a resolução. Entendemos que o artigo científico lido pelos alunos do grupo 3, que contém a publicação desse jogo, bem como a navegação na *internet*, configuram-se como ferramentas culturais que mediarão e facilitarão as ações dos alunos na criação do enredo.

5.3.2 Análise dos jogos criados

Os enredos serviram de base para a criação dos jogos. No episódio do *Playtest* os alunos receberam algumas sugestões referentes ao *design de games* e *design instrucional* para alteração dos jogos. Os encontros 11 a 14 foram destinados à produção e finalização dos jogos. Analisaremos agora os três jogos finalizados, criados pelos três grupos participantes da

pesquisa. Buscamos identificar nos jogos os indicadores da Alfabetização Científica, com seus respectivos atributos. Além disso, focalizamos a análise sociocultural em relação aos níveis de internalização de significados dos conhecimentos científicos, isto é, identificamos os episódios em que os alunos dominaram e/ou se apropriaram dos conteúdos de química e da problemática socioambiental e investigamos de que forma isso acontece no jogo. Por fim, em um subtópico distinto, fizemos um panorama analítico dos jogos criados, pelas lentes da Teoria da Ação Mediada. Para melhor compreensão do leitor, elaboramos um quadro explicativo contendo a descrição de todos os personagens que aparecem no jogo, que está disposto no início de cada subtópico a seguir.

5.3.2.1 Jogo *The Fire*

Quadro 30 – Descrição dos personagens do jogo *The Fire*.

PERSONAGENS	DESCRIÇÃO
HB, SL, VT, DN	Grupo de quatro estudantes que protagonizam o jogo.
Professor	Professor que tem o papel de instruir os estudantes no início do jogo.
Professora de Química	Professora de Química da escola em que os protagonistas estudam.
Guardião	Espécie de guarda do parque da cidade.
Prefeito	Prefeito da cidade. Aparece para recompensar os estudantes no fim do jogo.

Fonte: autora (2020)

O jogo *The Fire* começa com os quatro personagens principais passeando pela cidade. O primeiro evento programado pelos alunos do grupo 01 é a interação dos personagens principais com um professor que está caminhando pela rua (Figura 1). Ao encontrarem o professor, os personagens, que são estudantes, prontamente perguntam: “Professor, o que o senhor tem a nos ensinar?”. A resposta do professor para a interrogação dos alunos é a definição de combustão: “COMBUSTÃO: é uma reação química que precisa de três coisas para acontecer (comburente, combustível e calor)”.

Em análise à essa primeira etapa do jogo, percebemos que os alunos A1, B1 e C1, manifestaram o atributo *1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições*, do indicador *1) Científico*, quando demonstram domínio sobre o conceito de combustão. Além disso, ao colocarem a figura do professor como alguém que tem domínio sobre o conhecimento científico, a utilizam como uma fonte de autoridade no jogo para dar credibilidade ao conceito de combustão apresentado. De início esse episódio parece algo solto, mas esse conceito será de fundamental importância para o desdobramento da história no jogo. Logo após o diálogo com o professor, os quatro estudantes se deparam com uma espécie de guardião do parque da cidade,

que pede a ajuda deles para limpar o ambiente que está completamente poluído. Nesse momento aparece na tela do jogo a seguinte mensagem para o jogador: “MISSÃO: TIRAR TODO O LIXO DO PARQUE” (Figura 1).

Figura 1 - Jogo *The Fire* (parte 1).



Fonte: autora (2020)

No jogo, o aspecto visual do parque condiz com um local poluído. Há lixo por toda parte e a água do lago tem uma cor escura, aparentando estar poluída, no entanto, após o jogador cumprir a missão, recolhendo todo o lixo do parque, o aspecto visual muda completamente. Além dos materiais desaparecerem à medida que são recolhidos, a cor da água do lago é convertida para um azul claro, que lembra a cristalinidade de uma água límpida. Ao recolherem o lixo, um dos personagens deixa a mensagem: “Continuem, vocês podem salvar o mundo com um simples gesto”.

Como o RPG é um estilo de jogo narrativo, é comum que contenha muitos diálogos. Observamos que o grupo 01 aproveitou essa característica para trazer informações ao jogador, à título de conscientização, a respeito da composição dos resíduos sólidos e dos prejuízos em torno da produção e do descarte desses materiais (Figura 2). Com isso, os alunos do grupo 01

manifestam os atributos *1.b Expressão de resultados da pesquisa científica*, do indicador *1) Científico*, *2.a Identificação dos impactos positivos e negativos da ciência na sociedade* e *2.e Posicionamento crítico e reflexivo diante das questões que envolvem Ciência, Tecnologia e Sociedade*, do indicador *2) Interface Social*. A expressão desses atributos aponta para o nível de apropriação dos conhecimentos científicos e da problemática socioambiental, pois o grupo os utiliza no jogo ressaltando o engajamento e a tomada de decisões em questões CTSA.

Figura 2 - Jogo *The Fire* (parte 2).



Fonte: autora (2020)

Após a coleta do lixo, os personagens se questionam o que farão com todo aquele material. Então, vão até a professora de química para pedir uma instrução. Entretanto, ela diz não ter ideia no momento para o descarte do lixo, mas adverte que queimar não seria uma boa solução (Figura 3). Assim, o grupo 01 expressa o atributo *1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições*, do indicador *1) Científico* ao se referirem aos prejuízos da incineração do lixo, tema discutido anteriormente na resolução da situação-problema.

Figura 3 - Jogo *The Fire* (parte 3).



Fonte: autora (2020)

Ao retornarem para o parque, os personagens se deparam com muitos focos de incêndio, pois o guardião do parque, na tentativa de ajudar no descarte, havia incinerado o lixo (Figura 4). Possivelmente os alunos do grupo 01 colocaram essa situação no jogo por fazer parte do seu cotidiano, pois na etapa de discussão da problemática demonstraram incômodo com o hábito da população de sua cidade de incinerar o lixo doméstico. Observamos que, no jogo, o grupo alerta para os prejuízos da incineração do lixo doméstico, entretanto, não propõem uma solução apropriada para o seu descarte. A solução proposta no jogo é no sentido de interromper o incêndio. Os personagens propõem utilizar um extintor à base de água e espuma, que encontrariam na escola (Figura 4). Expressam nesse momento o atributo *2.c Aplicação social do conhecimento científico, incluindo sua conexão com a temática e o cotidiano*, do indicador *2)Interface Social*.

Ao chegarem na escola, especialmente no laboratório, encontram a professora de química, que condiciona a entrega do extintor à resposta da seguinte pergunta: “Quais os componentes necessários para acontecer a reação de combustão?”, para a qual são dadas quatro alternativas de resposta para o jogador: (A) calor, comburente e carbono; (B) calor, comburente e combustível; (C) arroz, feijão e carne; (D) rapadura, sol e ovo (Figura 04). Se o jogador errar a resposta, lhe é permitido mais uma chance de responder, até que, ao acertar a resposta, o jogador é direcionado novamente para o parque, momento em que a tela do jogo fica com um efeito visual esbranquiçado, simulando o uso do extintor de incêndio à base de espuma. Logo após o efeito acabar, surge na tela a imagem do parque sem focos de incêndio, mas com uma mancha de cinzas no chão e uma árvore com galhos secos, que representam no jogo o resultado da queima do lixo (Figura 4).

A pergunta que aparece como condição para a utilização do extintor tem o mesmo conteúdo do ensino trazido pelo professor no primeiro diálogo do jogo. Dessa forma, o grupo 01 proporciona ao jogador a possibilidade de compreensão do conceito de reação de combustão, aborda esse conceito no jogo através da temática “incineração do lixo doméstico” a partir de situações cotidianas e ao final testa o conhecimento do jogador a respeito do conceito. Sendo assim, o nível de internalização do conceito “reação de combustão” e da temática socioambiental “incineração do lixo doméstico” dos alunos A1, B1 e C1 é de domínio e caminha em direção à apropriação, pois apontam para o perigo da queima do lixo, mas não propõem no jogo uma solução para o descarte adequado, o que seria um aspecto imprescindível na manifestação do atributo *2.e Posicionamento crítico e reflexivo diante das questões que envolvem Ciência, Tecnologia e Sociedade*, do indicador *2)Interface Social*, que foi expresso

pelos alunos quando problematizam o descarte inadequado, mas que teve o aspecto tomada de decisões relegado em relação à não proposição de solução para o descarte.

Figura 4 - Jogo *The Fire* (parte 4).



Fonte: autora (2020)

No final do jogo, os personagens são recompensados pelo prefeito da cidade pelo engajamento na interrupção do incêndio no parque. Percebemos que a conscientização tem caráter dominante durante todo o jogo. No diálogo entre os estudantes e o prefeito, aparecem as frases: “Isso tudo não foi uma diversão, foi um ensinamento para as pessoas não queimarem

mais lixo” e “[...] só quero falar para o povo que é errado tocar fogo no lixo [...]”. A última fala é a do prefeito, que promete aos estudantes tomar providências para que as pessoas entendam que a incineração do lixo traz prejuízos para a cidade e a população (Figura 5). A conscientização é a mensagem central do jogo *The Fire*, criado pelos alunos do grupo 01, que manifestam durante toda a construção do jogo o atributo 3.c *Motivação dos alunos no envolvimento com a temática socioambiental e com os conteúdos de química*, do indicador 3) *Estético/Afetivo*.

Figura 5 - Jogo *The Fire* (parte 5).



Fonte: autora (2020)

5.3.2.2 Jogo *World of Alchemy*

Quadro 31 - Descrição dos personagens do jogo *World of Alchemy*.

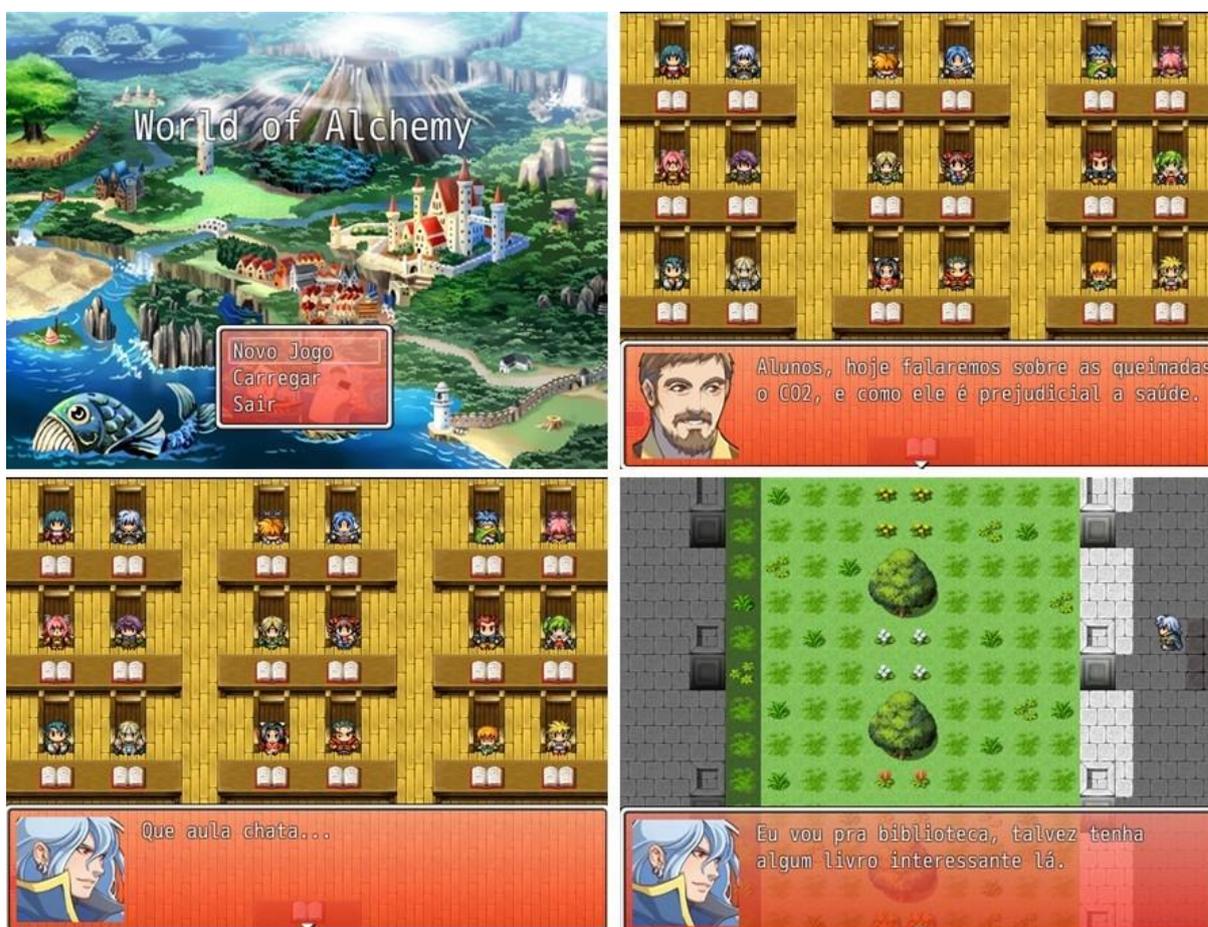
PERSONAGENS	DESCRIÇÃO
Eloy	Personagem principal, o aluno que vira herói no jogo.
Professor	Aparece no início do jogo dando aula de química na sala de aula de Eloy.
Rei	Rei do mundo da Alquimia que indicará qual a missão de Eloy.
Garota e seu pai	Personagens que receberão ajuda de Eloy no mundo da Alquimia.

Fazendeiro	Dono da fazenda incendiada pelo dragão.
Dragão	Monstro causador das queimadas.

Fonte: autora (2020)

O grupo 02 escolheu o estilo medieval para o jogo *World of Alchemy*, todavia o início do jogo se passa em uma sala de aula da era contemporânea, em que o professor inicia a aula com a frase: “Alunos, hoje falaremos sobre as queimadas, o CO₂, e como ele é prejudicial à saúde”. Dessa forma, o grupo 02 introduz a temática socioambiental no jogo, utilizando o professor como fonte de autoridade, à semelhança do jogo do grupo 01. Após a fala do professor, um dos alunos que estão na sala considera que a aula será chata e resolve ir até a biblioteca da escola à procura de um livro interessante (Figura 6).

Figura 6 - Jogo *World of Alchemy* (parte 1).



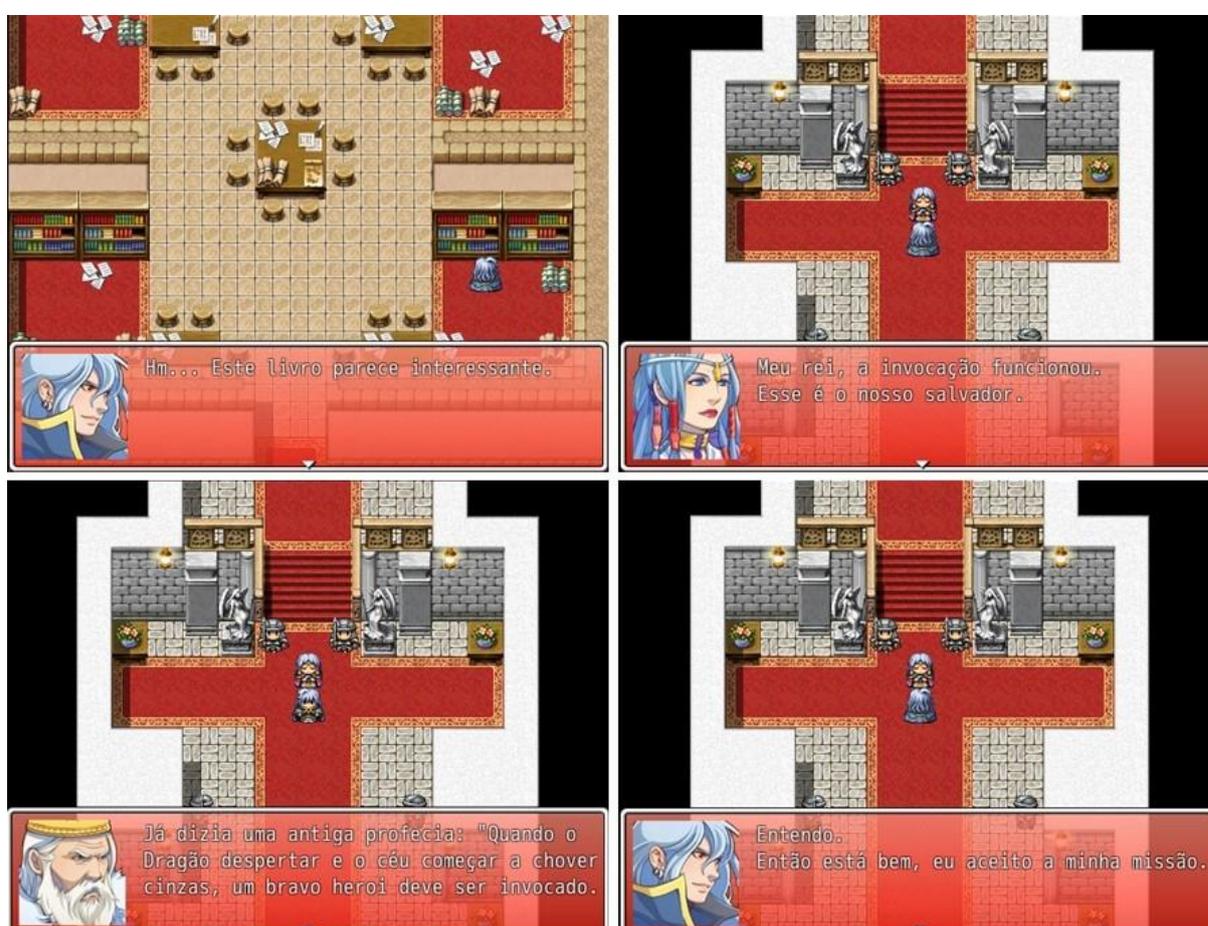
Fonte: autora (2020)

Ao chegar na biblioteca, o personagem encontra um livro que lhe chama a atenção e ao tocá-lo é teletransportado para outro mundo, o Mundo da Alquimia, como sugere o título do jogo. Após o teletransporte, o personagem surge na sala do castelo real daquele mundo e descobre ali, por meio da fala do rei, que é um herói invocado para cumprir uma missão: “Já

dizia uma antiga profecia: Quando o Dragão despertar e o céu começar a chover cinzas, um bravo herói deve ser invocado.”.

Imediatamente, Eloy, que significa “o escolhido”, aceita a sua missão e se engaja para resolver o problema daquele mundo (Figura 7). O mesmo aluno que considerou chata a aula sobre queimadas, agora terá de salvar o mundo afetado pelas queimadas provocadas pelas chamas de um dragão e o faz com prazer. Esse fato nos chama a atenção para a forma como o grupo 02, conscientemente ou não, problematiza como diferentes abordagens para um mesmo conteúdo ou temática podem gerar motivação ou desmotivação nos alunos.

Figura 7 - Jogo *World of Alchemy* (parte 2).



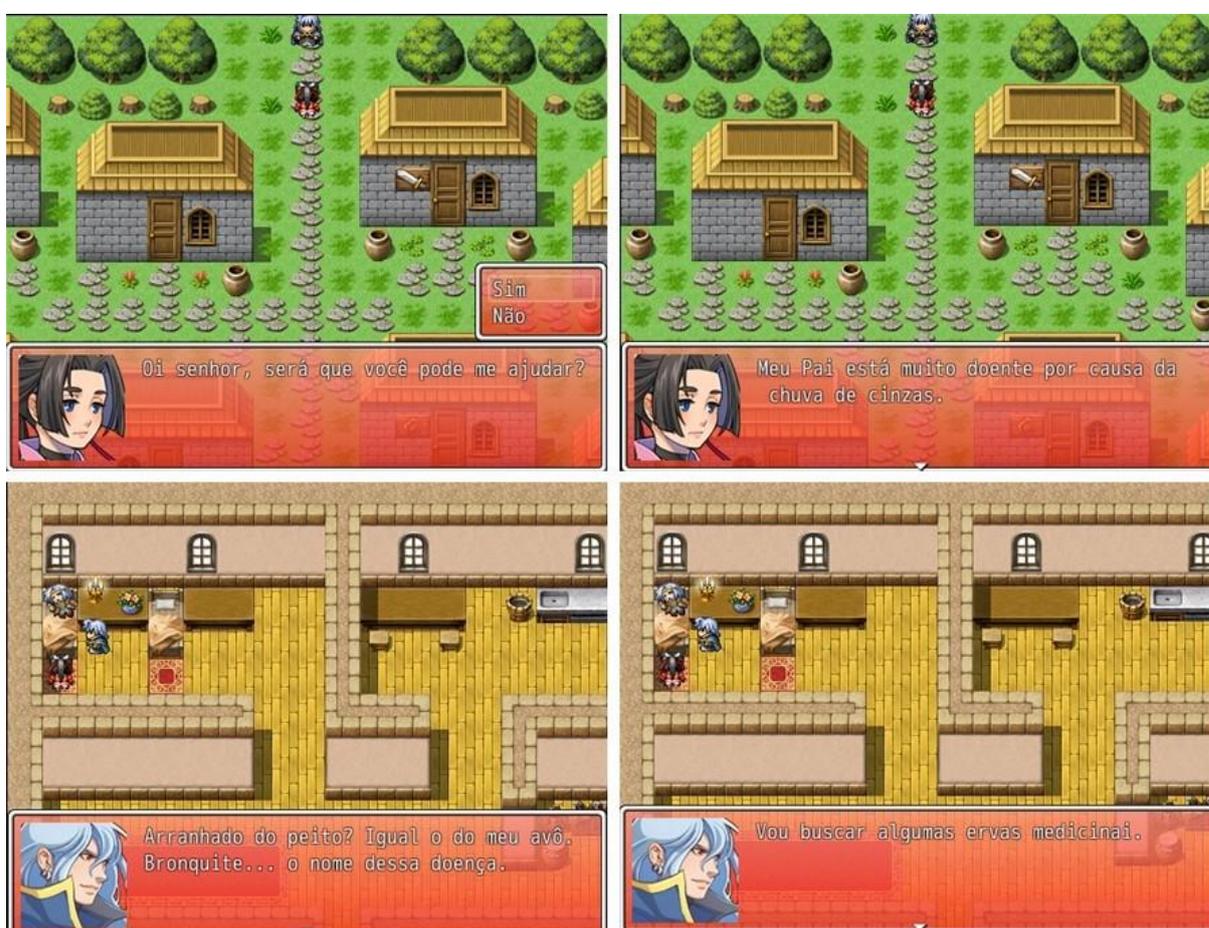
Fonte: autora (2020)

Eloy segue a explorar o Mundo da Alquimia, até se encontrar com uma garota em um lugar chamado Vila Sul e se deparar com o primeiro desafio da sua missão: ajudar o pai da menina que se encontra muito doente por causa da chuva de cinzas decorrentes das queimadas provocadas pelo dragão. Ao entrar na casa onde está o pai da garota, o herói observa o estado de saúde do velho doente e fala: “Arranhado do peito? Igual do meu avô. Bronquite o nome dessa doença. Vou buscar algumas ervas medicinais.”. Nesse momento o jogador recebe

instruções para se direcionar para o oeste da vila, onde pode coletar as ervas em uma plantação daquela comunidade (Figura 8).

Nesse trecho do jogo, os alunos A2, B2 e C2 evidenciam, assim como no enredo, os atributos *1.d Reconhecimento do papel do pesquisador no processo de produção do conhecimento*, do indicador *1) Científico*, *2.b Reconhecimento da influência da sociedade na produção da ciência* e *2.d Percepção da importância da ciência para a história da humanidade*, do indicador *2) Interface Social*, quando ressaltam a dimensão ética e social do herói alquimista no uso do conhecimento constituído a partir dos saberes populares para salvar vidas naquela comunidade.

Figura 8 - Jogo World of Alchemy (parte 3).



Fonte: autora (2020)

A próxima etapa da missão do herói no jogo é encontrar o dragão e lutar contra ele, para que cessem os danos causados pelas queimadas naquele mundo. Na busca pelo dragão, encontra uma fazenda com uma plantação incendiada e nesse lugar o fazendeiro dá a dica de onde pode estar o dragão causador das queimadas (Figura 9). Eloy vai ao encontro do dragão e

luta contra ele, em uma batalha típica dos jogos de RPG (Figura 10). O grupo 02 utiliza a linguagem figurada para se referir a problemas reais e recorrentes em seu cotidiano.

No enredo, o grupo chama a atenção para a poluição atmosférica causada pelo método de preparação do solo comumente utilizado na agricultura maranhense, que são as queimadas. O dragão faz alusão à origem das queimadas, podendo ser uma pessoa, uma instituição, um hábito, um método ou uma ideologia. O fato de lutar contra o dragão se refere ao engajamento no combate às raízes que originam a prática das queimadas, o que demonstra a manifestação do *2.e Posicionamento crítico e reflexivo diante das questões que envolvem Ciência, Tecnologia e Sociedade*, do indicador 2) *Interface Social*.

Figura 9 - Jogo World of Alchemy (parte 4).



Fonte: autora (2020)

Os alunos A2, B2 e C2, do grupo 02, abordam a problemática socioambiental com muita ludicidade, aspecto característico dos jogos de RPG. As queimadas, no jogo, são provocadas por um dragão, a fumaça é chamada chuva de cinzas e a missão final é lutar contra esse ser provocador das queimadas e de todos os prejuízos que elas trazem para aquele mundo, como problemas respiratórios na população e as consequências das queimadas na agricultura.

Diante disso, podemos inferir que, em relação à abordagem da problemática, o grupo 02 alcançou os níveis de domínio e apropriação, pois destrincharam temas discutidos na etapa da resolução da situação-problema e recorrentes no cotidiano em um outro contexto, o da ludicidade. Em relação aos conteúdos de química, percebemos que estão implícitos no jogo, apesar de não serem totalmente externalizados na jogabilidade, através de perguntas e respostas, por exemplo.

O jogo tem como temática central a problematização dos prejuízos das queimadas para uma determinada comunidade, o que está intimamente relacionado à expressão dos atributos *2.a Identificação dos impactos positivos ou negativos da ciência na sociedade*, *2.c Aplicação social do conhecimento científico, incluindo sua conexão com a temática e o cotidiano* e *2.e Posicionamento crítico e reflexivo diante das questões que envolvem ciência, tecnologia, sociedade e ambiente*, do indicador *2) Interface Social*. Houve a manifestação do atributo *3.c Motivação dos alunos no envolvimento com a temática socioambiental e com os conteúdos de química*, durante toda a produção do jogo na plataforma.

Figura 10 - Jogo World of Alchemy (parte 5).



Fonte: autora (2020)

5.3.2.3 Jogo *Green City***Quadro 32 – Descrição dos personagens do jogo *Green City*.**

PERSONAGENS	DESCRIÇÃO
Fredd	Personagem comissionado a ajudar no processo de despoluição da cidade.
Guarda	Guarda da cidade que instrui Fredd no início do jogo.
Professor Rutherford	Professor que dedicou muitos anos da sua vida na empreitada de tornar <i>Green City</i> uma cidade menos poluída. Será o mentor de Fredd na missão.
Personagem X	Personagem aleatório que aparece na última missão do jogo, responsável por fazer uma das questões-problema.

Fonte: autora (2020)

O grupo 03 optou por representar no jogo um centro urbano altamente poluído pela industrialização. Na primeira parte do jogo, uma espécie de guarda municipal explica ao personagem principal, chamado Fredd, que a implantação de indústrias provocou um aumento significativo na emissão de gases poluentes e atribui à Fredd a missão de reverter a situação da poluição atmosférica, para que a cidade faça jus novamente ao nome que recebeu: *Green City*. O aspecto visual reafirma a fala do guarda, pois a vegetação da praça possui uma cor alaranjada, fazendo alusão a folhas secas e há manchas cinzas por toda a parte, que dá a impressão de ar poluído (Figura 11).

Para cumprir sua missão, Fredd é instruído pelo guarda a se deslocar até a casa do professor Rutherford, que lhe dirá o que fazer. À semelhança dos outros dois grupos, o grupo 03 também emprega a figura do professor como fonte de autoridade, ao colocá-lo como alguém próprio para dar instruções em assuntos que envolvem conhecimento científico e a função social da ciência. Utilizam essa fonte de autoridade para introduzir a problemática da poluição atmosférica no jogo, que é abordada no âmbito dos prejuízos causados pela industrialização dos centros urbanos, aspecto que expressa o atributo *2.a Identificação dos impactos positivos e negativos da ciência na sociedade* do indicador *2)Interface Social*. Além disso, o nome escolhido para o professor revela que os alunos manifestam o atributo *1.d Reconhecimento do papel do pesquisador no processo de produção do conhecimento*, do indicador *1)Científico*.

Figura 11 - Jogo *Green City* (parte 1).



Fonte: autora (2020)

Ao chegar na casa de Rutherford, inicia-se um diálogo no qual o professor explica ao jovem Fredd que o seu mais novo empreendimento no combate à poluição atmosférica na cidade é o desenvolvimento de filtros para as chaminés das indústrias (Figura 12). Com isso os alunos A3, B3 e C3 introduzem no jogo não só a discussão dos impactos negativos causados pela industrialização, mas propõem uma solução para o problema e instigam o jogador a participar ativamente dessa empreitada. Dessa forma, manifestam o atributo 2.e *Posicionamento crítico e reflexivo diante das questões que envolvem ciência, tecnologia, sociedade e ambiente*, do indicador 2) *Interface Social*.

Figura 12 - Jogo *Green City* (parte 2).

Fonte: autora (2020)

No diálogo com Fredd, o professor diz que está precisando de uma substância para concluir a construção dos filtros. O jovem pergunta qual seria essa substância e o professor responde que se trata do hidróxido de sódio (NaOH), conhecida popularmente como soda cáustica e pergunta se Fredd já ouviu falar sobre ela. O jovem responde que sim, pois sua mãe utiliza alguns produtos que contém essa substância, como cosméticos capilares e desentupidores de privada. O jogador é então instruído a explorar o supermercado da cidade, onde encontrará a substância hidróxido de sódio, cumprindo assim a primeira missão no jogo (Figura 13).

Figura 13 - Jogo Green City (parte 3).



Fonte: autora (2020)

A partir dessa seção do jogo, o grupo 03 passa a fazer uso significativo da linguagem própria da ciência: nomenclatura, símbolos e fórmulas químicas. Além disso, associam o conhecimento científico ao cotidiano, ao mostrarem o uso corriqueiro de produtos que contém a substância em questão. Dessa forma, os alunos A3, B3 e C3 expressam os atributos 1.a *Compreensão de conceitos científicos e suas definições*, do indicador 1) *Científico* e 2.c

Aplicação social do conhecimento científico, incluindo sua conexão com a temática e o cotidiano, do indicador 2)Interface Social.

Após explorar o supermercado e encontrar a substância, o jogador deve retornar à casa de Rutherford. Nessa seção, o grupo 03 utiliza o conhecimento científico sobre reações químicas para explicar o mecanismo de funcionamento dos filtros para as chaminés das indústrias, além de trazerem o CO_2 como o gás poluente produto das reações de combustão que acontecem nas indústrias (Figura 13). Com isso, manifestam mais uma vez os atributos *1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições*, do indicador *1) Científico* e *2.c Aplicação social do conhecimento científico, incluindo sua conexão com a temática e o cotidiano, do indicador 2)Interface Social*

Figura 14 - Jogo Green City (parte 4).



Fonte: autora (2020)

A construção do filtro e conseqüentemente a redução da poluição atmosférica da cidade são condicionadas no jogo às respostas corretas que Fredd, no caso, o jogador, der às perguntas feitas pelo professor. À medida que as perguntas são respondidas corretamente, a

cidade fica gradualmente menos poluída, e, ao contrário disso, se as respostas forem incorretas, a cidade fica gradualmente mais poluída, pois cada resposta errada representa um atraso na construção dos filtros e no combate à poluição (Figura 15).

A primeira pergunta é sobre identificação de fórmulas e nomenclatura de substâncias. A segunda pergunta é mais complexa, sobre o produto da reação química que irá acontecer no filtro produzido pelo professor (Figura 15). Ao elaborarem essas perguntas, o grupo 03 demonstrou ter domínio sobre determinados conteúdos de química. Ao utilizarem as perguntas como subsídios para a resolução do problema da emissão de gases poluentes, os alunos A3, B3 e C3 expressam o nível de internalização apropriação, tanto dos conceitos como da problemática. Com isso, manifestaram durante a criação do jogo, o atributo *3.c Motivação dos alunos no envolvimento com a temática socioambiental e com os conteúdos de química do indicador 3)Estético/Afetivo*.

Figura 15 - Jogo Green City (parte 5).



Fonte: autora (2020)

Devido à alta emissão de CO_2 , o rio da cidade encontra-se com o nível de acidez elevado. Ao se direcionar ao rio, Fredd encontra um personagem que lhe faz mais uma pergunta: “O pH da água atualmente está medindo 3, isso significa que a água está?”. Como opções de respostas para o jogador aparecem na tela: ácido; alcalino; neutro ou prótons. Caso a resposta seja correta, o personagem é transportado para uma tela cujo gráfico mostra uma *Green City* totalmente despoluída (Figura 16).

Figura 16 - Jogo *Green City* (parte 6).



Fonte: autora (2020)

5.3.3 Análise da categoria 3 sob a ótica sociocultural

Em análise aos três jogos criados, consideramos que o grupo 01 produziu o jogo com maior equilíbrio entre *design de game* e *design instrucional*, pois trouxe a abordagem dos conteúdos e da problemática de forma didática e interativa, sem destacar um aspecto em detrimento do outro. No caso do grupo 02, o aspecto lúdico com que foi trabalhada a problemática se sobressaiu em relação à abordagem dos conteúdos, por isso inferimos que o grupo 02 foi o que mais se apropriou da problemática, no sentido de abordá-la em um contexto lúdico e inusitado, incorporando-a à temática medieval, característica dos jogos de RPG. Já no grupo 03, ocorreu o inverso: a abordagem dos conteúdos teve maior destaque, observação comprovada pela frequência do atributo *1.a Compreensão de conceitos científicos e suas definições* durante todo o jogo. Assim, entendemos que os integrantes desse grupo alcançaram um nível maior de domínio e apropriação dos conteúdos de química, se comparado aos outros dois grupos.

De modo geral, consideramos que a Alfabetização Científica foi desenvolvida nos três grupos em análise, apesar das características peculiares de cada jogo criado. Todos os alunos participantes dos três grupos alcançaram os níveis de domínio e apropriação dos conteúdos e da problemática, ainda que em proporções distintas. Afirmamos isso com base na identificação dos indicadores de Alfabetização Científica tanto nos enredos quanto nos jogos e por meio da análise dos fatores socioculturais que influenciaram a manifestação desses indicadores no processo de criação dos jogos.

Em se tratando dos fatores que influenciaram na manifestação dos indicadores de Alfabetização Científica, observamos que a variedade de ferramentas culturais é diretamente proporcional à expressão dos atributos dos indicadores. Isso quer dizer que, ao considerar a AC como um processo, entendemos que seu desenvolvimento progressivo se deu em certa medida pela variedade de ferramentas inseridas ao longo da sequência didática. Além do kit de ferramentas, outros fatores contribuíram para a evolução gradativa do processo de AC, como é o caso das interações aluno-aluno e aluno-ferramenta, que se intensificaram nessa categoria.

Destacamos a interação dos alunos com a ferramenta *RPG Maker*, que possibilitou a autonomia dos estudantes na abordagem dos conteúdos de química e da problemática socioambiental. O caráter lúdico e o estilo narrativo dos jogos de RPG proporcionaram o alcance dos alunos aos níveis de domínio e apropriação dos conceitos científicos e da problemática, no âmbito da produção de significados em ciências, pois demonstraram compreensão desses aspectos e os utilizaram para inferir em diferentes contextos, como

observado nos jogos. Em outras palavras, a criação de jogos digitais constituiu-se uma ferramenta cultural que, somada a outras ferramentas, contribuiu para o desenvolvimento da Alfabetização Científica nessa situação de ensino.

Sobre as abordagens comunicativas presentes nos jogos, constatamos que o discurso de autoridade foi utilizado pelos grupos na abordagem dos conteúdos e na apresentação da problemática nos jogos. Os três grupos utilizam a figura do professor como fonte de autoridade, com a pretensão de validar o que é dito através dos diálogos existentes no jogo. As abordagens interativa/de autoridade e não interativa de autoridade são expressas no jogo através de diálogos informativos e perguntas sobre a problemática, que envolvem a compreensão de conteúdos de química. Dessa forma, através desses diálogos e perguntas, essas abordagens podem favorecer a produção de significados de quem porventura jogar esses jogos, e conseqüentemente podem contribuir para o desenvolvimento da AC do jogador. Temos, portanto, a hipótese de que a criação de jogos, além de contribuir para o desenvolvimento da Alfabetização Científica de quem participa do processo criativo, neste caso, os alunos, também pode contribuir para a promoção da AC em situações de ensino que utilizem os jogos produzidos como ferramentas didático-pedagógicas.

5.4 Categoria 4 – Socialização dos Jogos

Nessa categoria analisamos o encontro 14 da sequência didática, no qual aconteceu uma roda de conversa sobre a realização do projeto, o que trouxe uma significativa contribuição no entendimento sobre a concepção dos alunos participantes da pesquisa a respeito da metodologia aplicada e das ferramentas utilizadas. Também debruçamos a análise sobre o encontro 15, episódio em que os alunos socializaram de forma sistemática aquilo que produziram durante o projeto. Os encontros 14 e 15 serão analisados com base nas anotações de campo da pesquisadora, a partir das quais ressaltamos as evidências e os fatores que influenciaram o desenvolvimento da Alfabetização Científica nessa categoria. Optamos por assim fazer devido à grande quantidade de registros de fala nesses encontros, que se analisados aos moldes das demais categorias resultaria na extensão excessiva desse trabalho.

Nossa intenção na análise dessa última categoria foi buscar evidências do envolvimento e motivação dos alunos com a problemática e no uso das ferramentas culturais a partir das anotações de campo da pesquisadora sobre o comportamento dos alunos na apresentação dos jogos para a turma de licenciatura e sobre suas concepções sobre a participação no projeto, externalizadas na roda de conversa. Com isso, pretendemos mostrar

como o envolvimento e a imersão dos alunos nas ferramentas culturais refletem na produção de significados e conseqüentemente na manifestação de indicadores da Alfabetização Científica. Começamos, então, com o relato da roda de conversa que aconteceu no encontro 14 da sequência didática.

Em um diálogo interativo entre os alunos participantes da pesquisa e a pesquisadora, foi perguntado qual a experiência de cada aluno em relação ao projeto, à metodologia e as ferramentas utilizadas, desde a apresentação do projeto na escola até sua culminância. Também foi perguntado o que despertou o interesse em participar, o que os motivou durante a realização do projeto e o que obtiveram de aprendizado. Foi aberto um espaço de tempo para que cada aluno de forma individual expusesse as suas experiências. Selecionamos alguns trechos das respostas dos alunos para análise:

A1 – Eu achei boa a plataforma (RPG Maker). Eu não gostei muito do fato de ter que mudar de grupo, por causa da quantidade de pessoas. Mas acabou que eu aprendi muito no novo grupo, pesquisei no YouTube sobre como mexer na plataforma e até ensinei outros colegas. Sobre os conteúdos, foi difícil porque eu não sabia absolutamente nada de química, mas com a ajuda dos meus colegas e com essa metodologia fui aprendendo muitas coisas, aprendi sobre comburente e combustão.

C1: A minha motivação pra participar do projeto é que eu queria aprender mais sobre a química. A aula lá da escola é muito chata, não dá pra aprender muito. Eu não gosto de química, mas queria aprender algo sobre ela. Aqui eu não achei a química chata. Aprendi algumas coisas.

A2: Na escola nos ajudamos muito e aqui então tivemos mais oportunidade pra aprender juntos. Se as atividades da escola fossem mais vezes assim em grupo, só tiraríamos 10. Eu acho que a maior dificuldade em produzir o jogo foi utilizar a linguagem científica ao abordar os conteúdos e a problemática.

C2: Eu gosto muito de programação, me identifico muito com computador. Já mexia em um programa de programação de jogos. Sobre o conteúdo de química, foi difícil colocar dentro do jogo. Como eu tive dificuldade, a minha colega do grupo se sobressaiu nessa parte.

B3: Quando falaram na apresentação do projeto que iríamos construir jogos relacionados com química, eu me surpreendi, porque eu nunca vi esse tipo de jogo. Então eu me interessei e quando cheguei aqui eu percebi que a plataforma era fácil de usar.

C3: O que mais me interessou a participar foi porque eu gosto de jogos. Não gostava de química, mas com esse curso, até as minhas notas melhoraram. Eu busquei tutoriais no youtube e instalei o programa no meu computador pra treinar.

A partir das respostas acima citadas, observamos que os alunos possuem perspectivas semelhantes com relação à participação na pesquisa: ressaltam a significância do trabalho em grupo para a aprendizagem; consideram a ferramenta *RPG Maker* de fácil manuseio; expressam a identificação com o universo dos jogos e das tecnologias digitais; percebem que houve

aprendizagem de conteúdos de química por meio da metodologia empregada, mesmo os que reconhecem algum nível de desgosto em relação a essa disciplina. Com isso, na roda de conversa, manifestaram com considerável frequência os atributos *3.a Expressão de sentimentos a partir da interação com as ferramentas* e *3.c Motivação dos alunos no envolvimento com a temática socioambiental e com os conteúdos de química* do indicador 3) *Estético-Afetivo*.

Diante disso, inferimos que a Alfabetização Científica foi desenvolvida nos alunos no contexto da sequência didática proposta e executada nesse trabalho pelo conjunto de fatores previamente planejados com base nos referenciais de jogos, da AC e da Teoria da Ação Mediada, dos quais destacamos: 1) a produção de significados em grupo através das interações entre os alunos e dos alunos com as ferramentas, que também permitem as trocas de significados entre os alunos e o parceiro mais capaz em determinada atividade; 2) a variedade de ferramentas e as características particulares de cada uma delas, com destaque para a criação de jogos que permite uma maior autonomia dos alunos e conseqüentemente contribui para a produção de significados; 3) o uso de ferramentas que fazem parte da cultura dos jovens e por isso possibilitam uma maior interação e envolvimento com os conteúdos e temáticas, como é o caso das tecnologias digitais de informação e comunicação.

No encontro 15, os grupos apresentaram seus jogos para uma turma de licenciatura em Ciências Naturais, na disciplina de Instrumentação para o Ensino de Ciências Naturais. Na oportunidade estavam presentes cerca de trinta licenciandos, a pesquisadora e o professor da disciplina, que também é o orientador deste trabalho. Cada grupo teve entre 30 a 40 minutos para externalizar o que aprenderam durante a participação no projeto e apresentar os jogos criados. Para a turma de licenciatura foi solicitado o papel de analisar qual dos jogos se encaixaria melhor nos critérios propostos pela pesquisadora, a saber: o jogo problematizou a questão da poluição atmosférica; é possível utilizar o jogo como uma ferramenta para trabalhar conteúdos de química; o enredo do jogo é criativo e envolvente; o jogo apresenta gráficos bem elaborados e de acordo com a temática; o título do jogo condiz com o enredo e temática inicial; o jogo proporciona diversão e interatividade. A intencionalidade foi contribuir para a formação dos licenciandos no sentido de aguçar a criticidade em relação à escolha das ferramentas metodológicas a serem utilizadas nas aulas de ciências.

A apresentação dos grupos foi um momento de superação dos alunos participantes, que enquanto alunos de ensino médio, produziram um recurso didático para o ensino de ciências e explicaram a sua utilização, do ponto de vista científico, para uma turma de ensino superior. Ao externalizarem de forma sistemática o que aprenderam durante o processo de criação dos jogos, pudemos identificar uma frequência considerável dos indicadores da Alfabetização

Científica, principalmente os que envolvem a compreensão dos conhecimentos científicos; a utilização da linguagem da ciência; a motivação e interação com as ferramentas digitais, os conteúdos e a problemática; o envolvimento crítico e reflexivo com as questões que envolvem ciência, tecnologia e sociedade.

Os três grupos tiveram uma boa desenvoltura na apresentação dos jogos. Os alunos contaram as suas experiências de aprendizagem e mostraram-se satisfeitos com a participação no projeto. O grupo 03 se destacou na apresentação dos conteúdos de química contidos no seu jogo. Durante cerca de vinte minutos, o aluno A3 explicou sistemática e didaticamente os conteúdos de química para os licenciandos. Esse aluno se utilizou muito da abordagem não interativa/de autoridade para, de certa forma, convencer os expectadores de que o jogo criado pelo seu grupo era o que tinha mais potencial para ser utilizado nas aulas de ciências, devido ao destaque que o jogo dá para o conteúdo. Ao final, esse foi o jogo mais votado pelos licenciandos. Acreditamos que, além da abordagem comunicativa e a habilidade de persuasão utilizada pelos alunos do grupo 03, o que contribuiu para a escolha dos licenciandos por esse jogo como o melhor, foi o fato de ter um caráter conteudista ressaltado. Apesar de serem vários os critérios para análise, observamos que o critério sobre a utilização do jogo para trabalhar conteúdos de química foi o que mais pesou na avaliação dos licenciandos.

Essa constatação nos fez refletir sobre as concepções que permeiam a formação de professores de ciências. A supervalorização do conteúdo, por exemplo, é justamente um dos principais motivos pelos quais os professores resistem à utilização de metodologias ativas e de variedade de ferramentas, no ensino. Ao contrário disso, como mostramos durante toda esta análise, a diversidade de recursos e a interação dos alunos uns com os outros e com as ferramentas são fatores que influenciam de forma significativa para a produção de significados dos conceitos e das temáticas científicas e conseqüentemente contribuem para a promoção da Alfabetização Científica. Deixamos, então, essa reflexão para todos os professores em formação que porventura lerem este trabalho.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados dessa pesquisa, consideramos que Sequências Didáticas que utilizem a criação de jogos digitais podem favorecer o envolvimento dos alunos em situações de ensino e a produção de significados. Durante a SD foi possível trabalhar uma gama de conteúdos de química, como: elementos e substâncias químicas, estados físicos da matéria, transformação química e física, reação de combustão completa e incompleta, reação de neutralização entre ácidos e bases e pH, o que revela a potencialidade dessa proposta para o ensino de química.

Esses conteúdos foram trabalhados a partir da abordagem de problemáticas socioambientais. A discussão dessas problemáticas permitiu o desenvolvimento de aspectos da Alfabetização Científica voltados tanto para a compreensão do conhecimento científico como para a sua aplicação no cotidiano. Esses aspectos foram expressos pelos atributos dos indicadores da Alfabetização Científica, especialmente o *1) Científico* e *2) Interface Social*. Todos os atributos desses dois indicadores foram manifestos durante o sequenciamento de atividades, o que nos permite inferir que o processo de AC foi alçado durante a SD. O indicador *3) Estético/Afetivo* teve uma menor frequência de aparição, comparado aos demais. Apesar disso, percebemos que nas vezes em que esse atributo foi expresso, houve contribuição significativa para a manifestação dos atributos *1) Científico* e *2) Interface Social*, no que se refere à motivação dos alunos em relação à temática trabalhada e no uso das ferramentas.

Verificamos que a diversidade de ferramentas tem íntima relação com a manifestação dos atributos, pois à medida que os alunos foram usando mais ferramentas, dominando e apropriando-se delas, e se envolvendo com o enredo e criação dos jogos, o interesse deles foi aumentando e a frequência desses indicadores foi gradualmente mais expressiva. Dessa forma, o kit de ferramentas favoreceu a interação e o envolvimento dos alunos com a problemática trabalhada e com os conteúdos de ciências. Em suma, concluímos que a produção de significados dos conceitos científicos e da problemática discutida se deu pela interação social mediada por uma diversidade de ferramentas culturais.

Em se tratando particularmente da criação de jogos digitais, evidenciamos que essa ferramenta cultural se constituiu uma ferramenta cultural em potencial no contexto da situação de ensino proposta nesta pesquisa, que objetivou a AC, pois possibilitou que os estudantes sistematizassem o conhecimento decorrente da produção de significados dos conceitos químicos e da temática socioambiental e refletissem sobre eles de forma significativa. Isso se deve ao fato de que novas ferramentas transformam a ação mediada, ou seja, a introdução de

uma nova ferramenta em um determinado contexto, como é o caso da inserção de criação de jogos digitais como ferramenta metodológica no ensino de ciências, facilitam a ação (aprender ciências) e transformam a forma como os estudantes concebem a aprendizagem em ciências.

O fato de a criação de jogos digitais caracterizar-se como uma ferramenta que permite a liberdade dos alunos no processo de aprendizagem possibilitou a significação dos conteúdos e da problemática socioambiental de diferentes maneiras. Em análise aos enredos, verificamos que o grupo 01 abordou a problemática no contexto de um incêndio acidental, enquanto o grupo 02 problematizou as queimadas como técnica de preparação do solo para a agricultura e o grupo 03 chamou a atenção para as consequências da industrialização desenfreada nos centros urbanos. Com isso, inferimos que a criação de jogos possibilita um contexto favorável para uma ampla produção de significados, pois permite ao aluno o protagonismo no processo de aprendizagem.

Essa constatação corrobora com as recomendações da BNCC em relação aos propósitos do ensino de Ciências da Natureza e às estratégias para a abordagem de conteúdos. Ao contrário do que se tem visto no ensino tradicional, em que o processo de ensino e aprendizagem está muitas vezes condicionado à reprodução de conteúdos e à utilização de recursos de forma mecânica, a diversidade de ferramentas possibilita a autonomia dos alunos na construção do conhecimento e a utilização consciente e reflexiva das ferramentas.

As interações sociais também foram fatores que contribuíram para o desenvolvimento da Alfabetização Científica, na criação de jogos. Ressaltamos que as diferentes aptidões e habilidades dos alunos favoreceram a produção de significados através da interação aluno-aluno. Dessa forma, na criação do enredo do jogo, o aluno com aptidão em escrita foi o parceiro mais capaz nessa tarefa; o estudante com mais habilidade em programação, foi o parceiro mais capaz na utilização da ferramenta *RPG Maker*. Quando trabalham em grupo, os alunos atuam como parceiros mais capazes em diferentes situações, favorecendo assim a aprendizagem coletiva.

A interação aluno-pesquisadora, que aqui pode ser entendida como aluno-professor, também influenciou no processo de Alfabetização Científica analisado, através das abordagens comunicativas. Tanto pesquisadora quanto alunos utilizaram com predominância as abordagens interativa/dialógica e interativa/de autoridade, durante as categorias que tiveram considerável frequência dos indicadores da AC. Com isso, podemos inferir que essas abordagens contribuíram para a manifestação dos indicadores, visto que mediaram a ação dos indivíduos na produção de significados e permitir mais trocas com os alunos em termos de dialogia. Assim,

o quantitativo de compressão responsiva é bem considerável, o que favorece uma compressão ativa.

Diante do exposto, concluímos que a criação de jogos contribuiu para o desenvolvimento da Alfabetização Científica, no contexto dessa pesquisa, a partir das interações sociais e da interação com as ferramentas culturais, fatores que contribuíram para a manifestação de atributos dos indicadores da AC, através da influência que exerceram na produção de significados durante toda a SD. Por fim, considerando o contexto e os resultados dessa pesquisa, listamos abaixo nossas considerações em relação às condições que favorecem o desenvolvimento da Alfabetização Científica a partir da criação de jogos:

- 1) Quando a criação de jogos é utilizada em uma situação de ensino com variedade de ferramentas culturais;
- 2) Quando se tem como base didático-pedagógica para a criação de jogos o ensino por investigação de situações-problema;
- 3) Quando as interações sociais são favorecidas na situação de ensino;
- 4) Quando as abordagens comunicativas permitem a dialogia e a interatividade;
- 5) Quando os alunos têm liberdade na abordagem dos conteúdos e da problemática;
- 6) Quando o estilo de jogo a ser criado possui características que favorecem a externalização de significados;
- 7) Quando a ferramenta para a criação do jogo é de fácil manuseio, permitindo uma maior interatividade dos alunos;
- 8) Quando os alunos são incentivados a socializarem suas criações com seus pares.

Ressaltamos, com base nos resultados positivos encontrados nesta investigação e nas recomendações propostas pela BNCC, que esse tipo de abordagem metodológica, que alia a criação de jogos a outras ferramentas culturais, pode ser utilizado na educação básica para a promoção da Alfabetização Científica. Entretanto, a realidade de grande parte das escolas públicas brasileiras, que não possuem infraestrutura, computadores e laboratórios adequados, acesso à internet, entre outros motivos, impossibilitam a realização de projetos como este nas dependências da própria escola. Considerando que o modo como se aprende mudou e que a inserção de metodologias ativas ocupa parte considerável nas discussões entre pesquisadores e educadores, urge a necessidade de mudança no cenário atual das escolas.

REFERÊNCIAS

- ALVES, V. de O. **Promoção de alfabetização científica em sentido estendido por meio do desenvolvimento de um *Role-Playing Game* (RPG)**. Dissertação (Mestrado em Ciências – Programa de Mestrado Profissional em Projetos Educacionais de Ciências) – Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2018.
- ALVES, L. Relações entre os jogos digitais e aprendizagem: delineando percurso. **Educação, Formação & Tecnologias**, vol. 1 (2), novembro, 2008.
- ANGOTTI, J. A. P.; AUTH, M. A. Ciência e Tecnologia: Implicações sociais e o papel da educação. **Ciência & Educação**, v.7, n.1, p.15-27, 2001.
- ARAÚJO, M. C. P.de; GEHLEN, S. T.; MEZALIRA, S. M.; SCHEID, N. M. J. Enfoque CTS na pesquisa em Educação em Ciências: extensão e disseminação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. Vol. 9, n. 03, 2009.
- AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a Implementação do Movimento CTS no Contexto Educacional Brasileiro. **Ciência & Educação**, v.7, n.1, p.1-13, 2001.
- AULER, D; DELIZOICOV, D. Alfabetização Científico-Tecnológica Para Quê? **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v.3, n.1, junho, 2001
- BACHELARD, G. **O novo espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Tradução Estrela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BAKHTIN, M. M. **The dialogic imagination**: four essays. Austin: University of Texas Press, 1981.
- BECTA. **Computer Games in Education Project**. Coventry: Becta, 2001.
- BRANCO, A. B. de G.; BRANCO, E. P.; IWASSE, L. F. A.; NAGASHIMA, L. A. Alfabetização e letramento científico na BNCC e os desafios para uma educação científica e tecnológica. **Revista Valore**, Volta Redonda, 3 (Edição Especial): 702-713., 2018
- BRASIL, Ministério da Educação (MEC). **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.
- CAVALCANTI, E. L. D. **Role Playing Game e Ensino de Química**. 1. ed. Curitiba: Appris, 2018.
- CAVALCANTI, E. L. D.; SOARES, M. H. F. B. O RPG como estratégia de problematização e avaliação do conhecimento químico. REEC. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, p. 255-280, 2009.
- CERATI, T. M. **Educação em jardins botânicos na perspectiva da alfabetização científica**: análise de uma exposição e público. Tese (Doutorado - Programa de Pós Graduação em Educação. Área de Concentração: Ensino de Ciências e Matemática) - Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo). São Paulo, 2014.

CERATI, T. M.; MARANDINO, M. **Alfabetização Científica e Exposições de Museus de Ciências**. IX Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. Girona, 9-12 de septiembre de 2013.

CLEOPHAS, M. G. P.; CAVALCANTI, E. L. D. ; SOARES, M. H. F. B. **Afinal de contas, é jogo educativo, didático ou pedagógico no ensino de química/ciências? Colocando os pingos nos "is"**. In: Maria das Graças Cleophas, Márlon Herbet Flora Barbosa Soares. (Org.). Didatização lúdica no Ensino de Química/Ciências - Teorias de Aprendizagem e outras interfaces. 1ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2018, v. 1, p. 33-43.

COOL, C; MAJÓS, M. T. M.; GOÑI, J. O. Análise de los usos reales de las TIC em contextos educativos formales: uma aproximación sócio-cultural. **Revista Eletrónica de Investigación Educativa**, vol. 10, n. 1, 2008.

CHASSOT, Á. **Alfabetização Científica** – Questões e Desafios para a Educação. Ijuí: Editora da Unijuí, 2000.

CUNHA, R. B. Alfabetização científica ou letramento científico? **Revista Brasileira de Educação** v. 22 n. 68 jan.-mar. 2017.

CUNHA, R. B. O que significa alfabetização ou letramento para os pesquisadores da educação científica e qual o impacto desses conceitos no ensino de ciências. **Ciênc. Educ.**, Bauru, v. 24, n. 1, p. 27-41, 2018.

DUCROT, R.; JACOBI, P.R.; BARBAN, V.; CARVALHO, Y.; GUNTHER, W.R.; SENDACZ, S.; FRANÇA, T.; CAMARGO, M.E. Elaboração multidisciplinar e participativa de jogos de papéis: uma experiência de modelagem de acompanhamento em torno da gestão dos mananciais da Região Metropolitana de São Paulo. **Ambiente e Sociedade**, v. 11, p. 355-372, 2008.

FNQ. **Sistema de Indicadores**: Fundação Nacional da Qualidade. Disponível em <http://www.fnq.org.br/informe-se/publicacoes/e-books> Acesso em: 17 jun. 2016.

FOUREZ, G. **A construção das ciências: introdução à filosofia e à ética das ciências**. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1995.

GUZZI FILHO, N. J de.; BELLO, M. E. do R. B.; SANTOS, F. S. dos; SANTOS, L. S. B; PEIXOTO, C. A. dos S. Roleplaying Game (RPG): Um material potencialmente significativo para aprendizagem de conceitos em Ciências. **Anais do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências** – XI ENPEC Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC – 3 a 6 de julho de 2017.

GUIMARÃES, Y. A. F.; GIORDAN, M. Instrumento para construção e validação de sequências didáticas em um curso a distância de formação continuada de professores. **Anais do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Ciências**. Campinas, 2011.

GUIMARÃES, Y. A. F.; GIORDAN, M. Elementos para Validação de Sequências Didáticas. **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC**. Águas de Lindóia, SP – 10 a 14 de Novembro de 2013.

HAZEN, R. M.; TREFIL J. **Saber ciência**. São Paulo: Cultura Editores Associados, 1995.

KRASILCHIK, M., MARANDINO, M. **Ensino de Ciências e Cidadania**. 2a ed. São Paulo: Editora Moderna, 2007.

KIRRIEMUIR, J.; MCFARLANE, A. **Literature Review in Games and Learning**. Bristol: Futurelab, 2004.

LEAL, M. C.; GOUVÊA, G. Narrativa, mito, ciência e tecnologia: o ensino de ciências na escola e no museu. **ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**, vol. 02, n. 1, 2002

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização Científica no contexto das séries iniciais. **ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 01-17, 2001.

MARQUES, A. C. T. L.; MARANDINO, M. Alfabetização Científica e Criança: Análise de Potencialidades de uma Brinquedoteca. **Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências**, v.21. Belo Horizonte, 2019.

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

MATTAR, J. **Games em Educação: Como os Nativos Digitais Aprendem**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H. A Linguagem em uma Aula de Ciências. **Presença Pedagógica**, v.2, n.11, 49-57, 1996.

MORTIMER, E. F.; SANTOS, W. L. P dos. Uma Análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira. **Revista Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciência**, v. 02, n 2. Belo Horizonte, 2002.

MORTIMER, E. F.; WERTSCH, J. V. The architecture and dynamics of intersubjectivity in science classrooms. **Mind, Culture and Activity**, Philadelphia, v. 10, n. 3, p. 230-244, 2003.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2002.

NASCIMENTO, G. V. do; SOARES, R. dos S.; COSTA, H. R. O Scratch como Ferramenta Cultural de Ensino para o Estudo das Soluções Químicas. **Anais do II Simpósio Nacional e I Internacional de Tecnologias Digitais na Educação**. UFMA, São Luís, 2019.

NASCIMENTO JR., F.; PIETROCOLA, M. O papel do RPG no ensino de física. **Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. ABRAPEC, v. 1. p. 1-10. Bauru, 2005.

OLIVEIRA, D. de. **Biodiversidade em políticas públicas de ciência, tecnologia e inovação: caracterização e perspectivas na integração do fomento à divulgação e educação em ciências**.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Faculdade de Educação, Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, 2016.

PAIVA, C. A.; TORI, R. Jogos Digitais no Ensino: Processos Cognitivos, Benefícios e Desafios. SBC – Proceedings of SBGames, 2017. **Anais do XVI SBGames**, Curitiba, 2017, p. 1052 a 1055.

PAULA, H. de F.; MOREIRA, A. F. Atividade, Ação Mediada e Avaliação Escolar. **Educação em Revista**, v.30, n.01, p.17-36. Belo Horizonte, 2014.

PEREIRA, A. P. de; OSTERMANN; F. A aproximação sociocultural à mente, de James V. Wertsch, e implicações para a educação em ciências. **Ciência & Educação**, v. 18, n.1, p. 23-39, 2012.

PAULA, T. V.; SOUZA, E. V. P.; SILVA T. G. N., SILVA, D. M.; RIBEIRO, M. E. N. P. Proposta Educativa Utilizando o Jogo Rpg *Maker*: Estratégia de Conscientização e de Aprendizagem da Química Ambiental. **HOLOS**, Ano 31, Vol. 8, 2015.

PEREIRA, A. P. de; OSTERMANN; F.; CAVALCANTI, C. J. de H. Um exemplo de “distribuição social da mente” em uma aula de física quântica. **Ciência & Educação**, v. 18, n.2, p. 257-270, 2012.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO; W. A. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a Relevância do Enfoque CST para o Contexto do Ensino Médio. **Ciência & Educação**, v.13, n. 1, p. 71-84, 2007.

POSSO, A. da S. **A produção de significados em um ambiente virtual de aprendizagem**: utilizando a teoria da ação mediada para caracterizar a significação dos conceitos relacionados à solubilidade dos materiais. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Educação. Área de Concentração: Ensino de Ciências e Matemática). Faculdade de Educação da universidade de São Paulo. São Paulo, 2010.

PRATES JÚNIOR, M. de S. L.; SIMÕES NETO, J. E. Situações-problema como Estratégia Didática para o Ensino de Modelos Atômicos. **R. B. E. C. T.**, vol 8, núm. 2, mai-ago, 2015.

PRENSKY, M. **Não me atrapalhe mãe, eu estou aprendendo**. Phorte Editora, 2010.

PRENSKY, M. **Aprendizagem baseada em jogos digitais**. São Paulo: Editora Senac. São Paulo, 2012

REIS, T. R. dos.; RIBEIRO, R. K. P.; COSTA, H. R. O equilíbrio entre design de games e o design instrucional no desenvolvimento de um game pedagógico. **Revista Debates em Ensino de Química**, 2018.

RIBEIRO, R. K. P. **Produção de Significados Utilizando o Jogo Planeta Química com Base na Teoria da Ação Mediada**. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática), Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2018.

ROBERTS, D.A. Scientific Literacy/Science Literacy. In: ABELL, S.K.; LEDERMAN, N.G. Handbook of Research in Science Teaching and Learning. New York: McMillan, 2007.

ROGERS, S. **LevelUp! Um guia para o design de grandes jogos**. ed.2, São Paulo, 2016.

SALEN, K.; ZIMMERMAN, E. **Regras do jogo: fundamentos do design de jogos**. São Paulo: Blucher, 2017.

SANTOS, W. L. P. dos. Educação Científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 36, p. 474-550, 2007.

SANTOS, W. L. P., SCHNETZLER, R. P. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. Ijuí: Unijuí, 1997.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de Decisão para Ação Social Responsável no Ensino de Ciências, **Ciência & Educação**, v.7, n.1, 95-111, 2001.

SANTOS, W. L. P. dos. Educação Científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 36, p. 474-550, 2007.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Almejando a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SASSERON, L. H. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula**. Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Educação. Área de Concentração: Ensino de Ciências e Matemática) Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

SILVA; P. H. de S. **O Role-playing game (RPG) como ferramenta para o ensino de física**. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. Rio de Janeiro, 2016.

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.**, Bauru, v. 21, n. 4, p. 991-1009, 2015.

TEXEIRA, F. M. Alfabetização Científica: Questões para Reflexão. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 19, n. 4, p. 795-809, 2013.

WERTSCH, J. V. **Mind as action**. New York: Oxford University Press, 1998.

WERTSCH, J. V. **Voices of the mind: a sociocultural approach to mediated action**. Cambridge: Harvard University Press, 1991.

ZANIN, J. L.; MELLO, I. C. **Na Trilha da Aventura: Ensinando e Aprendendo Química com RPG**. Coleção Ensino de Química – LabPEQ. PPGECN/UFMT. Mato Grosso, 2015.

APÊNDICES

APÊNDICE A - FORMULÁRIO DE INTERESSE EM PARTICIPAÇÃO EM PROJETO

Este formulário tem o objetivo de investigar o seu interesse na participação do projeto intitulado “Elaboração de jogos digitais para desenvolvimento da Alfabetização Científica”, que será realizado na UFMA campus Bacabal, no período entre 23/10 a 05/12 de 2019, sob a orientação da pesquisadora Dandara N. S. Gomes, mestranda do Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPECEM) da UFMA, campus Dom Delgado.

1. Identificação

Nome _____ série _____

e-mail _____ whatsapp (____) _____

2. Condições de Participação

a) Possui disponibilidade na quarta-feira e quinta-feira, 14:00 às 18:00 horas?

() Sim

() Não

b) Possui condições de se locomover até a UFMA? Se sim, nos informe como (tipo de transporte).

() Sim _____

() Não

c) Tem acesso à internet em casa? Em qual dispositivo?

() Sim _____

() Não

Com isto, declaro interesse em participar do projeto “Elaboração de jogos digitais para desenvolvimento da Alfabetização Científica”, que será realizado na UFMA campus Bacabal.

APÊNDICE B - TERMO DE ASSENTIMENTO

Através deste documento, você está sendo convidado a participar da pesquisa “Criação de Jogos Digitais para o desenvolvimento da Alfabetização Científica”, de responsabilidade da pesquisadora Dandara Nyegilla Silva Gomes, mestranda do Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade Federal do Maranhão, campus Dom Delgado.

O objetivo da pesquisa é investigar o desenvolvimento de aspectos da Alfabetização Científica através da criação de jogos digitais no estilo RPG, com base em problemáticas socioambientais da cidade de Bacabal-MA, com foco nos conteúdos de Química.

O projeto será executado no período entre 23/10 a 05/12/2019, às quartas e quintas-feiras, das 14:00 às 18:00 horas, na UFMA campus Bacabal, localizada na Avenida João Alberto, s/n, bairro Bambu.

Ao final da aplicação do projeto, os alunos participantes receberão um certificado de 60 horas concedido pelo UFMA e retornarão à escola para a exposição dos seus jogos digitais, o que contribuirá tanto para o seu desenvolvimento escolar, quanto para o de seus pares e de toda a comunidade escolar.

Informações de contato da pesquisadora: (98) 98439-7875;
dandara.ny@gmail.com.

ESCLARECIMENTOS:

- Durante o período de realização da pesquisa, é assegurado ao participante o direito de desistência sem que este sofra algum prejuízo ou retaliação, cabendo ao aluno informar esta decisão ao responsável pela pesquisa.
- Todas as informações pessoais dos participantes são confidenciais, não havendo identificação dos voluntários.
- As capturas de imagens serão utilizadas estritamente para a análise dos dados da pesquisa, analisadas tão somente pelo pesquisador, sendo assegurado total sigilo da imagem dos participantes.
- Os dados coletados serão divulgados exclusivamente em eventos e documentos de caráter científico.

Para confirmar o interesse e a disponibilidade em participar desta pesquisa, preencha os campos abaixo com as devidas informações e assine no local adequado.

ASSENTIMENTO DE PARTICIPAÇÃO NA PESQUISA

Eu, _____, portador (a) do documento de Identidade _____, fui informado(a) dos objetivos da referida pesquisa de maneira clara e detalhada. Estou ciente de que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e o meu responsável poderá modificar a decisão de conceder-me autorização para participar, se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo de assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Local e data: _____, ____/____/____

Assinatura do(a) menor

Assinatura do(a) pesquisador(a)

APÊNDICE C - TERMO DE LIVRE CONSENTIMENTO

Prezado pai ou responsável, através deste documento solicitamos a sua autorização para a participação voluntária do aluno que está sob sua tutela em uma pesquisa vinculada ao Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), campus Dom Delgado. Este termo garante respaldo tanto aos participantes quanto ao pesquisador em relação aos aspectos éticos que envolvem a realização da pesquisa, que estão esclarecidos neste documento, que se apresenta em duas vias, uma para posse do pesquisador e outra para posse do participante.

Em caso de aceitação, preencha este termo com as devidas informações e assine-o. Em caso de recusa não haverá penalidades. Desde já agradecemos sua atenção.

INFORMAÇÃO SOBRE A PESQUISA

Título do Projeto: Criação de Jogos Digitais para o Desenvolvimento da Alfabetização Científica

Pesquisador Responsável: Dandara Nyegilla Silva Gomes

E-mail: (dandara.ny@gmail.com)

Resumo: O objetivo da pesquisa é investigar de que forma a criação de jogos digitais no estilo RPG com base em problemáticas socioambientais da cidade de Bacabal-MA, contribui para a aprendizagem de conteúdos de química e no desenvolvimento de aspectos da Alfabetização Científica. O projeto será executado no período entre 23/10 a 05/12/2019, às quartas e quintas-feiras, das 14:00 às 18:00 horas, na UFMA campus Bacabal, localizada na Avenida João Alberto, s/n, bairro Bambu, podendo ter acréscimo de tempo ao período de realização caso haja necessidade. Os dados coletados nesta pesquisa têm a finalidade de analisar a interação dos alunos participantes entre si, com o pesquisador e com a ferramenta, bem como a apropriação e domínio de conteúdos de Química. Ao final da aplicação do projeto, os alunos receberão um certificado de 60 horas concedido pelo UFMA e retornarão à escola para a exposição de seus jogos digitais, o que contribuirá tanto para o seu desenvolvimento escolar, quanto para o de seus pares e de toda a comunidade escolar.

ESCLARECIMENTOS:

- Durante o período de realização da pesquisa, é assegurado ao responsável o direito de tirar qualquer dúvida ou solicitar qualquer outro esclarecimento referente aos procedimentos do estudo, bastando para isso entrar em contato com o pesquisador.
- O responsável tem ainda o direito de retirar sua permissão a qualquer momento, sem nenhum prejuízo ou retaliação, devendo informar esta decisão ao responsável pela pesquisa;
- O deslocamento dos sujeitos da pesquisa será custeado de forma voluntária por seus pais ou responsáveis, não cabendo ao pesquisador ou universidade o ressarcimento de qualquer investimento com o transporte dos alunos;
- Todas as informações pessoais dos participantes são confidenciais, não havendo identificação dos voluntários.
- As capturas de imagens serão utilizadas estritamente para a análise dos dados da pesquisa, analisadas tão somente pelo pesquisador, sendo assegurado total sigilo da imagem dos participantes.
- Os dados coletados serão divulgados exclusivamente em eventos e documentos de caráter científico.

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO

Eu, _____, na
 condição _____ de _____ responsável _____ por
 _____ autorizo a sua
 participação como sujeito desta pesquisa. Fui devidamente informado e esclarecido pela
 pesquisadora Dandara Nyegilla Silva Gomes sobre a pesquisa, os procedimentos nela
 envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes da participação. Foi-me
 garantido o sigilo das informações, exceto no caso de apresentações científicas, e que posso
 retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.
 Recebi uma cópia deste termo de consentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer
 as minhas dúvidas.

Local e data: _____, ____/____/____

 Assinatura do responsável

 Assinatura do(a) pesquisador(a)

APÊNDICE D – SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Título:	Alfabetização Científica por meio da criação de jogos digitais do tipo RPG.		
Público Alvo			
Caracterização dos Alunos	Caracterização da Escola		Caracterização da Comunidade Escolar
Alunos da 1ª série do Ensino Médio.			
Problematização:	O Ensino de Ciências deve estar além do domínio e reprodução de conceitos científicos, preocupando-se com a formação do cidadão crítico e consciente, capaz de atuar ativamente na sociedade. Nesse contexto surge a Alfabetização Científica (AC) como uma ferramenta facilitadora da leitura de mundo e capaz de auxiliar nas vivências humanas (CHASSOT, 2000). Uma das estratégias para a promoção da AC é a criação de jogos digitais.		
Objetivo Geral:	Possibilitar a Alfabetização Científica através do desenvolvimento de jogos digitais do tipo RPG, frente a problemáticas socioambientais, com foco nos conteúdos de Química.		
METODOLOGIA DE ENSINO			
AULA	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CONTEÚDOS	DINÂMICA DA AULA
1	Possibilitar o contato e a interação dos alunos com a ferramenta de criação de jogos.	Lógica de Programação	O professor deve executar um tutorial para que os alunos tivessem o primeiro contato com a ferramenta de criação de jogos RPG Maker.
2	Investigar as concepções prévias dos alunos em relação às problemáticas socioambientais da cidade de Bacabal – MA; Discussão com enfoque CTS a problemática da poluição atmosférica.	Problemas ambientais; Poluição Atmosférica; Estudo dos gases; Queima de combustíveis fósseis; Fotossíntese; Efeito estufa.	O professor propõe uma roda de conversa sobre os problemas ambientais observados pelos alunos na cidade de Bacabal –MA, instigando a criticidade dos estudantes em relação as causas e consequências para o ser humano e o meio ambiente. O professor afunila as discussões para a problemática da poluição atmosférica, intermediando um debate entre os alunos com base em situações do cotidiano dos estudantes. Em seguida, é apresentada a situação-problema e os alunos poderão levantar suas hipóteses para responder à questão.
3	Possibilitar o levantamento de hipóteses sobre a resolução da questão-problema.	Problemas ambientais; Poluição Atmosférica; Estudo dos gases; Queima de combustíveis fósseis; Fotossíntese;	Essa aula será destinada para o início da investigação da situação-problema. Após discussão orientada pelo professor, os alunos poderão pesquisar em plataformas de pesquisa online e em livros informações a respeito da constituição do produto da reação de combustão incompleta, a “fumaça preta” da questão-problema. É importante que o professor seja um parceiro capaz na busca pelas respostas, auxiliando nas pesquisas dos

		Efeito estufa.	alunos. Todas as informações devem ser sistematizadas e as conclusões postadas na sala de aula do <i>Google</i> criada para esse fim.
4	Demonstrar a reação de combustão completa e incompleta; Aumentar o rol apreciativo dos alunos através da inserção de diversas ferramentas para auxílio na resolução da situação-problema.	Reações Químicas; Reação de Combustão; Combustão completa e incompleta; Balanceamento de equações; Estados físicos da matéria; Gases; Substâncias e misturas.	Nessa aula, os alunos farão um experimento utilizando materiais alternativos com o objetivo de visualizarem uma reação de combustão completa e uma incompleta. O experimento consiste na queima da parafina (vela) e do etanol (algodão embebido no álcool) e na aproximação de um recipiente de porcelana branco das duas chamas. A chama da vela irá ocasionar uma mancha escura no recipiente que é o produto da reação de combustão incompleta. Para melhor entenderem a reação de combustão completa e incompleta, o professor se valerá de uma aula teórica, com o auxílio de slides projetados em monitor. A partir da reação de combustão do etanol, serão discutidos os conteúdos de balanceamento de equações e lei de Lavoisier. Para suplementar o processo de construção do conhecimento científico, será utilizado o simulador da plataforma PhET denominado “Balanceamento de Equações”.
5	Promover a Alfabetização Científica.	Todos os conteúdos envolvidos na discussão da situação-problema.	Fundamentados em todas as discussões dos momentos anteriores, os alunos serão convidados a sistematizarem os resultados de suas pesquisas através de um jogo digital, utilizando a plataforma RPG Maker®. Devem ser divididos em grupo e instruídos de que o jogo deve ter como temática central a questão da poluição atmosférica e que deve possibilitar a aprendizagem de conteúdos de química. Assim, deverá ser reservado um tempo para que os grupos criem o enredo do jogo e a história dos personagens.
6	Produção do jogo na plataforma.	Todos os conteúdos envolvidos na discussão da situação-problema.	Aula destinada para a criação dos jogos pelos alunos na plataforma RPGMaker., privilegiando a interação entre os alunos, entre os grupos e entre o professor através de discussões, além de pesquisas na internet e

			utilização de outros recursos, orientada pelo professor.
7	Produção do jogo na plataforma.	Todos os conteúdos envolvidos na discussão situação-problema.	Aula destinada para a criação dos jogos pelos alunos na plataforma RPGMaker., privilegiando a interação entre os alunos, entre os grupos e entre o professor através de discussões, além de pesquisas na internet e utilização de outros recursos, orientada pelo professor.
8	Produção do jogo na plataforma.	Todos os conteúdos envolvidos na discussão situação-problema.	Aula destinada para a criação dos jogos pelos alunos na plataforma RPGMaker., privilegiando a interação entre os alunos, entre os grupos e entre o professor através de discussões, além de pesquisas na internet e utilização de outros recursos, orientada pelo professor.
9	Produção do jogo na plataforma.	Todos os conteúdos envolvidos na discussão situação-problema.	Aula destinada para a criação dos jogos pelos alunos na plataforma RPGMaker., privilegiando a interação entre os alunos, entre os grupos e entre o professor através de discussões, além de pesquisas na internet e utilização de outros recursos, orientada pelo professor.
10	Aperfeiçoamento do jogo em termos de <i>design de games</i> e <i>design instrucional</i> .	Todos os conteúdos envolvidos na discussão situação-problema.	O professor convidará um grupo de pessoas para realizar o <i>Playtest</i> , momento em que os protótipos dos jogos são testados para futuras modificações e aperfeiçoamento. Pode ser realizado pelos próprios alunos, sendo que um grupo avaliará o jogo do outro.
11	Produção do jogo na plataforma.	Todos os conteúdos envolvidos na discussão situação-problema.	Aula destinada para a criação dos jogos pelos alunos na plataforma RPGMaker., privilegiando a interação entre os alunos, entre os grupos e entre o professor através de discussões, além de pesquisas na internet e utilização de outros recursos, orientada pelo professor..
12	Produção do jogo na plataforma.	Todos os conteúdos envolvidos na discussão situação-problema.	Aula destinada para a criação dos jogos pelos alunos na plataforma RPGMaker., privilegiando a interação entre os alunos, entre os grupos e entre o professor através de discussões, além de pesquisas na internet e utilização de outros recursos, orientada pelo professor.

13	Finalização do jogo na plataforma.	Todos os conteúdos envolvidos na discussão da situação-problema.	Aula destinada para a criação dos jogos pelos alunos na plataforma RPGMaker., privilegiando a interação entre os alunos, entre os grupos e entre o professor através de discussões, além de pesquisas na internet e utilização de outros recursos, orientada pelo professor.
14	Investigar a relevância dessa proposta na percepção dos próprios estudantes.	Todos os conteúdos envolvidos na SD.	O professor organizará uma roda de conversa para investigar a concepção dos estudantes a respeito da experiência da criação de jogos digitais para a aprendizagem em Química.
15	Promover a Alfabetização Científica	Todos os conteúdos envolvidos na SD.	Socialização dos jogos criados pelos grupos, em que os alunos deverão discutir a maneira como se pode aprender química através dos jogos criados e como a problemática socioambiental foi abordada no <i>game</i> .
Avaliação :	Serão identificadas evidências do processo de Alfabetização Científica através da ferramenta de análise Indicadores da Alfabetização Científica, proposta por CERATI (2014), nos enunciado dos alunos durante a resolução da situação problema e nos enredos e jogos produzidos.		
Biografia:	Referencial Teórico:	GUIMARÃES, Y. A. F.; GIORDAN, M. Instrumento para construção e validação de sequências didáticas em um curso a distância de formação continuada de professores. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Ciências. Campinas 2011.	
	Material Utilizado:	RPG Maker VX Ace; Computadores com acesso à internet; Datashow; Materiais para o experimento: Vela; Recipiente de porcelana branco; Algodão; Álcool; Fósforos.	

Fonte: autora (2020)

ANEXOS

ANEXO A – DOCUMENTO DE AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA ADJUNTA DE GESTÃO DA REDE DE ENSINO E APRENDIZAGEM
SUPERINTENDÊNCIA DE GESTÃO DO ENSINO E DESENVOLVIMENTO
APRENDIZAGEM

GOVERNO DO
MARANHÃO
Secretaria de Educação



DOC. Nº 250091/2019

CI Nº 90/2019

São Luís, 02 de outubro de 2019.

DE: Eliziane Carneiro dos Santos Oliveira

Superintendente de Gestão do Ensino e Desenvolvimento da Aprendizagem.

PARA: Unidade Regional de Educação de Bacabal

ASSUNTO: Autorização para execução do Projeto de Pesquisa "MUSEU DO GMAE COMO ESPAÇO DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA POR MEIO DO DESENVOLVIMENTO DE JOGOS DIGITAIS."

Senhora Gestora
Unidade Regional de Educação de Bacabal

Trata-se do Ofício PPECEM Nº 10/2019, que solicita o desenvolvimento de uma pesquisa sobre "MUSEU DO GAME COMO ESPAÇO DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA POR MEIO DO DESENVOLVIMENTO DE JOGOS DIGITAIS." de autoria da mestrand **Dandara Nyegilla Silva Gomes** a fim de atender às exigências para obtenção da coleta de dados junto aos estudantes da escola CE Estado do Ceará, localizada Na Rua Magalhães de almeida, 800, Bacabal- MA, 65700-000.

Considerando a importância da pesquisa para o desenvolvimento da Educação e para a prática pedagógica das escolas da nossa Rede de Ensino, solicitamos gestão no sentido de viabilizar o acesso à pesquisadora aos estudantes bem como acesso às informações que sejam pertinentes ao objeto de pesquisa em pauta.

Solicitamos ainda que, cuidem para que seja cumprido o disposto no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido especialmente a autorização para utilização de imagens e divulgação de informações mediante anuência do Gestor(a) Escolar.

Informamos ainda que a referida estudante, no ato de sua apresentação à Unidade de Ensino, entregará uma cópia do Projeto de Pesquisa para conhecimento da instituição.

Atenciosamente,


Eliziane Carneiro dos Santos
Superintendente de Gestão do Ensino e Desenvolvimento da Aprendizagem
Município: 200398-0

Ciente em:
29/10/2019
Izabela
Tratado da Silva
Secretaria Regional de Educação
Rua das Figueiras, s/n, Jardim São Francisco, São Luís/MA - CEP 65.076-150

ANEXO B – CERTIFICADO DE PARTICIPAÇÃO EM PROJETO

Certificado

Criação de games na plataforma RPG Maker com foco em conteúdos de Química


Prof. Dr. Elídio Armando Exposto Guarise
Coordenador do Curso de Ciências Naturais - Biologia
UFMA Bacabal


Prof. Dr. Humbertt Rocha Costa
Coordenador do Laboratório de Pesquisa
em Ensino Digital para Ciências - PEDIC
UFMA Bacabal

