



**INSTITUTO
FEDERAL**
Rio de Janeiro

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

Campus Nilópolis

Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências

Adriana Ramos Pinheiro

PISTAS QUÍMICAS:

um jogo didático para o ensino de química

Nilópolis

2024

Adriana Ramos Pinheiro

PISTAS QUÍMICAS:
um jogo didático para o ensino de química

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
Stricto Sensu em Ensino de Ciências do Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de
Janeiro, como requisito parcial para a obtenção do
título de Doutora em Ensino de Ciências.

Orientadora: Prof^a Dra. Sheila Pressentin Cardoso

Nilópolis – RJ
2024

CIP - Catalogação na Publicação

P654p Pinheiro, Adriana Ramos
Pistas químicas : um jogo didático para o ensino de química /
Adriana Ramos Pinheiro - Nilópolis, 2024.
199 f. : il. ; 30 cm.

Orientação: Sheila Presentin Cardoso.
Tese (doutorado), Doutorado Profissional em Ensino de
Ciências, Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Rio de Janeiro, Campus Nilópolis, 2024.

1. Química - Estudo e ensino. 2. Jogos. 3. Educação e ludicidade.
4. Curiosidade. 5. Ensino - Meios auxiliares. I. Cardoso,
Sheila Presentin, **orient.** II. Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. III. Título

Elaborado pelo Módulo Ficha Catalográfica do Sistema
Intranet do Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Rio de Janeiro - Campus Volta Redonda e
Modificado pelo Campus Nilópolis/LAC, com os dados
fornecidos pelo(a) autor(a).

Bibliotecária: Josiane B. Pacheco CRB-7/4615

ADRIANA RAMOS PINHEIRO

**PISTAS QUÍMICAS:
UM JOGO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE QUÍMICA**

Tese apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora em Ensino de Ciências.

Aprovada em 04/12/2024

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **SHEILA PRESENTIN CARDOSO**
Data: 04/12/2024 15:50:26-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dsc. Sheila Presentin Cardoso - (Orientadora)
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)

Documento assinado digitalmente
 **GISELLE ROCAS DE SOUZA FONSECA**
Data: 06/12/2024 09:50:17-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dsc. Giselle Rôças de Souza Fonseca - (Membro Titular Interno) Instituto
Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)

Documento assinado digitalmente
 **DENISE LEAL DE CASTRO**
Data: 04/12/2024 21:57:19-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dsc. Denise Leal de Castro - (Membro Titular Interno) Instituto
Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)

Documento assinado digitalmente
 **WALDMIR NASCIMENTO DE ARAUJO NETO**
Data: 09/12/2024 10:54:17-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dsc. Waldmir Nascimento de Araújo Neto - (Membro Titular Externo)
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Documento assinado digitalmente
 **HELIO DA SILVA MESSEDER NETO**
Data: 09/12/2024 13:00:24-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dsc. Hélio da Silva Messeder Neto - (Membro Titular Externo)
Universidade Federal da Bahia (UFBA)

A Papai do Céu, por me guiar em minha caminhada. Ao meu Anjo da Guarda, por me proteger quando eu andar distraída. Aos meus pais Luíz Gonzaga Pinheiro e Maria de Fátima Ramos Pinheiro, e à minha sobrinha Olívia Pinheiro Ribeiro, por estarem a meu lado sempre que preciso. À minha avó Alda Ramos da Silva, *in memoriam*, que me serviu de exemplo e sempre me incentivou em meus estudos. Aos meus alunos, que fomentaram as reflexões que me levaram a esta pesquisa.

AGRADECIMENTOS

À Deus por iluminar o meu caminho e a meu anjo da guarda por me proteger, guiar, guardar e me trazer paz de espírito para tomar as melhores decisões em momentos de aflição.

Aos meus pais Luiz Gonzaga Pinheiro e Maria de Fátima Ramos Pinheiro por acreditarem no meu potencial, me fornecerem uma educação formal sólida e me confortarem nos momentos difíceis pelos quais passei ao longo da minha caminhada até aqui.

À minha sobrinha e afilhada Olívia Pinheiro Ribeiro por incitar o meu lado criança, que por muito tempo esteve adormecido, e me proporcionar sempre momentos descontraídos e de muitas risadas.

À minha avó Alda Ramos da Silva, *in memoriam*, que lá de cima está sempre me iluminando e mandando mensagens esclarecedoras.

À professora Sheila Pressentin Cardoso pela atenção e cuidado em minha orientação acadêmica, e pela amizade, palavras de conforto e conversas sempre esclarecedoras que tivemos tanto nos momentos bons quanto nos momentos ruins pelos quais passei nestes últimos anos.

Ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (PROPEC), campus Nilópolis, por contribuir com minha formação acadêmica e profissional.

Aos amigos que aqui conquistei não só pelos momentos de alienação e brincadeiras, mas também pelos momentos de reflexão e discussões acadêmicas sempre enriquecedoras.

Ao amigo Victor Alexandre Garcia Souto por estar, de alguma forma, sempre presente em minha vida e disposto a me apoiar.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ) pelo auxílio financeiro.

Se eu pudesse deixar algum presente a você, deixaria aceso o sentimento de amar a vida dos seres humanos. A consciência de aprender tudo o que foi ensinado pelo tempo. As lembranças dos erros que foram cometidos para que não mais se repetissem. A capacidade de escolher novos rumos. Deixaria para você se pudesse, o respeito àquilo que é indispensável. Além do pão, o trabalho. Além do trabalho, a ação. E, quando tudo mais faltasse, deixaria um segredo: o de buscar no interior de si mesmo a resposta e a força para encontrar a saída.

Mahatma Gandhi

RESUMO

A pesquisa apresentada teve por objetivo geral desenvolver um jogo didático baseado na resolução de casos investigativos, levando o estudante a discutir, utilizar e correlacionar conceitos de química geral, revendo conteúdos estudados e com a possibilidade de um novo momento de aprendizagem, permitindo ao professor acompanhar e analisar este processo. Buscou responder se um jogo envolvendo casos investigativos tem potencial para ser aplicado em cursos técnicos integrados para identificar se os alunos utilizam e correlacionam conceitos de química geral na resolução de problemas, proporcionando a discussão entre pares e oportunizando um novo momento de aprendizagem. Contou com a participação de estudantes de cursos técnicos integrados ao ensino médio e docentes que lecionam a disciplina de química geral em uma instituição federal de ensino. De abordagem qualitativa, objetivo descritivo e envolvendo um estudo de caso, foi desenvolvida em cinco etapas: elaboração do jogo didático Pistas Químicas como produto educacional; aplicação e análise do jogo; replicação do jogo; validação da versão final do jogo, e organização de um artefato disponibilizando a estrutura do jogo aos docentes. A coleta de dados contou com as anotações da pesquisadora no diário de aula, o material produzido pelos estudantes e questionários e/ou entrevistas respondidos por alunos e docentes, analisados a partir da síntese pessoal ou análise de conteúdo. O jogo Pistas Químicas é um jogo de tabuleiro envolvendo a resolução de casos investigativos, a partir de pistas coletadas ao longo da partida contendo conteúdos de química geral. Durante a aplicação do jogo houve comprometimento e engajamento dos estudantes, que aprovaram sua estrutura e organização apontando aspectos positivos, como o fato de possuir boa jogabilidade, ser cooperativo e competitivo. Foi possível identificar que o jogo permite analisar o conhecimento dos alunos sobre conteúdos de química geral, possibilitando retomar, ampliar e corrigir erros conceituais, contribuindo para um avanço na aprendizagem dos conceitos químicos abordados, com os alunos interagindo com seus pares e com o professor, participando das discussões promovidas de forma problematizada e cooperativa. Foi de fácil replicação, com alunos e docentes destacando o caráter interdisciplinar do jogo. Na etapa de validação os docentes identificaram o potencial do jogo para avaliar, interferir e contribuir na aprendizagem dos alunos, apontando aspectos positivos como o fato de possuir regras e objetivos claros, que sua organização possibilita ao aluno desenvolver sua capacidade de se comunicar, resolver problemas, tomar decisões e trabalhar em equipe, afirmando que estava adequado ao público-alvo sugerido, além da possibilidade de seu uso em condições diferentes da inicialmente proposta. O jogo Pistas Química está disponível no artefato intitulado Pistas Químicas: Guia do Professor, que também indica referenciais teóricos e locais na internet contendo jogos didáticos e casos investigativos, para que os professores, caso desejem, possam ampliar seus conhecimentos sobre os temas abordados, visando estimular o uso de jogos no ensino de química.

Palavras-chave: Lúdico. Jogo. Caso investigativo. Recurso didático. Ensino de química.

ABSTRACT

The research presented had the general objective of developing a didactic game based on solving investigative cases, leading the student to discuss, use and correlate concepts of general chemistry, reviewing studied content and with the possibility of a new moment of learning, allowing the teacher to follow and analyze this process. It sought to answer whether a game involving investigative cases has the potential to be applied in integrated technical courses to identify whether students use and correlate general chemistry concepts in problem solving, providing discussion between peers and providing a new moment of learning. It included the participation of students from technical courses integrated into high school and teachers who teach the subject of general chemistry at a federal educational institution. With a qualitative approach, descriptive objective and involving a case study, it was developed in five stages: development of the didactic game Chemical Clues as an educational product; game application and analysis; game replication; validation of the final version of the game, and organization of an artifact making the game structure available to teachers. Data collection included the researcher's notes in the class diary, material produced by students and questionnaires and/or interviews answered by students and teachers, analyzed based on personal synthesis or content analysis. The Chemical Clues game is a board game involving the resolution of investigative cases, based on clues collected throughout the game containing general chemistry content. During the application of the game there was commitment and engagement from the students, who approved its structure and organization, pointing out positive aspects, such as the fact that it has good gameplay, is cooperative and competitive. It was possible to identify that the game allows the analysis of students' knowledge about general chemistry content, making it possible to resume, expand and correct conceptual errors, contributing to an advancement in learning the chemical concepts covered, with students interacting with their peers and the teacher, participating in the discussions promoted in a problematizing and cooperative way. It was easy to replicate, with students and teachers highlighting the interdisciplinary nature of the game. In the validation stage, teachers identified the potential of the game to evaluate, interfere and contribute to students' learning, pointing out positive aspects such as the fact that it has clear rules and objectives, that its organization allows students to develop their ability to communicate, solve problems, make decisions and work as a team, stating that it was suitable for the suggested target audience, in addition to the possibility of its use in conditions different from those initially proposed. The Chemical Clues game is available in the artifact entitled Chemical Clues: Teacher's Guide, which also indicates theoretical references and places on the internet containing didactic games and investigative cases, so that teachers, if they wish, can expand their knowledge on the topics covered, aiming to encourage the use of games in chemistry teaching.

Keywords: Playful. Game. Investigative case. Didactic resource. Chemistry teaching.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	- Níveis de interação entre o jogo e o jogador	40
Quadro 2	- Proposição de distinção entre jogo didático e jogo pedagógico	43
Quadro 3	- Etapas para o desenvolvimento da pesquisa	88
Quadro 4	- Perguntas da entrevista com os estudantes pós-jogo	90
Quadro 5	- Organização do roteiro da entrevista com os estudantes por blocos de perguntas	96
Quadro 6	- Regras do jogo Pistas Químicas	100
Quadro 7	- Síntese das peças do jogo	102
Quadro 8	- Síntese dos casos investigativos produzidos para o jogo	106
Quadro 9	- Caso 1: O caso do combustível misterioso	108
Quadro 10	- Caso 2: O brilho da morte	110
Quadro 11	- Caso 3: O <i>serial killer</i> da Barra da Tijuca	112
Quadro 12	- Caso 4: Um desastre anunciado	114
Quadro 13	- Caso 5: A fumaça branca da morte	116
Quadro 14	- Caso 6: O enigma do quebra-ossos	118
Quadro 15	- Conteúdos químicos abordados de acordo com o tipo de carta de pista	123
Quadro 16	- Conteúdos dos procedimentos práticos abordados nas cartas de sorte ou revés	125
Quadro 17	- Quantitativo de cartas de pista de biblioteca, de tabela periódica e de laboratório por caso investigativo	126
Quadro 18	- Impressões sobre as equipes participantes e a ordem de resolução do caso investigativo	136
Quadro 19	- Principais informações do DI das equipes de participantes	138
Quadro 20	- Cartas de pista coletadas e possível solução para o caso investigativo de acordo com o DI das equipes	139
Quadro 21	- Respostas fornecidas à primeira pergunta do questionário pós-jogo aplicado aos estudantes	147
Quadro 22	- Respostas contendo sugestões fornecidas à quarta pergunta do questionário dos estudantes	153
Quadro 23	- Visão geral das turmas e caso investigativo trabalhado	158
Quadro 24	- Turmas participantes da dinâmica e o CI aplicado	163

Quadro 25 - Respostas fornecidas à primeira pergunta do questionário pós-jogo aplicado aos docentes

166

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Proposição esquemática das variantes dos jogos no contexto educacional em uma vertente piagetiana	44
Figura 2 - Proposição esquemática das variantes dos jogos no contexto educacional à luz da psicologia histórico-cultural	47
Figura 3 - Proposição esquemática dos instrumentos de coleta de dados utilizados na avaliação pedagógica do jogo	90
Figura 4 - Estrutura de critérios para avaliação de jogos educacionais	91
Figura 5 - Proposição esquemática dos instrumentos de coleta de dados utilizados na replicação do jogo	95
Figura 6 - Visão geral do jogo	98
Figura 7 - Ampulheta (a), dados numéricos (b), dados de pista (c), e copo para dados (d)	104
Figura 8 - Peões (a), arquivo de respostas (b), e tabela periódica para consulta (c)	105
Figura 9 - Livreto de um dos casos investigativos	107
Figura 10 - <i>QRcode</i> do podcast do Caso 1	109
Figura 11 - <i>QRcode</i> do podcast do Caso 2	111
Figura 12 - <i>QRcode</i> do podcast do Caso 3	113
Figura 13 - <i>QRcode</i> do podcast do Caso 4	115
Figura 14 - <i>QRcode</i> do podcast do Caso 5	117
Figura 15 - <i>QRcode</i> do podcast do Caso 6	119
Figura 16 - Diário do investigador: frente e verso (a), e parte interna para anotações dos alunos/jogadores (b)	120
Figura 17 - Tabuleiro do jogo	120
Figura 18 - Frente das Cartas de Pista de biblioteca, tabela periódica, e laboratório	122
Figura 19 - Verso das Cartas de Pista de: biblioteca (a), tabela periódica (b), e laboratório (c)	123
Figura 20 - Frente e verso das cartas de sorte ou revés	124
Figura 21 - Frente e verso das cartas de charada química	125
Figura 22 - Manual do professor e manual do aluno	126
Figura 23 - Kit do caso investigativo e seus componentes	128

Figura 24 -	Kit do jogador e seus componentes	128
Figura 25 -	Arrumação da sala de reuniões para a aplicação do jogo	133
Figura 26 -	Ordem crescente de dificuldade dos CIs elaborados	164
Figura 27 -	Replicação do jogo nas turmas: B (a) e D (b)	165
Figura 28 -	Capa e “Carta ao Leitor” do e-book	172
Figura 29 -	“Sumário” do e-book	173
Figura 30 -	Página da primeira seção do e-book	174
Figura 31 -	Página da segunda seção do e-book	174
Figura 32 -	Página da terceira seção do e-book	175
Figura 33 -	Página dos referenciais teóricos e da seção “Para saber um pouco mais sobre...” do e-book	176

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AA	Aminoácidos
ABP	Aprendizagem Baseada em Problemas
AC	Análise de Conteúdo
ALs	Atividades Lúdicas
AP	Aluno Participante
ARCS	Atenção, Relevância, Confiança e Satisfação
ARG	<i>Alternate Reality Game</i>
AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
C	Concordo
CEP	Comitê de Ética na Pesquisa
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CI	Caso Investigativo
CIs	Casos Investigativos
CRJ	Campus Rio de Janeiro
CT	Concordo Totalmente
D	Discordo
DI	Diário do Investigador
DP	Doutorado Profissional
DPC	Docente Participante
DT	Discordo Totalmente
EBTT	Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico
EC	Estudo de Casos
EQ	Elemento Químico
EQP	Equipe Participante
EXPOASA	Exposição Agrícola de Assaí
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FGV-EAESP	Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas
FPE	Funções Psicológicas Elementares
FPS	Funções Psicológicas Superiores
GPEQSC	Grupo de Pesquisa em Ensino de Química do Instituto de Química de São Carlos

IFRJ	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro
IME	Instituto Militar de Engenharia
JD	Jogo Didático
JE	Jogo Educativo
JEF	Jogo Educativo Formalizado
JEI	Jogo Educativo Informal
JP	Jogo Pedagógico
NDR	Nível de Desenvolvimento Real
NO	Não Tenho Opinião
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PE	Produto Educacional
PHC	Psicologia Histórico-Cultural
PIBIC/CNPQ	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
PIBID	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
PROPEC	Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro
QNEsc	Revista Química Nova na Escola
<i>QRcode</i>	<i>Quick-Response Code</i>
®	Marca Registrada
ReLuS	Revista Ludus Scientiae
ROMECC	Grupo de Pesquisa em Rotas Metodológicas para o Ensino de Ciências
<i>RPG</i>	<i>Role-Playing Game</i>
SARS-CoV-2	Coronavírus da Síndrome Respiratória Aguda Grave 2
SBQ	Sociedade Brasileira de Química
TALE	Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
ZDI	Zona de Desenvolvimento Iminente

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	16
1 INTRODUÇÃO	19
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	24
2.1 EDUCAÇÃO LÚDICA.....	24
2.1.1 Termos recorrentes na educação lúdica: atividade lúdica, brincadeira, brinquedo e jogo	25
2.1.2 A educação lúdica em uma abordagem histórica	29
2.1.3 A grande família dos jogos em uma abordagem teórica	33
2.1.3.1 Jogos quanto ao predomínio da competição, do acaso, do simulacro ou da vertigem.....	37
2.1.3.2 Jogos quanto ao nível de interação entre o jogo e o jogador.....	39
2.1.3.3 Jogos no contexto escolar com fins educacionais.....	41
2.1.4 Jogos no ensino de ciências/química no Brasil	48
2.2 CASOS INVESTIGATIVOS NA EDUCAÇÃO LÚDICA: UMA COMBINAÇÃO QUE DÁ JOGO....	50
2.2.1 Casos investigativos no ensino de ciências/química no Brasil	54
2.3 PSICOLOGIA HISTÓRICO-CULTURAL: UM CAMINHO A PERCORRER.....	56
2.3.1 Um passo de cada vez: pressupostos básicos	56
2.3.1.1 Seguindo em frente: funções psíquicas elementares e superiores.....	58
2.3.2 Finalizando o percurso: consolidando as ideias	76
3 PERCURSO METODOLÓGICO	85
3.1 ETAPA I: ELABORAR O JOGO DIDÁTICO.....	89
3.2 ETAPA II: APLICAR E AVALIAR O JOGO DIDÁTICO.....	89
3.3 ETAPA III: REPLICAR O JOGO DIDÁTICO.....	95
3.4 ETAPA IV: VALIDAR O JOGO DIDÁTICO.....	96
3.5 ETAPA V: ORGANIZAR O GUIA DO PROFESSOR.....	97
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	98
4.1 APRESENTAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL: O JOGO PISTAS QUÍMICAS.....	98
4.1.1 Descrição estrutural do jogo Pistas Químicas	99
4.1.1.1 Objetivo do jogo.....	99
4.1.1.2 Indicação e participantes.....	100

4.1.1.3 Regras do jogo.....	100
4.1.1.4 Peças do jogo.....	102
4.1.1.4.1 Casos investigativos.....	105
4.1.1.4.2 Diário do investigador.....	119
4.1.1.4.3 Casas do tabuleiro.....	120
4.1.1.4.4 Tipos de cartas.....	122
4.1.1.4.5 Manual do professor e do aluno.....	126
4.1.2 Descrição teórica do jogo Pistas Químicas.....	129
4.2 APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO DO JOGO PISTAS QUÍMICAS: PREPARANDO O SOLO COM OS ESTUDANTES.....	131
4.2.1 Aplicação do jogo Pistas Químicas.....	131
4.2.2 Avaliação pedagógica do jogo Pistas Químicas.....	135
4.2.3 Avaliação estrutural do jogo Pistas Químicas.....	146
4.2.4 Um toque de esmero à estrutura do jogo Pista Químicas.....	156
4.3 REPLICAÇÃO DO JOGO PISTAS QUÍMICAS: UMA BOA HISTÓRIA A SE CONTAR.....	156
4.4 VALIDAÇÃO DO JOGO PISTAS QUÍMICAS: PLANTANDO A SEMENTE COM OS DOCENTES.....	165
4.5 GUIA DO PROFESSOR: DISPONIBILIZANDO O JOGO PISTAS QUÍMICAS...	172
4.5.1 Estrutura do Guia do Professor.....	172
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	177
REFERÊNCIAS.....	180
ANEXOS	192
APÊNDICES	195

APRESENTAÇÃO

Minha¹ história com a área das ciências começou entre os anos de 1984 e 1988 enquanto criança em Brasília. Naquela época eu cursava os primeiros anos do ensino fundamental em uma escola particular e a curiosidade me tomava de tal forma que eu queria desvendar todos os mistérios do universo. Em meio a um turbilhão de impressões que o contato com o mundo podia oferecer a uma criança, me deparei com o livro “O Menino Maluquinho”, do ilustre Ziraldo. A cada leitura eu era mais atraída para dentro da história, mas uma ilustração em uma das páginas não saía da minha cabeça. Era o menino maluquinho de jaleco, com óculos de aro grosso em frente a uma bancada com um balão de fundo redondo em uma das mãos e um tubo de ensaio na outra enquanto fazia mais um de seus experimentos endiabrados. Aquela ilustração impulsionou minha vontade de experimentar “cientificamente” o mundo a meu redor.

Na mesma época, a Grow já tinha lançado no mercado o jogo Alquimia[®], que os comerciais televisivos apontavam ser “a mistura perfeita entre ciência e diversão”. Tanto perturbei meus pais que, pouco tempo depois, ganhei o jogo de presente. Ele não durou muito tempo nas minhas mãos, apenas o suficiente para me incitar ainda mais para a área das ciências. Certo dia, minha falecida avó perguntou o que eu queria ser quando me tornasse adulta, e eu a respondi sem titubear que desejava ser uma “cientista maluca”, tal qual o personagem de Ziraldo.

Em 1991, nos últimos anos do ensino fundamental, tive uma experiência marcante em uma escola particular em Sevilla, na Espanha. Nesta escola, as aulas de ciências eram teórico-práticas e tive a oportunidade de fazer alguns experimentos em grupo sob a supervisão do professor de ciências. A cada aula no laboratório de ciências eu pensava: agora as aulas de ciências são de verdade!

De volta ao Brasil, no ensino médio em uma escola particular no Rio de Janeiro, conheci uma professora que me avivou para a área da química com suas excelentes aulas. Certa vez, em 1996, eu conversava com ela a respeito do que cursar na graduação, e ela me surpreendeu com a seguinte pergunta, “por que você não faz

¹ O texto é redigido, predominantemente, na terceira pessoa a fim de respeitar a impessoalidade textual. Todavia, em alguns momentos do texto, utiliza-se a primeira pessoa para falar da trajetória e das vivências pessoais, e para relatar a experiência docente da doutoranda que apresenta esta tese.

química?”. Com a proximidade do vestibular eu tendia mais para a área de educação física, mas, às vésperas de completar 17 anos e prestes a terminar o ensino médio, optei pela sugestão da minha professora de química e, no segundo semestre de 1997, ingressei na Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) no curso de Licenciatura Plena em Química.

De 1999 a 2000 atuei no programa de atividades docentes na modalidade iniciação à docência com o projeto “Nova abordagem para o ensino de química orgânica. Elaboração de experimentos utilizando materiais de baixo custo”. De 2000 a 2001 ingressei no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica na modalidade PIBIC/CNPQ com o projeto de pesquisa “Polimerização de monômeros olefínicos com catalisadores Ziegler-Natta”. Em 2002 voltei ao programa de atividades docentes na modalidade de iniciação à docência com o projeto “Nova abordagem para o ensino de química orgânica – parte 2. Elaboração de experimentos utilizando materiais de baixo custo e de fácil aquisição”. Este projeto serviu de base para elaborar a minha monografia de final de curso intitulada “A química dos alimentos” e, em julho de 2002, terminei a graduação.

A participação nestes programas foi importante para a minha trajetória pessoal, acadêmica e profissional. Todas as experiências pelas quais passei me levaram a ingressar em setembro de 2002 no curso de Mestrado em Química Inorgânica na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Apesar de gostar da parte prática da química, optei por desenvolver uma pesquisa na área da química teórica e computacional intitulada “Modelagem molecular de compostos de alumínio, fosfocreatina (PC) e aminoácidos (AA), utilizando a teoria do funcional de densidade”.

Durante os dois anos de pós-graduação aprofundei meus estudos em química inorgânica, tive professores apaixonados pelo ofício da profissão e que me ensinaram muito sobre ser educador e compartilhar o conhecimento com os demais de forma séria, comprometida e humanizada até que, em setembro de 2004, obtive meu diploma de pós-graduação em nível de mestrado.

A caminhada prosseguiu e, em 2005, ingressei no curso de Doutorado em Química do Instituto Militar de Engenharia (IME), onde fiquei por apenas um ano e, em virtude de questões profissionais, financeiras e familiares, interrompi o curso de doutorado, o que me fez recalculer o percurso.

Um passo após o outro, obtive aprovação em dois concursos públicos da Secretaria Estadual de Educação do Rio de Janeiro, e atuei como Professora Docente

I de Química em turmas do ensino médio entre os anos de 2005 e 2010. Em 2010, tomei posse como Professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico (EBTT) no IFRJ campus Rio de Janeiro (CRJ), meu endereço profissional até o presente momento.

No IFRJ, além de ministrar aulas de química geral e inorgânica, exerci diversos cargos e/ou funções que me proporcionaram conhecer melhor a estrutura e o funcionamento institucional, bem como me aproximaram ainda mais dos meus alunos. Este movimento de aproximação me encorajou a retomar meus estudos de pós-graduação em nível de doutorado. Com base em minhas vivências pessoais como docente, em reflexões de caráter pedagógico com professores da instituição e em conversas informais com meus alunos, percebi que as metodologias de ensino praticadas se baseavam em paradigmas conservadores. Não era à toa que meus alunos relatavam que não se sentiam entusiasmados pela área da química.

Nos entremeios dessas conversas e reflexões, eu lembrava dos professores que cruzaram meu caminho desde o ensino fundamental até a pós-graduação e que fomentaram minha vontade de aprender e mergulhar cada vez mais na área da química. Estas lembranças me encorajaram a melhorar minhas práticas docentes a partir da inserção de metodologias de ensino mais atraentes e capazes de incentivar meus alunos para a aprendizagem dos conceitos químicos.

Em meio a um turbilhão de pensamentos e ideias, me deparei ao final de 2018 com a publicação do edital para implantação do curso de Doutorado Profissional vinculado ao PROPEC, campus Nilópolis. No início de 2019 me inscrevi para o processo seletivo e, finalizado o certame, recebi com alegria a notícia da aprovação para a primeira turma de Doutorado Profissional em Ensino de Ciências do Rio de Janeiro.

A aprovação me deu a oportunidade de continuar meus estudos na área acadêmica após quase 15 anos afastada, refletir, (re)pensar, (re)avaliar e melhorar minhas práticas docentes. Sob a orientação da professora Sheila Pressentin Cardoso, tive diversas conversas acadêmicas enriquecedoras e conversas pessoais fundamentais para continuar a minha caminhada, aderi ao Grupo de Pesquisa em Rotas Metodológicas para o Ensino de Ciências (ROMECC) e desenvolvi esta pesquisa cujo passo a passo é descrito a seguir. Desejo a todos uma excelente leitura!

1 INTRODUÇÃO

Pesquisadores na área de ensino de ciências buscam constantemente identificar, analisar, compreender, interferir e solucionar problemas e questões que impactam no processo de ensino e aprendizagem. Dentre as atuais demandas educacionais, Pozo e Crespo (2009) já alertavam para o fato de que passamos a viver na sociedade da informação² e do conhecimento³, apontando que:

Na sociedade da informação a escola não é mais a primeira fonte - às vezes, sequer é a principal - de conhecimento para os alunos em muitos domínios. Atualmente, são muito poucos os “furos” informativos reservados à escola. Os alunos, como todos nós, são bombardeados por diversas fontes que chegam, inclusive, a produzir uma saturação informativa; nem sequer precisam procurar pela informação: é ela que, em formatos quase sempre mais ágeis e atraentes do que os utilizados na escola, procura por eles (p. 24).

Os autores pontuam que os estudantes não precisam necessariamente de mais informação, mas sim da capacidade para organizá-las e interpretá-las, dando-lhes sentido, pois como futuros cidadãos precisam ter a capacidade para buscar, selecionar e interpretar a informação adquirida. Ampliam a discussão apontando que como consequência dessa multiplicação informativa passamos a viver em um contexto de conhecimento múltiplo e descentralizado, de modo que não se trata mais de a escola proporcionar aos estudantes conhecimento como se fossem verdades acabadas, mas sim de ajudá-los a construir seu próprio ponto de vista, sua verdade particular a partir de muitas verdades parciais.

Para Pozo e Crespo (2009), boa parte dos conhecimentos que podem ser proporcionados aos alunos não só são relativos como possuem data de validade. Apontam que no ritmo em que ocorrem as mudanças tecnológicas e científicas, não se pode prever o que precisarão saber os cidadãos dentro de dez ou quinze anos para enfrentar as demandas sociais. Assim, “aprender a aprender” constitui uma das principais demandas que o sistema educacional precisa satisfazer (Ibidem).

² Cabe esclarecer que informação e conhecimento não são termos sinônimos. Segundo Foray (2000 apud Luz; Vaz, 2018, p. 5) obter informação não significa construir conhecimento. A informação é definida como “um conjunto de dados formatados e estruturados, de certa maneira inertes ou inativos, incapazes de engendrar por elas mesmas, novas informações” (Foray, 2000, p. 9 apud Luz; Vaz, 2018, p. 5).

³ O “conhecimento possui algo a mais que a informação, pois remete à capacidade do ser humano engendrar, extrapolar e inferir novos conhecimentos de informações já adquiridas” (Foray, 2000, p. 9 apud Luz; Vaz, 2018, p. 5). Conhecimento é, portanto, capacidade de aprendizagem e capacidade cognitiva.

Sobre este aspecto, acompanhamos a defesa de Reis (2021) de que deve ocorrer um deslocamento do foco na educação em ciências, da transmissão de conhecimentos para a promoção de habilidades que garantam não apenas a formação de cientistas e especialistas, mas, também, uma educação científica em que, de acordo com Pozo e Crespo (2009), o aluno participe, de alguma forma, do processo de construção do conhecimento científico, o que requer dos estudantes uma forma de abordar o aprendizado como um processo construtivo, de busca de significados e de interpretação, visão com a qual concordamos.

Em relação à área das ciências da natureza e suas tecnologias (biologia, química e física), a disciplina de química, por exemplo, é estereotipada⁴ pela mídia, população e estudantes como de difícil aprendizagem (Rocha; Lima, 2015). Sobre este aspecto, acompanhamos a ideia de Albano e Delou (2024) de que a ciência química envolve o estudo da matéria, sua composição, propriedades e transformações “a partir de conceitos teóricos e abstratos, que demandam aceitar modelos de uma ótica tridimensional e complexa, ao mesmo tempo em que necessita do conhecimento de símbolos, fórmulas e cálculos peculiares” (p. 2). Neste contexto, entendemos que por ser uma ciência abstrata, faz com que os estudantes apresentem dificuldades em compreender os conceitos químicos e a importância do conhecimento que a química proporciona para a compreensão da realidade que os cerca, entendimento corroborado por Rocha e Lima (2015).

Na visão de Silva (2013, p. 2), “o ensino de química segue ainda de maneira tradicional”, com o foco na transmissão-recepção de conhecimentos, sem apresentar qualquer vínculo com a realidade, sem negociação de significados (Rocha; Lima, 2015; Albano; Delou, 2024). Neste sentido, “a aprendizagem de química deve possibilitar aos alunos a compreensão das transformações químicas que ocorrem no mundo físico de forma abrangente e integrada” (Silva, 2013, p. 2), para que os estudantes possam participar do processo de construção e apropriação do conhecimento científico de forma analítica e crítica (Rocha; Lima, 2015).

Nos entremeios desta discussão, acreditamos que a prática docente ganha um papel fundamental no sentido de se buscar novas metodologias de ensino que tornem a aprendizagem de química mais eficaz e participativa, o que é corroborado por Silva

⁴ Segundo Rocha e Lima (2015) um estereótipo é o resultado da influência que um indivíduo sofre sobre o meio em que está inserido, que por vezes apresenta uma imagem distorcida da realidade, sendo uma forma rápida de classificar o desconhecido ou interpretar conceitos, situações e informações.

(2013). Nesta perspectiva, Lopes (2019) aponta que as atividades lúdicas (ALs) são práticas privilegiadas para a promoção de uma educação que vise o desenvolvimento pessoal do estudante e a atuação em cooperação em sala de aula. Adicionalmente, pesquisadores da área de educação em ciências argumentam que as ALs são um recurso capaz de promover o desenvolvimento de diversas habilidades nos estudantes, a saber: a reflexão; o pensamento crítico; o trabalho em equipe; a resolução de problemas⁵; a argumentação; a participação dos alunos, colaborando uns com os outros, tomando decisões, e a interação entre professores e alunos (Arnaud, 2024; França *et al.*, 2024; Barboza; Silva; Neto, 2024).

Aqui cabe um recorte para voltar ao ano de 2010, meu primeiro ano como professora no IFRJ/CRJ. Desde minha chegada ao instituto ministrei aulas de química geral para turmas do ciclo básico dos cursos técnicos integrados ao ensino médio ofertados. Baseada em minha prática docente, em reflexões de cunho pedagógico com outros educadores e conversas informais com os estudantes, percebo que as metodologias de ensino praticadas ainda se baseiam em paradigmas conservadores, tornando o processo de aprendizagem do conhecimento científico difícil. Pode ser que isso se deva ao fato de a química possuir conceitos abstratos, na maioria das vezes abordados por professores e livros didáticos de forma memorística e distante da realidade, além do fato de envolver diversas formas de representações, o que torna a aprendizagem dessa ciência ainda mais complexa, sendo estas observações já descritas por Silva (2013) e Albano e Delou (2024).

Em virtude do que foi descrito, o processo de aprendizagem destes conceitos pode apresentar lacunas, levando os estudantes a não se apropriarem dos conhecimentos químicos necessários para avançarem nas demais disciplinas da área da química presentes nos currículos de seus cursos. Neste cenário é que surgiram inquietações que me trouxeram a esta pesquisa, com o intuito de identificar se ao término de seu primeiro ano em um curso técnico integrado do IFRJ os estudantes conseguem discutir, utilizar e correlacionar conceitos abordados em química geral, algo fundamental para seguirem nas demais disciplinas do curso e nas atividades que realizarão como futuros técnicos.

⁵ Nesta pesquisa o termo resolução de problemas se refere àqueles que não estão no domínio imediato do aluno, pois para que o aluno se aproprie do conhecimento científico é preciso ir além do imediato, conforme é discutido no capítulo 2.

Na tentativa de dirimir essa dúvida foi construída a seguinte pergunta da pesquisa: Um jogo envolvendo casos investigativos tem potencial para ser aplicado em cursos técnicos integrados para identificar se os alunos utilizam e correlacionam conceitos de química geral na resolução de problemas, proporcionando a discussão entre pares e oportunizando um novo momento de aprendizagem?

Partiu-se do pressuposto de que um jogo pode ser empregado como recurso didático para fomentar a discussão de conceitos de química, de forma problematizada e participativa, dentro da perspectiva apontada por Cavalcanti (2018) de que um jogo pode ser usado, concomitantemente, como um recurso para construção e apropriação de conhecimentos, para a avaliação da aprendizagem de conteúdos químicos, e para a discussão do erro. Além disso, considera-se pertinente envolver o uso de casos investigativos, que utilizam histórias reais ou fictícias com uma mensagem educativa para desafiar os estudantes a tomarem decisões e resolverem os problemas apresentados (Francisco, 2017), proporcionando um processo de aprendizagem mais autônomo, uma vez que os alunos são solicitados a buscar, analisar e discutir as informações necessárias para a resolução do caso (Sá; Queiroz, 2010).

Sendo assim, o objetivo geral desta pesquisa foi o de desenvolver um jogo didático baseado na resolução de casos investigativos, levando o estudante a discutir, utilizar e correlacionar conceitos de química geral, revendo conteúdos estudados e com a possibilidade de um novo momento de aprendizagem, permitindo ao professor acompanhar e analisar este processo.

Para tal fim, foram assumidos os seguintes objetivos específicos: (i) elaborar como produto educacional (PE) o jogo didático intitulado *Pistas Químicas*; (ii) aplicar e avaliar o jogo didático, no intuito de identificar se ele está bem estruturado e atende ao objetivo de seu desenvolvimento; (iii) replicar o jogo didático, após os ajustes identificados como necessários na avaliação de sua aplicação; (iv) validar a versão final do jogo didático, e (v) organizar o Guia do Professor como artefato para disponibilizar o jogo *Pistas Química* aos docentes.

Vale destacar que não é inédita a construção de um jogo de tabuleiro envolvendo a resolução de casos investigativos, mediante a obtenção de pistas contendo conteúdos de química, estrutura básica do Jogo *Pistas Químicas*, sendo a proposta já aplicada por Silva *et al.* (2015) na elaboração do jogo denominado *Quiminvestigação*, e por Francisco (2017) na organização do jogo intitulado *Scotland Yard Químico*. O diferencial do jogo *Pistas químicas* está no fato de ser destinado à

educação profissional de nível médio, segmento ainda carente de jogos educativos (Bianconi; Amaral, 2024), e ao fato de envolver praticamente todos os conteúdos de química geral normalmente abordados em cursos técnicos integrados ao ensino médio de química e áreas a fins, inclusive trazendo aspectos vinculados a atividades experimentais, parte importante na formação de futuros técnicos.

Por se tratar de uma tese vinculada a um programa de doutorado profissional (DP), a construção da pesquisa seguiu as orientações de Curi *et al.* (2021). Os autores argumentam que:

A tese para o DP deve ser resultante de processo aprofundado de reflexão sobre a elaboração e aplicação do PE, concebido com base em referenciais teóricos e teórico-metodológicos compatíveis com seu objeto de estudo [...] e deve apresentar, descrever e analisar a aplicação e validação do PE, reforça-se aqui que é essencial que no DP exista a vinculação do problema de pesquisa à prática profissional (Curi *et al.*, 2021, p. 218-219).

Nesta perspectiva, a pesquisa realizada, de natureza qualitativa, objetivo descritivo e envolvendo um estudo de caso, contou com a participação de alunos de cursos técnicos integrados do IFRJ/CRJ (alimentos, biotecnologia, farmácia, meio ambiente e química), e docentes que lecionam a disciplina de química geral nesta mesma instituição. Além desta introdução, a tese está estruturada em mais quatro capítulos, a saber: a fundamentação teórica envolvendo o lúdico, casos investigativos e a psicologia histórico-cultural; o percurso metodológico trazendo as etapas desenvolvidas; os resultados e as discussões que apresentam os dados obtidos e as suas respectivas análises, e as considerações finais que apontam as contribuições da pesquisa realizada.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são apresentados os fundamentos teóricos que norteiam esta pesquisa. O percurso é iniciado com uma discussão sobre a educação lúdica e termos recorrentes que, por vezes, causam confusão entre professores e pesquisadores que utilizam o lúdico em recursos didáticos no ensino de ciências, seguida de aspectos históricos para situar o lúdico, em diferentes épocas, enquanto atividade inerente ao ser humano. No passo seguinte o foco é o uso de jogos, em uma abordagem teórica e complementada pela reflexão sobre o emprego de jogos como objeto de estudo nas pesquisas na área de educação em ciências no Brasil. No final do percurso são apresentados, sequencialmente, o arcabouço teórico que norteia o uso de casos investigativos na educação lúdica, seguida de uma reflexão sobre o uso de casos investigativos como objeto de estudo nas pesquisas em educação em ciências no Brasil, e uma síntese envolvendo aspectos da psicologia histórico-cultural de Vigotski.

2.1 EDUCAÇÃO LÚDICA

O ser humano descobre, aprende e conhece coisas novas, em todas as fases da vida, na relação com outros indivíduos e com o meio que o cerca. Quando pequeno está imerso em um processo de aprendizagem que demanda tempo e desenvolve múltiplas capacidades como, por exemplo, a coordenação motora, o equilíbrio, a orientação espacial, a direção e o reconhecimento de pessoas e coisas. Conforme se desenvolve, são acrescentadas outras habilidades e conhecimentos, o que lhe permite executar outras tarefas mais complexas como a sistematização de conhecimentos relacionados à linguagem, ao cálculo e às regras de convívio social, a reflexão a respeito da realidade e até a resolução de problemas. O desenvolvimento destas habilidades e conhecimentos lhe garante a sobrevivência, a integração à sociedade que o cerca e a interação com ela (Almeida, 2013). A partir deste discurso, o processo de busca, troca, interação e integração do homem com o mundo que o cerca, em uma ação conjunta entre pessoas e instituições sociais, é chamado de educação.

Ninguém está no mundo, com o mundo e com os outros de forma neutra (Freire, 2019). Educar é uma forma de proporcionar ao homem a capacidade de se integrar aos universos real, físico e do conhecimento (Almeida, 2013). Freire (2019, p. 96)

acrescenta que “ninguém educa ninguém, como tampouco ninguém se educa a si mesmo: os homens se educam em comunhão, mediatizados pelo mundo”. Almeida (2013) destaca que a educação se apresenta de formas diversas, de acordo com o contexto social, com as concepções e os propósitos de ensino e aprendizagem, e com o momento histórico-cultural.

Neste sentido, Vigotski (2009) explica que a estrutura e o funcionamento do cérebro humano passam por mudanças no curso do desenvolvimento do homem como resultado histórico-cultural, em que o homem é concebido como sujeito ativo, e é constantemente instigado pelo mundo exterior e, como consequência, internaliza o conhecimento que os homens constroem ao longo da história. Neste viés, conclui-se que a educação é um ato constante na vida de crianças, adolescentes, jovens e adultos, e que favorece a construção do sujeito na interação com o mundo, na sua relação com os demais indivíduos, a gênese da estrutura de seu pensamento, e a construção do seu conhecimento (Vigotski, 2009).

Com base nesta discussão e, entre as diversas possibilidades de educação disponíveis, optou-se por apresentar e discutir nesta pesquisa a educação lúdica. Segundo Fialho (2013, p. 30), “o grande potencial dos jogos educativos é o de despertar o interesse do estudante, proporcionando uma educação lúdica, que, conseqüentemente, traz também o interesse pelos conteúdos envolvidos nos jogos”. Sobre este aspecto, é importante entender que:

A educação lúdica combina atos prazerosos e funcionais com a necessidade intrínseca do homem de conhecer e aprender e traz para os processos de ensino e aprendizagem uma perspectiva de integração de atividades como jogos e brincadeiras com o ato de ensinar e aprender, sem, contudo, didatizar o processo a ponto de torná-lo apenas um exercício (Almeida, 2013, p. 16-17).

Para abordar as questões essenciais da educação lúdica, faz-se necessário discernir os termos atividade lúdica, brincadeira, brinquedo e jogo (Almeida, 2013).

2.1.1 Termos recorrentes na educação lúdica: atividade lúdica, brincadeira, brinquedo e jogo

No Brasil, os termos jogo, brinquedo e brincadeira ainda são usados de forma indistinta, o que demonstra um baixo nível de conceituação deste campo do conhecimento (Kishimoto, 2011). Soares (2015) pondera que não se encontra muita

diferença entre os termos jogo e brincadeira, que às vezes se confundem com o próprio brinquedo, mas salienta a necessidade de enxergar estas definições como distintas, pelo menos em alguns aspectos, já que a palavra jogo é polissêmica.

Para Soares (2015), a atividade lúdica é definida como uma ação divertida, relacionada aos jogos, seja qual for o contexto linguístico, com ou sem a presença de regras, sem considerar o objeto da ação. Já para Messeder Neto (2015), o trabalho, como mediação intencional da natureza, permite que o homem atenda suas necessidades imediatas e vá para além delas. Desta forma, a arte e as atividades lúdicas só podem surgir a partir do trabalho e, de alguma forma, para auxiliar em sua realização. Para dar suporte a sua hipótese, o autor se baseia em uma ilustração de Elkonin (2009, p. 17) que faz duas suposições ao tomar como exemplo a reprodução de um processo de caça:

Podemos imaginar que um grupo de caçadores regressou de uma caçada infrutífera. O fracasso foi devido à discordância nas ações coletivas. Para garantir o êxito, faz-se necessário um ensaio prévio, uma orientação sobre as condições e a organização da próxima expedição. O homem ainda não está capacitado para realizar um ensaio mental e esquemático: os participantes da projetada caçada reconstituem de modo prático e concreto a situação e a organização da futura expedição. Um dos caçadores representa o astuto animal e imita-lhe os gestos; os demais o processo de organização da caça. Trata-se de uma espécie de “manobra” em que se reconstroem as missões fundamentais de cada um dos participantes das ações conjuntas. [...] Também é possível outra situação. Os caçadores regressam com a presa. A tribo recebe-os com júbilo e os caçadores descrevem como transcorreu a caça, reproduzindo seu andamento e o comportamento de cada caçador. A narração teatralizada culmina em uma festança geral. Com uma reconstituição tão singular, os membros da tribo abstraem-se do mero aspecto técnico-operativo e traçam um esquema geral das ações, da organização e do sistema de relações que levaram o empreendimento ao êxito.

Portanto, concordamos que a hipótese de que a atividade lúdica tenha surgido a partir de uma necessidade do trabalho é plausível, conforme sugerido por Messeder Neto (2015). Na incapacidade de realizar um ensaio mental e esquemático do processo de caça, um dos membros da tribo imita um astuto animal que seria/foi abatido, enquanto os demais imitam os caçadores. Neste cenário, a atividade laboral é representada de forma concreta e lúdica, ajudando o homem a organizar o seu pensamento, sem convertê-lo em um resultado material. Daí surge a possibilidade do desenvolvimento dos jogos dramáticos e rituais religiosos (Messeder Neto, 2015). O autor ressalta que ao afirmar que a ludicidade surge do trabalho, está fazendo referência a sua ontogênese e, de forma alguma, está afirmando que todos os

elementos do lúdico podem ser explicados a partir da mediação intencional com a natureza.

Soares (2015) entende a brincadeira como qualquer atividade lúdica cujas regras são claras, entretanto, estabelecidas por grupos sociais menores e, por isso, variam de lugar para lugar, de região para região. Messeder Neto (2015) esclarece que a brincadeira, tal como é executada pelos homens, tem natureza social e, portanto, “o modo que se brinca e o conteúdo da brincadeira dependem dessa inserção da criança no mundo do adulto” (p. 101). Sobre este aspecto, completamos com Brougère (2010) que explica que “a brincadeira pressupõe uma aprendizagem social. Aprende-se a brincar. [...] A criança pequena é iniciada na brincadeira por pessoas que cuidam dela” (p. 104).

Brinquedo é outro termo indispensável. O brinquedo coloca a criança no lugar de reproduções de modo a evocar aspectos da realidade, isto é, um dos objetivos do brinquedo é o de substituir os objetos reais, para que a criança possa manipulá-los. O objeto lúdico também incorpora um imaginário preexistente oriundo, por exemplo, dos desenhos animados, seriados de televisão, mundo da ficção científica, contos de fadas, estórias de piratas, índios e bandidos e mocinhos (Kishimoto, 2011). Logo, a lista de objetos que são classificados como brinquedos é grande. Devido a esta multiplicidade, Soares (2015) aponta que o brinquedo faz alusão ao lugar ou espaço físico em que se pratica a atividade lúdica, e ao objeto físico que é utilizado na atividade lúdica. Sendo assim, restringe-se à materialização da brincadeira.

Diversos autores afirmam que definir o termo jogo é algo mais complexo (Brougère, 1998; Kishimoto, 2011; Soares, 2015). Kishimoto (2011, p. 15) pondera que quando se pronuncia a palavra jogo cada um pode entendê-la de forma diferente:

Pode-se estar falando de jogos políticos, de adultos, crianças, animais ou amarelinha, xadrez, advinhas, contar estórias, brincar de “mamãe e filhinha”, futebol, dominó, quebra-cabeças, construir barquinho, brincar na areia e uma infinidade de outros. Tais jogos, embora recebam a mesma denominação, têm suas especificidades.

Soares (2015) lembra que há ainda o uso linguístico que amplia, expandindo ou transformando, o significado do termo jogo como, por exemplo, quando dizem ter comprado um jogo de painéis, que a crise econômica está relacionada ao jogo empresarial, ou, que dois indivíduos que flertam estão entregues ao jogo do amor. Para aumentar ainda mais a complexidade da questão, Kishimoto (2011, p. 17) argumenta que um mesmo comportamento é visto como jogo ou não jogo:

Se para um observador externo a ação da criança indígena que se diverte atirando com um arco e flecha em pequenos animais é uma brincadeira, para a comunidade indígena nada mais é do que uma forma de preparo para a arte da caça necessária à subsistência da tribo. Assim, atirar com arco e flecha, para uns, é jogo, para outros, é preparo profissional. Uma mesma conduta pode ser jogo ou não jogo em diferentes culturas, dependendo do significado a ele atribuído.

Portanto, o termo jogo, por sua amplitude, só se revela dentro do contexto em que é utilizado, logo, há uma dificuldade em elaborar uma definição de jogo que englobe suas múltiplas manifestações concretas. Ademais, todos os jogos possuem peculiaridades que os aproximam ou os distanciam.

Na tentativa de atribuir significado ao termo jogo, Gilles Brougère e colaboradores apontam três níveis de diferenciação (Kishimoto, 2011). Segundo Brougère (1998), o jogo é visto como: (i) o resultado de um sistema linguístico que funciona dentro de um contexto social, (ii) uma estrutura ou um sistema de regras, e (iii) um objeto lúdico.

No nível (i), a noção de jogo depende da linguagem em um contexto social, isto é, tal designação tem relação com a imagem do jogo que é encontrada no seio da sociedade em que ele é utilizado. Explica que esta noção de jogo não vem da língua particular de uma ciência, mas sim de um uso cotidiano. Kishimoto (2011) argumenta que o essencial não é obedecer à lógica de uma designação científica dos fenômenos e, sim, respeitar o uso cotidiano e social da linguagem, visto que cada contexto social cria sua concepção própria de jogo. A conclusão disso é que, enquanto fenômeno social, o jogo assume a imagem, o sentido que cada sociedade lhe atribui e, isto mostra por que, em virtude do lugar e da época, os jogos assumem significados distintos.

No nível (ii), um sistema de regras identifica, em qualquer jogo, uma estrutura sequencial que especifica sua modalidade. Neste contexto, são as regras do jogo que distinguem, por exemplo, jogar buraco, tranca ou truco, com o uso do mesmo objeto: o baralho (Kishimoto, 2011). Soares (2015), argumenta que as estruturas sequenciais de regras possibilitam uma relação com a situação lúdica, ou seja, quando um indivíduo joga, executa as regras do jogo, mas, ao mesmo tempo, desenvolve uma atividade lúdica.

Já no nível (iii), Brougère (1998) se refere ao jogo enquanto objeto lúdico. Kishimoto (2011) discorre que o pião, por exemplo, é fabricado de materiais diversos:

madeira, plástico ou casca de frutas. Portanto, o pião representa o objeto lúdico que caracteriza a brincadeira de rodar pião.

Os aspectos inerentes aos três níveis de diferenciação de Brougère (1998) trazem uma primeira compreensão do jogo ao diferenciar significados que são atribuídos por culturas distintas, pelas regras e objetos lúdicos que o caracterizam (Kishimoto, 2011). Ainda assim, nota-se que jogo é um termo de definição ampla, e que engloba uma série de outros conceitos e definições, além de atividades e objetos.

Após discutir as distinções entre atividade lúdica, brincadeira e brinquedo, destaca-se que assumimos as definições de Soares (2015) para atividade lúdica e brinquedo. A definição de brincadeira assumida nesta tese é apresentada mais a frente, junto com a definição de jogo. Sobre este aspecto, entendemos que é preciso explorar mais detalhadamente o termo jogo antes de apresentarmos ao leitor a definição assumida neste trabalho. Com este intuito, na próxima seção, analisa-se com brevidade como o desenvolvimento do conceito de educação lúdica se dá ao longo da história, com foco na natureza e nas distintas características dos jogos que são estudadas por historiadores, filósofos, linguistas, antropólogos, psicólogos e educadores ao longo dos tempos.

2.1.2 A educação lúdica em uma abordagem histórica

Ao analisar diferentes épocas, percebe-se que jogar é uma atividade inerente ao ser humano, seja como um passatempo, um elemento de disputa ou uma forma de aprendizado (Cunha, 2012). Ao estudar os povos primitivos, Almeida (2013) conta que atividades como, por exemplo, de caça, de pesca e de luta, às quais são acrescentadas também a dança, representam atividades essenciais para a sobrevivência. Cita que as crianças, nos jogos, exercem atividades técnicas centradas na formação do indivíduo e que, ao mesmo tempo, instigam de forma natural sua capacidade de imaginação.

Discutindo alguns aspectos relacionados à história do brinquedo na educação, Kishimoto (1990) explica que o berço de nascimento das primeiras reflexões e estudos acerca da importância do brinquedo na educação está na Grécia e na Roma antigas.

A partir da Idade Média, por conta do advento do Cristianismo, a influência e a presença dos jogos entre os povos sofrem uma regressão considerável no Ocidente. A Igreja impõe uma educação disciplinadora e condena o seu uso não só no meio

educacional, mas também na vida social dos indivíduos, o que faz a expansão dos jogos sofrer uma estagnação e, logo, eles perdem o seu valor, pois são considerados profanos e imorais e, portanto, sem nenhum significado (Cunha, 2012).

Com o surgimento do Renascimento, os humanistas enxergam o valor educativo dos jogos que deixam de ser objeto de reprovação oficial e incorporam-se à vida de jovens e adultos (Kishimoto, 1990). Almeida (2013) expõe que, pouco a pouco, ressurgem um novo entendimento das capacidades e da importância dos jogos, e a educação entende os benefícios da utilização dos jogos na formação das crianças. Sendo assim, pode-se dizer que “é no século XVI que ocorre o nascimento dos jogos educativos” (Cunha, 2012, p. 93) e, Kishimoto (1990, p. 40) conclui que “o século seguinte continua a expansão dos jogos de caráter educativo”.

No século XVIII, Rousseau (1712-1778) é um dos responsáveis por colocar o lúdico como elemento central no desenvolvimento da criança. Inaugurando as bases do Romantismo, o filósofo traz uma nova concepção de homem que, diferente do Iluminismo, deve ser uma criatura mais livre, natural e espontânea (Messeder Neto, 2015). O autor destaca que isso também implica em uma nova concepção de infância. Brougère (2010, p. 96-97) faz uma observação interessante sobre a nova concepção da criança e o destaque dado ao jogo na educação a partir do Romantismo:

A criança, que está próxima do poeta, do artista, exprime um conhecimento imediato que o adulto terá dificuldades para encontrar. Essa valorização da espontaneidade natural só pode conduzir a uma total reavaliação da brincadeira, que aparece como o comportamento por excelência dessa criança rica de potencialidades interiores. O aparecimento da valorização da brincadeira se apoia no mito de uma criança portadora de verdade. [...] A brincadeira é boa porque a natureza pura, representada na criança, é boa. Tornar a brincadeira um suporte pedagógico é seguir a natureza.

Fröbel (1782-1852) aplica as ideias de Rousseau num sistema de educação pré-escolar para crianças pequenas baseado, em grande parte, na brincadeira (Brougère, 2010). Kishimoto (1990) acrescenta que a criança é vestida de acordo com sua idade, brinca com cavalinhos de pau, peões e passarinhos, e tem permissão para se comportar de modo distinto ao do adulto, o que abre “um espaço propício ao nascimento da Psicologia Infantil, que desabrocha, no século XX, com a produção de pesquisas e teorias que discutem a importância do ato de brincar para a construção de representações infantis” (p. 41).

No século XIX, com o término da Revolução Francesa, surgem muitas inovações pedagógicas e os jogos passam a ganhar ainda mais espaço no meio

educacional (Cunha, 2012). No século XX, a expansão dos jogos educativos é impulsionada pela aparição e rápida expansão das escolas e, com isto, passa-se a discutir o papel do jogo na educação. Apesar da proposta de Fröbel de que os jogos educativos sejam usados de maneira livre, busca-se uma forma de utilização mais controlada por parte do educador. Na França, a ideia de utilizá-los no processo de ensino e de aprendizagem tem um campo fértil (Ibidem). Piaget (1896-1980) apresenta, em várias de suas obras, fatos e experiências lúdicas destinadas às crianças (Ibidem).

Vigotski (1896-1934) analisa a influência das experiências sociais e culturais no desenvolvimento das crianças através do estudo do jogo (Cunha, 2012). Neste viés, ele pontua que, na idade pré-escolar⁶, a brincadeira não é a forma predominante de atividade mas, de certa forma, é a linha principal do desenvolvimento (Vigotski, 2008). Sobre este aspecto, o autor esclarece:

Frequentemente, explicamos o desenvolvimento da criança pelo prisma de suas funções intelectuais, ou seja, diante de nós, qualquer criança apresenta-se como um ser teórico que, dependendo do maior ou menor nível de desenvolvimento intelectual, passa de um degrau etário para outro. Não são consideradas as necessidades e as inclinações da criança, seus impulsos, os motivos de sua atividade, sem o que, como demonstra o estudo, nunca ocorre a passagem da criança de um estágio para o outro. [...] Pelo visto, qualquer deslocamento, qualquer passagem de um estágio etário para outro relaciona-se à mudança brusca dos motivos e dos impulsos para a atividade (Vigotski, 2008, p. 24).

Na idade pré-escolar surgem necessidades e impulsos específicos, importantes para o desenvolvimento da criança e que conduzem diretamente à brincadeira. Já na primeira infância, a criança manifesta a tendência para a resolução e a satisfação imediata de seus desejos (Vigotski, 2008). Para o autor,

é disso que surge a brincadeira, que deve ser entendida como uma realização imaginária e ilusória de desejos irrealizáveis, diante da pergunta “por que a criança brinca?”. A imaginação é o novo que está ausente na imaginação da criança na primeira infância, absolutamente ausente nos animais, e representa uma forma especificamente humana de atividade da consciência; e, como todas as funções da consciência, forma-se originalmente na ação (Vigotski, 2008, p. 25).

O autor defende que o jogo se distingue de outras atividades infantis, e que o brincar da criança representa a imaginação em ação, enquanto, nos adolescentes e

⁶ Ao longo do texto Vigotski faz referência a primeira infância (criança até 3 anos), e a idade pré-escolar (criança acima de 3 e até 6 ou 7 anos).

estudantes, essa fórmula pode ser invertida, afirmando que a brincadeira é imaginação sem ação. Portanto, no jogo, as coisas e ações não são o que aparentam ser, e em situações imaginárias a criança age independentemente do que vê e começa a ser orientada pelo significado da ação, o que é extremamente relevante para o desenvolvimento infantil (Almeida, 2013).

Entre outras coisas, Vigotski (2008) discute o papel do brinquedo e, mais especificamente, da brincadeira de faz de conta no desenvolvimento da criança, pois este desenvolvimento é fortemente influenciado por experiências concretas que elas vivenciam. No brinquedo, a criança consegue separar o objeto do significado e aprende de forma mais natural e com menos pressão. Além disso, a criança se liberta do nível de comportamento diário, habitual de sua idade, para o nível das ideias e da imaginação, o que mais a frente se consolida em uma forma de se repensar, se representar e, à vista disso, agir no mundo. Para o autor, também é importante a interdependência dos sujeitos durante o jogo, pois jogar é um processo social (Vigotski, 2008).

A valorização crescente do jogo se reflete nos anos 60, em diversos países do mundo, com o surgimento dos museus interativos, com a proliferação de revistas e jornais especializados em jogos e com a multiplicação de empresas que começam a investir pesado na linha dos chamados brinquedos educativos (Kishimoto, 1990). Destaca que, no Brasil, este processo de valorização crescente do jogo se dá apenas na década de 80, com o advento das brinquedotecas, com a multiplicação de congressos e produção científica sobre o tema, e com a ganância crescente de empresários em aumentar seu faturamento através do investimento em novos produtos.

A partir desta abordagem histórica fica claro que o jogo faz parte da história, e entende-se a importância da educação lúdica e sua relação com o desenvolvimento da criança, algo que não é recente, e que torna as ALs indispensáveis à prática educativa, conforme esclarece Cunha (2012). Apesar disto, ainda predomina a ideia de que o jogo se presta mais à recreação do que ao ensino. Por isto, é necessário esclarecer que a ideia do jogo educativo é de aproximar o caráter lúdico existente no jogo com a possibilidade de se aprimorar o desenvolvimento cognitivo (Soares, 2015). Em seguida são analisadas a natureza e as distintas características teóricas dos jogos.

2.1.3 A grande família dos jogos em uma abordagem teórica

Neste momento é perceptível a dificuldade para se compreender o jogo, visto que distintos significados são atribuídos ao mesmo termo. Kishimoto (2018, p. 3) expõe que:

Para o filósofo que questiona a lógica da linguagem, certas palavras só adquirem significado preciso quando interpretadas dentro do contexto em que são utilizadas. Por pertencer a uma grande família com semelhanças e diferenças, o termo jogo apresenta características comuns e especificidades.

Portanto, para compreender a natureza do jogo é necessário identificar características comuns com o objetivo de classificar, por exemplo, os jogos de faz de conta, de construção, de regras, de palavras, políticos e inúmeros outros, nesta grande família chamada jogos para, em seguida, apontar diferenças que permitam o aparecimento de suas múltiplas espécies e seus parentescos (Kishimoto, 2018). Salienta que a analogia entre o jogo e a família, proposta por Wittgenstein, facilita a compreensão do tema. São diversos os autores que discutem a natureza do jogo e suas características, sendo três deles destacados neste trabalho: Brougère (1998), Caillois (2017) e Huizinga (2018).

Caillois (2017) revela que o trabalho de Huizinga (1872-1945) abre caminhos extremamente fecundos para a pesquisa e reflexão sobre o jogo. Ao descrever o jogo como elemento essencialmente cultural, Huizinga (2018) exclui propositadamente o jogo dos animais e analisa apenas as particularidades daqueles que surgem pelo meio social. Sobre este aspecto, o jogo do ser humano é diferente das atividades lúdicas realizadas pelos animais. No animal a brincadeira é instintiva, na criança o seu conteúdo é altamente social. O brincar (ou não) da criança depende de sua percepção do mundo objetivo e das condições sociais às quais ela está exposta (Elkonin, 2009).

Huizinga (2018) aponta como características do jogo: o prazer que demonstra o jogador; o caráter “não-sério” da ação de jogar; a liberdade do jogo, e sua separação dos fenômenos do cotidiano; a existência de um sistema de regras; o caráter fictício ou representativo, e sua limitação no espaço e no tempo.

Em relação ao elemento prazer, embora ele predomine na maioria das situações lúdicas, não serve como distintivo do jogo visto que, há casos, em que o desprazer é o elemento que melhor caracteriza a situação lúdica. Neste sentido, Vigotski (2008) afirma que nem sempre o jogo traz consigo o elemento do prazer,

discordando da concepção de que a criança joga por ser uma atividade prazerosa. Fundamenta sua discordância em dois motivos: o primeiro, porque existem atividades mais prazerosas para a criança do que o jogo como, por exemplo, a sucção de uma chupeta; o segundo, relacionado a crianças mais velhas que, ao perderem em jogos esportivos, são tomadas por um sentimento agudo de desprazer.

Elkonin (2009) explica que a origem do termo lúdico é romana e significa alegria, regozijo, festa buliçosa. Com base na explicação de Elkonin, acreditamos que o jogo carrega divertimento desde sua origem, mesmo entendimento de Messeder Neto (2012). Portanto, concordamos com Vigotski no ponto em que o prazer pode não estar ao final de toda atividade lúdica, mas isso não significa que ele não faça parte do processo como um todo. Buscamos suporte nas palavras de Messeder Neto (2012) que entende que o jogo só não é fonte de prazer quando a criança não entendeu o motivo que a leva a jogar. Argumenta que o prazer vem do jogo e não do resultado em si (ganhar ou perder). Neste sentido, vamos ao encontro do autor, e esclarecemos que se o resultado é o motivo principal, o jogo deixa de ser jogo e vira outra atividade qualquer. O jogo como atividade só tem sentido se o processo como um todo for mais importante que o produto (Messeder Neto, 2012).

Ao postular a natureza livre do jogo, Huizinga o coloca como atividade voluntária do ser humano (Kishimoto, 2018). Segundo Caillois (2017), o jogo é definido como uma atividade livre e voluntária, fonte de alegria e divertimento do ser humano. Quando o indivíduo é forçado a participar, a atividade deixa de ser jogo e se torna uma obrigação, algo de que se tem pressa de se libertar. Para o autor, o jogo só existe quando os jogadores desejam jogar e jogam, ainda que a atividade seja absorvente, cansativa e que com ela se tenha meramente a intenção de se divertir, fugir das suas preocupações e escapar por alguns instantes do mundo real, da vida cotidiana.

Para Huizinga (2018), o jogo se apresenta como um intervalo em nossa vida cotidiana. Ressalta que a liberdade e a evasão da vida real para uma esfera temporária de faz de conta proporcionadas pelo jogo, são duas características intimamente relacionadas e fundamentais para o desenrolar da ação de jogar. Esta característica de “faz de conta” do jogo não o torna, por isto, frívolo e, portanto, em um patamar inferior em relação a qualquer atividade dita séria. O autor aponta que a consciência que se tem no fato de “fazer de conta” no jogo, não impede que ele se processe com a maior seriedade. Neste viés, Messeder Neto (2012, p. 49) explica que “o fato de o jogo conter elementos que não estão postos imediatamente na realidade

não significa que quem joga perca a noção do real”. A criança pode chamar pedaços de papel picado de arroz, mas nem por isso ela os vai comer como come arroz, pois o gosto real é bem diferente. O jogo não é vida real, mas não está descolado dela.

No que diz respeito às regras, Huizinga (2018) pontua que dentro do jogo há uma ordem específica e absoluta. Caillois (2017) concorda com ele quando afirma que as regras do jogo são imperiosas e absolutas, e não são passíveis de qualquer discussão. Assim sendo, conclui-se que a existência de regras, sejam elas explícitas ou implícitas, em todos os jogos é uma característica marcante e positiva, em que o jogo, por si só, cria ordem e é ordem (Huizinga, 2018).

Sem regras não há jogo e é por meio delas que a criança atinge o grau máximo de satisfação (Messeder Neto, 2015). Explica que a sensação de satisfação vem ao conter impulsos imediatos e esperar pelo prazer maior que surge a partir da submissão às regras do jogo. Sobre o caminho para atingir a satisfação máxima ser a submissão às regras, Vigotski (2008) explica:

A criança age na brincadeira pela linha da menor resistência, ou seja, ela faz o que mais deseja, pois a brincadeira está ligada à satisfação. Ao mesmo tempo, aprende a agir pela linha de maior resistência; submetendo-se às regras, as crianças recusam aquilo que desejam, pois a submissão às regras e a recusa à ação impulsiva e imediata, na brincadeira, é o caminho para a satisfação máxima (p. 32).

Sobre este aspecto, Vigotski (2008) esclarece que o desenrolar da brincadeira requer que a criança constantemente aja contra o impulso imediato, ou seja, aja pela linha da maior resistência. Destaca que, considerando toda a estrutura da brincadeira, o cumprimento das regras promete uma satisfação que é bem maior do que o impulso imediato. A ideia de obedecer às regras, coordenar seu comportamento, controlar sua conduta, esperar sua vez, são todas relações sociais que se evidenciam no jogo de regras (Messeder Neto, 2015). Vigotski (2008, p. 33, grifo nosso) resume:

A brincadeira dá à criança uma nova forma de desejos, ou seja, ensina-a a desejar, relacionando o desejo com o “eu” fictício, ou seja, com o papel na brincadeira e a sua regra. Por isso, *na brincadeira são possíveis as maiores realizações da criança que, amanhã, se transformarão em seu nível médio real, em sua moral.*

Seguindo em frente, todo jogo se processa e existe em um campo previamente delimitado, de forma material ou imaginária, deliberada ou espontânea (Huizinga, 2018). Caillois (2017) cita que, de acordo com o caso, o tabuleiro de xadrez e o de damas, o estádio, a pista, o campo, o ringue, o palco, a arena, são todos possíveis

espaços para se jogar. Encerra o raciocínio ao pregar que o campo do jogo é um universo reservado, fechado, protegido, isto é, um espaço puro.

O jogo tem certos limites de tempo, “o jogo inicia-se e, em determinado momento, acabou. Joga-se até que se chegue a um certo fim” (Huizinga, 2018, p.12). A duração do jogo é muitas vezes fixada previamente. Quando adequado, prolonga-se após acordo entre adversários ou pela decisão de um árbitro (Caillois, 2017).

Caillois (2017) tem uma orientação bem próxima a de Huizinga ao apontar as características do jogo: a liberdade de ação do jogador; a separação do jogo em limites de espaço e de tempo previamente definidos; a incerteza que predomina no jogo em que nem o seu desenrolar e nem o seu resultado podem ser determinados de antemão; a existência de um sistema de regras; o caráter fictício ou representativo do jogo acompanhados de uma consciência específica que separa os fatos cotidianos do jogo, e o caráter improdutivo do jogo.

Huizinga (2018) chega a mencionar que o jogo é uma atividade desvinculada de todo e qualquer proveito material, com a qual não é possível obter lucro, mas não chega a transformar esta ideia do caráter improdutivo do jogo em uma característica formal. Quem introduz este novo elemento é Caillois (2017), ao esclarecer que o jogo não cria nenhuma riqueza ou bem, por ser uma ação voluntária do indivíduo, um fim em si mesmo, cujo resultado é um mero formalismo, pois no fim de uma partida, tudo parte do mesmo ponto inicial, sem que nada de novo surja. O mesmo raciocínio se aplica aos jogos a dinheiro como, por exemplo, as apostas ou loterias que, não criam riquezas, apenas as deslocam.

Brougère (1998) pontua que a frivolidade é uma característica encontrada no jogo. Soares (2015) pondera que ele não usa o termo de forma pejorativa, mas sim no sentido de ser uma atividade ligada à não seriedade, ao prazer e ao divertimento descompromissado. O jogo não serve para nada, é frívolo por excelência. Brougère (1998) destaca que o jogo possui as seguintes características: possui uma natureza simbólica; é regrado; traz consigo a incerteza dos resultados; é frívolo sem consequências, e carrega um incentivo interno.

Nas seções seguintes são apresentadas as classificações dos jogos propostas por Caillois (2017) e por Soares (2015), bem como uma discussão sobre as definições propostas para alguns termos ainda confusos no campo do ensino em ciências/química, com o objetivo de apresentar as definições de brincadeira e de jogo que são assumidas nesta tese.

2.1.3.1 Jogos quanto ao predomínio da competição, do acaso, do simulacro ou da vertigem

Dentre as diferentes possibilidades de se classificar os jogos, Caillois (2017) propõe uma divisão em quatro categorias fundamentais conforme, nos jogos analisados, predomine o papel da competição, do acaso, do simulacro ou da vertigem. Neste viés, o autor as denomina, respectivamente: *agôn*, *alea*, *mimicry*, e *ilinx*, e ressalta que a divisão em quatro categorias fundamentais não recobre por completo o universo dos jogos, mas delimita setores que reúnem jogos de mesma espécie.

Em virtude disto, é possível organizá-los entre dois polos antagonistas: *paidia* e *ludus*. Uma das extremidades é governada por um princípio comum de divertimento, turbulência, improvisação livre e alegria despreocupada, em que se manifesta uma fantasia incontrolada que pode ser designada com o nome *paidia*. Na extremidade oposta, a exuberância marota e impulsiva é disciplinada por uma tendência complementar a sua natureza anárquica e caprichosa: uma necessidade crescente de curvá-las às convenções arbitrárias, imperativas e incômodas, de contrariá-las sempre mais, de erguer obstáculos cada vez mais embaraçosos para que lhe seja cada vez mais difícil chegar ao resultado desejado. Este outro componente, denominado *ludus*, exige uma grande quantidade de esforços, de paciência, de destreza e/ou de engenhosidade do aprendiz/jogador.

Segundo Caillois (2017), na primeira categoria de classificação dos jogos, *agôn*, figura todo um grupo de jogos de competição. Estes jogos de competição opõem apenas dois indivíduos ou equipes como ocorre, por exemplo, no tênis, boxe, futebol ou vôlei, ou são disputados entre um número indeterminado de concorrentes como ocorre, por exemplo, no golfe, atletismo ou nas corridas de toda espécie. À esta classe pertencem ainda os jogos em que os adversários dispõem, desde o início, de elementos exatamente de mesmo valor e de mesmo número, a saber, os jogos de damas, xadrez ou bilhar. O autor explica que no interior da igualdade das oportunidades previamente estabelecidas entre os jogadores, evidencia-se uma rivalidade estabelecida por uma desvantagem entre jogadores de diferentes classes, e que é proporcional à sua força relativa, traduzida por um *agôn* de caráter muscular (recursos físicos) ou por um *agôn* do tipo mais cerebral (recursos de inteligência). Para cada participante, o incentivo do jogo é o de ter reconhecida sua excelência em uma determinada área, e por isso, a prática do *agôn* requer um treino apropriado, disciplina

e perseverança. O espírito do *agôn* apresenta-se assim, como a forma mais pura do mérito pessoal e serve para manifestá-lo.

A *alea*, segunda categoria fundamental, representa todos os jogos baseados em uma decisão que independe do jogador, e que depende mais do destino do que de si ou do próprio adversário. Neste caso, o destino é o único articulador da vitória e, quando existe rivalidade, mostra que o vencedor é mais beneficiado por ele do que o perdedor. Alguns exemplos de jogos desta categoria são os dados, a roleta, o cara e coroa e a loteria. Ou seja, a *alea* é exatamente oposta ao *agôn*. Aqui, o jogador não desenvolve suas qualidades ou disposições, os recursos de sua destreza, de seus músculos, ou de sua inteligência. O jogador se arrisca em uma aposta e aguarda pelo decreto da sorte (Caillois, 2017).

Enquanto no *agôn* o participante conta apenas consigo mesmo, na *alea*, ele conta com tudo, exceto consigo mesmo. Ao contrário do *agôn*, a *alea* nega o trabalho, a paciência, a habilidade, a qualificação, elimina o valor profissional, a regularidade, o treino. A *alea* “visa abolir as superioridades naturais ou adquiridas dos indivíduos para colocar cada um em pé de igualdade absoluta diante do cego veredito da sorte” (Caillois, 2017, p. 54-55). Alguns jogos combinam o *agôn* e a *alea*, pois o acaso preside à composição das “mãos” de cada jogador e, adiante, estes exploram, da melhor forma possível e segundo suas habilidades, o prêmio que a aleatoriedade e sorte lhes atribui.

Quando um sujeito esquece, dissimula, despoja-se de sua personalidade para fingir uma outra, ele manifesta as condutas de *mimicry*, que significa mimetismo. Portanto, a mímica e o disfarce são impulsos complementares da terceira categoria fundamental dos jogos e que transbordam da infância para a vida adulta. Neste contexto, a menina brinca de mãe, cozinheira ou enfermeira, enquanto o menino finge ser um soldado, pirata ou herói qualquer de filme. Nesta classe de jogos também figuram a representação teatral e a interpretação dramática (Caillois, 2017). O autor ressalta que a *mimicry* apresenta todas as características do jogo: liberdade, convenção, suspensão do real, do espaço e do tempo delimitados, entretanto, não se verifica a submissão a regras imperativas e precisas. Em um espetáculo, a regra do jogo é uma só: o ator deve fascinar o espectador, e o espectador deve se entregar à ilusão desde o primeiro instante.

A última categoria de jogos reúne aqueles que se baseiam na busca da vertigem, de alcançar uma espécie de espasmo, de transe ou de atordoamento. Todas

estas sensações são provocadas por procedimentos físicos diversos: a queda ou a projeção no espaço, a rotação rápida, o escorrega, a rapidez, a aceleração de um movimento retilíneo ou sua combinação com um movimento giratório. Caillois (2017) propõe o uso do termo *ilinx*, do qual deriva a palavra grega vertigem (*illingos*) para denominar os jogos que se enquadram nesta categoria. Neste viés, são diversos os exemplos em que esta característica de jogo é evidente: descer uma ladeira, um escorrega ou um tobogã, o balanço, o carrossel, as acrobacias, os efeitos da embriaguez e de diversas danças mundanas, e brinquedos instalados em festas populares e parques de diversões cujo objetivo é desestabilizar os órgãos do ouvido interno, dos quais dependem o sentido do equilíbrio.

Paidia e *ludus* são elementos encontrados em menor ou maior proporção dentro das categorias fundamentais de jogos. A *paidia* abarca as manifestações espontâneas do instinto de jogo: a improvisação e a alegria, a agitação imediata e desordenada por uma recreação impulsiva e relaxada, cujo caráter improvisado e desregulado é essencial, senão a única razão de ser. Já o *ludus* representa a dificuldade gratuita, e aparece como um complemento que educa, disciplina e enriquece a *paidia*. Neste sentido, o *ludus* “não se traduz por uma atitude psicológica tão definida quanto o *agôn*, a *alea*, a *mimicry* ou o *ilinx*, mas, ao disciplinar a *paidia*, trabalha indistintamente para dar às categorias fundamentais do jogo sua pureza e excelência” (Caillois, 2017, p. 76).

Nas situações de jogo sempre é possível encontrar combinações destes dois elementos, em menor ou maior proporção, com as quatro atitudes elementares que comandam os jogos, *agôn* (competição), *alea* (sorte), *mimicry* (simulacro) e *ilinx* (vertigem). Ademais, quando tomadas duas a duas, estas quatro atitudes elementares permitem seis combinações possíveis: competição-sorte (*agôn-alea*), competição-simulacro (*agôn-mimicry*), competição-vertigem (*agôn-ilinx*), sorte-simulacro (*alea-mimicry*), sorte-vertigem (*alea-ilinx*) e simulacro-vertigem (*mimicry-ilinx*). Esta capacidade de associação serve de base para a elaboração de diversos jogos.

2.1.3.2 Jogos quanto ao nível de interação entre o jogo e o jogador

Baseado em Legrand, Soares (2015) propõe uma classificação dos jogos e ALs conforme seus diferentes graus de interação com o sujeito ou quem os manuseia. Neste contexto, sugere níveis de interação entre o aprendiz/jogador, com os diversos

jogos e ALs com potencial de utilização em sala de aula, conforme mostrado no Quadro 1.

Quadro 1 - Níveis de interação entre o jogo e o jogador

Nível de Interação	Características
I	Atividades lúdicas que primem pela manipulação de materiais que funcionem como simuladores de um conceito conhecido pelo professor, mas não pelo estudante, dentro de algumas regras preestabelecidas, em que não haja vencedores ou perdedores, priorizando-se a cooperação
II	Atividades lúdicas que primem pelo jogo na forma de competição entre vários estudantes, com um objetivo comum a todos, podendo ou não serem realizadas em grupo
III	Construção de modelos e protótipos que se baseiem em modelos teóricos vigentes, como forma de manipulação palpável do conhecimento teórico. Elaboração de simulações e jogos por parte dos estudantes, como forma de interação com o brinquedo, objetivando a construção do conhecimento científico, logo após o conhecimento ser estruturado
IV	Atividades lúdicas que se baseiem em utilização de histórias em quadrinhos e atividades que se utilizem de expressão corporal e seus diversos níveis

Fonte - Adaptado de Soares (2015, p. 63-64).

A proposta apresenta uma análise qualitativa do que o jogador pode desenvolver, portanto, não é considerada rígida, sem alterações, linear ou etária. Ademais, tal classificação auxilia o professor a entender as diversas formas de aplicação do jogo, fundamentalmente, e a separação das atividades de acordo com as formas de interação entre o jogo e o jogador (Soares, 2015).

De acordo com o Quadro 1, no primeiro nível prioriza-se a construção de conceitos a partir de resultados obtidos em algum tipo de atividade prática. Os resultados são inicialmente usados como objetivo do jogo e, em um segundo momento, suas atividades são associadas a eventos químicos, e os resultados relacionados a conceitos discutidos posteriormente. Neste nível, além de várias atividades que não são competitivas e têm potencial para serem realizadas em sala de aula, também se encaixam as atividades de experimentação. Ressalta-se que o professor não deve revelar logo de início a associação evento químico-jogo até a transcrição de conceitos. Ao enunciar o jogo, a ideia é que o professor consiga incentivar a turma para desenvolver a atividade e, posteriormente, para o conceito químico.

No segundo nível de interação, a ideia é partir de conceitos já apresentados aos alunos anteriormente. Neste sentido, o jogo é utilizado para reforçar um conceito já trabalhado, ou até mesmo para avaliar parte de um conteúdo, na forma de competição, baseada na acumulação de pontos relacionados a aspectos ligados ao

conteúdo foco da atividade. Neste nível de interação, a competição se dá entre um grupo de alunos contra outro grupo de alunos ou, dependendo do número de alunos da turma, aluno contra aluno, de forma individual. É importante mostrar para os alunos/jogadores que, mesmo que possua um caráter competitivo, a atividade é cooperativa e, o adversário não é um inimigo, mas sim um outro participante cujo objetivo também é o de aprender de forma descontraída. Neste nível de interação se encaixam os jogos de cartas e de tabuleiro (Soares, 2015).

Já no terceiro nível de interação, o autor explica que o aluno, por meio de conceitos já trabalhados e estruturados, é orientado a propor e criar jogos ou simulações, como forma de interagir com o conhecimento adquirido e a participar do próprio processo de construção e apropriação do conhecimento. Neste nível de interação são consideradas a manipulação de um material como um brinquedo e atividades coletivas de construção de, por exemplo, jogos, sítios, blogues, jornais e revistas. Por fim, no quarto nível de interação, figuram as ALs que têm como base a utilização de histórias em quadrinhos e, a expressão corporal como, por exemplo, o teatro, ou mesmo utilizar o próprio aluno para ilustrar algum conceito.

Destaca-se que esta classificação dos jogos e ALs conforme os diferentes níveis de interação entre o jogo e o jogador é relevante, representa uma forma de tratar a interação jogo-jogador, mas não é a única forma de se discutir a temática no ensino de ciências. De base piagetiana, esta classificação não é unânime ou neutra. Para a psicologia histórico-cultural é difícil qualquer tentativa de classificação dos jogos quanto a interação jogo-jogador, visto que ela concebe que essa interação é do campo da cultura e depende, por exemplo, do contexto, da relação do sujeito com o jogo, entre outras questões que não podem se restringir ao que é proposto por Soares (2015).

2.1.3.3 Jogos no contexto escolar com fins educacionais

A utilização de jogos no ensino de ciências visa levar para a sala de aula situações que possam valorizar e potencializar a construção do conhecimento, que facilitem o entendimento de determinados conceitos, e que encorajem e instiguem os estudantes para a aprendizagem. Segundo Kishimoto (2018), o jogo é educativo quando mantém um equilíbrio entre duas funções: a lúdica e a educativa. Esclarece que a função lúdica do jogo propicia a diversão, o prazer e até mesmo o desprazer,

quando o jogo é escolhido voluntariamente, enquanto a função educativa se refere à possibilidade de o jogo ensinar qualquer coisa que complete o indivíduo em seu saber, conhecimentos e apreensão do mundo.

O desafio de levar jogos para a sala de aula é o de equilibrar as duas funções para que se tenha de fato um jogo educativo. Portanto, um desequilíbrio entre estas duas funções provoca duas situações distintas: quando a função lúdica predomina, não há mais ensino, mas apenas jogo, já quando a função educativa predomina, não há mais jogo, resta apenas um material didático que, nem sempre, é divertido (Kishimoto, 2018; Soares, 2015). Sobre este aspecto, Messeder Neto (2016) admite a necessidade de haver um equilíbrio entre estas duas funções, entretanto, caso não possa ser estabelecido, entende que o jogo precisa pender à função educativa, por ela estar alinhada ao papel exercido pela escola.

Sendo assim, os jogos educativos conciliam a liberdade característica dos jogos com a orientação própria dos processos educativos, por isto, algumas pessoas acreditam que neste ponto há uma contradição, ou seja, a educação é tida como uma atividade séria e controlada, enquanto jogar lembra diversão ou o simples ato de brincar (Soares, 2015). Cunha (2012) ressalta que a validade do jogo como instrumento que promove a aprendizagem considera que no ensino ele é uma atividade controlada pelo professor, o que a torna séria e comprometida com a aprendizagem. Isso não significa dizer que o jogo no ensino perde o seu caráter lúdico e a sua liberdade característica.

Segundo Cleophas, Cavalcanti e Soares (2018), é comum encontrar termos como jogo educativo (JE), jogo didático (JD) e jogo pedagógico (JP), sem que se faça distinção entre eles. Portanto, é necessário um debate sobre as características e as dimensões atribuídas aos jogos no contexto educacional, já que existem discretas especificidades entre os três termos. Os autores partem do pressuposto que o jogo em si não se preocupa se vai ou não ensinar algo a alguém. Se ele consegue ensinar ou treinar para algo, é de forma não intencional. Entretanto, quando um indivíduo nota que de alguma maneira, por meio da utilização de um jogo, há o aprendizado de alguma característica marcante e que é capaz de influenciar no desenvolvimento do sujeito, este jogo é denominado de educativo. Quando o JE ocorre em ambientes informais, sem a clara intenção de ensinar ou promover o aprendizado sobre algo, ele é chamado de jogo educativo informal (JEI). Já quando o JE é usado em um ambiente formal de ensino e de aprendizagem, com uma finalidade pedagógica definida e

restrita, formalizada e intencional, ele é denominado de jogo educativo formalizado (JEF) (Cleophas; Cavalcanti; Soares, 2018).

Os autores ainda delimitam as diferenças entre um jogo considerado didático e um pedagógico. No Quadro 2, são apresentadas algumas particularidades importantes para a distinção entre JD e JP, dentro do contexto do JEF, sendo possível observar que o que diferencia o JD do JP é, basicamente, o grau de ineditismo e a *práxis* docente. Quando usados no contexto educacional, eles devem ser pensados e elaborados com rigor, isto é, só serem inseridos em sala de aula após um amplo planejamento, acompanhamento do processo de execução/aplicação do jogo proposto e, posteriormente, avaliação de todas as etapas que fazem parte da estratégia didático-metodológica construída (Ibidem).

Quadro 2 - Proposição de distinção entre jogo didático e jogo pedagógico

Jogo Didático	Jogo Pedagógico
<p>Jogo Educativo Formalizado é adaptado a partir de um Jogo Educativo Informal ou outro jogo no sentido <i>stricto</i>, e que tem conteúdos didáticos de uma determinada área de conhecimento ancorados em seu escopo. Este tipo de jogo é utilizado para reforçar conteúdos ou como forma de avaliação diagnóstica e, geralmente, é trabalhado após a discussão formal do conteúdo. Este tipo de jogo é adaptado de jogos já existentes na literatura ou no cotidiano lúdico, e se apresenta como um jogo de tabuleiro ou eletrônico. Alguns exemplos são: os jogos de roleta, quebra-cabeças, bingo, dominó, jogo da velha, <i>Scotland Yard</i>[®], <i>War</i>[®], entre outros</p>	<p>Jogo Educativo Formalizado não é adaptado de nenhum outro jogo, ou seja, é um jogo com elevado grau de ineditismo, e que visa desenvolver habilidades cognitivas sobre conteúdos específicos de uma determinada área de conhecimento ancorados em seu escopo. Este tipo de jogo é utilizado como uma estratégia de ensino planejada para incitar a capacidade de autorreflexão intencional nos estudantes, levando-os a uma mudança comportamental em relação à sua aprendizagem. Este tipo de jogo é flexível, isto é, é utilizado para ensinar conceitos sem a necessidade de o professor tê-los discutido anteriormente, ou seja, o conteúdo é ensinado por meio do jogo, mas também é utilizado como um reforço, com a manutenção das características avaliativas de um jogo. Alguns exemplos são: o ARG, o RPG, os jogos psicodramáticos, os jogos simulados, entre outros</p>

Fonte - Adaptado de Cleophas, Cavalcanti e Soares (2018, p. 39-40).

Cleophas, Cavalcanti; Soares (2018) consideram que todo jogo pedagógico ou didático é um JEF, porém nem todo JE é considerado didático ou pedagógico, justamente porque ele não é construído com a finalidade específica de favorecer a mediação entre os processos de ensino e de aprendizagem de um determinado conteúdo característico ou componente curricular. Neste caso, tem-se um JEI que serve como recurso lúdico para impulsionar o desenvolvimento de habilidades e capacidades distintas e de modo involuntário (Cleophas, Cavalcanti; Soares, 2018).

Ressalta-se que os termos são discutidos pelos referidos autores sob o ponto de vista piagetiano, com a Figura 1 nos ajudando a organizá-los.

Figura 1 - Proposição esquemática das variantes dos jogos no contexto educacional em uma vertente piagetiana



Fonte - Adaptado de Cleophas, Cavalcanti e Soares (2018, p. 43).

Lima e Messeder Neto (2021) reconhecem a relevância, a importância e o esforço que Cleophas, Cavalcanti e Soares (2018) fizeram para propor definições para termos ainda tão confusos no campo do ensino em ciências/química. Contudo, apontam que o debate sobre a conceituação de tais termos não está encerrado, e que esta não é a única maneira de tratá-los na área. Na concepção de Lima e Messeder Neto (2021, p. 183),

a forma como o pesquisador/professor trabalha com expressões como jogo educativo, jogo didático e brincadeira, evidencia sua concepção pedagógica sobre educação, didática, ensino e aprendizagem, sendo assim, a escolha e o uso desses termos devem estar associados a uma concepção pedagógica e psicológica que está longe de ser neutra ou unânime. Tal concepção depende da intencionalidade do professor e da educação assumida pelo educador e pela escola, como também pelo projeto político pedagógico.

Tomando como base elementos da psicologia histórico-cultural e da pedagogia histórico-crítica, Lima e Messeder Neto (2021) marcam sua perspectiva acerca da definição destes termos. O debate se inicia com os autores pontuando que o jogo se diferencia da brincadeira pelo fato de possuir regras explícitas aceitas pela sociedade, enquanto a brincadeira possui regras claras, contudo ajustáveis que variam de acordo com a região, um resumo da definição dada por Soares (2015) para jogo e para brincadeira. Messeder Neto (2015) explica que esta distinção estabelecida por Soares (2015) entre jogo e brincadeira dificulta a compreensão dos termos, por acreditar que existem jogos que possuem regras implícitas e não é por isto que deixam de ser considerados como tal. Lima e Messeder Neto (2021) entendem que a brincadeira e

o jogo são sinônimos, e a variação geográfica que as caracterizam ou não como jogo está associada à cultura que representa cada contexto.

Dentro da perspectiva histórico-cultural, Elkonin (2009, p. 19) define o jogo como “uma atividade em que se reconstruem, sem fins utilitários diretos, as relações sociais”. Apesar da iniciativa de Soares (2015) para mostrar a diferença entre jogo e brincadeira usando as regras como um dos critérios, optamos pela perspectiva histórico-cultural e vamos ao encontro de Lima e Messeder Neto (2021) no sentido de que a diferença entre o jogo e a brincadeira não faz sentido na prática. Portanto, nesta tese, estes termos são usados como sinônimos.

Para Lima e Messeder Neto (2021), no que se refere “ao uso de jogos no contexto escolar para fins educacionais, as terminologias referentes ao jogo são representadas, principalmente, como jogo educativo, didático ou pedagógico” (p. 185), esclarecendo que, na maioria das vezes, estes termos são usados como sinônimos para representar o jogo como uma atividade pedagógica utilizada pelo docente no processo de ensino e de aprendizagem. Defendem que a definição de jogo enquanto educacional, didático ou pedagógico não é universal e depende, intrinsecamente, da vertente pedagógica adotada. Sendo assim, não é possível estabelecer uma definição geral para estes termos como unânime na área de ciências/química. Ressaltam que toda e qualquer significação se associa à proposta pedagógica em que se alicerça o jogo (Lima; Messeder Neto, 2021).

Sobre este aspecto, Lima e Messeder Neto (2021) pontuam que a intencionalidade é uma característica essencial do trabalho educativo, de forma que é preciso que o professor saiba o que quer ensinar, a quem ele quer ensinar e de que maneira ele vai trabalhar os conteúdos. Consideram que para ser considerado educativo, o jogo deve ser organizado e executado de forma intencional. Neste viés, os autores têm uma opinião diferente da apresentada por Cleophas, Cavalcanti e Soares (2018) no que se refere ao jogo educativo:

Compreendemos que os jogos podem ser entendidos no sentido específico do termo, *stricto sensu*, ou como educativo. Para ser educativo, um jogo necessita, obrigatoriamente, do uso pedagógico intencional, a fim de que, por meio deste, o professor alcance o objetivo esperado da aprendizagem do aluno: a apropriação dos conceitos científicos. Assim, entendemos que a classificação de um jogo como educativo não está no fato dele já existir fora da escola ou dentro da escola, ser adaptado ou criado. O que faz dele educativo é a sua utilização com intencionalidade pelo professor para ensinar o conteúdo científico (Lima; Messeder Neto, 2021, p. 189).

Lima e Messeder Neto (2021) apontam que quando Cleophas, Cavalcanti e Soares (2018) enfatizam a perspectiva dos jogos educativos informais a partir da não intencionalidade, todo jogo acaba por apresentar uma perspectiva, essencialmente, educativa. Ressaltam que tal definição para caracterizar algo como educativo, ainda que informal, é tão ampla que cabe a qualquer jogo no sentido stricto sensu ou não. Atentam para o fato de que, ao ampliar a definição de “educativo”, Cleophas, Cavalcanti e Soares (2018), acabam fragilizando o sentido educativo dando a ele um sentido muito ampliado (Lima; Messeder Neto, 2021).

Considerando-se a definição de trabalho educativo, se não há intenção do professor, o jogo, não pode ser considerado educativo. Sendo assim, as vertentes dos jogos enquanto formal e informal não se aplicam a ideia apresentada por Lima e Messeder Neto (2021). Para os autores, “o jogo só pode ser considerado educativo quando, por meio dele, existe a função de ensinar, ou seja, de produzir direta ou intencionalmente a humanidade que foi construída ao longo da história” (Lima; Messeder Neto, 2021, p. 189).

Já no que diz respeito à caracterização do jogo educativo em didático ou pedagógico, Lima e Messeder Neto (2021) vão de encontro a proposta de Cleophas, Cavalcanti e Soares (2018) que distinguem uma atividade educativa em didática ou pedagógica, considerando apenas a maneira como ela é organizada ou projetada, e isto inclui os jogos, por considerarem uma estreita relação entre a didática e a pedagogia.

Sobre estes aspectos, a partir da pedagogia histórico-crítica:

A pedagogia escolar está interligada ao saber sistematizado, elaborado, metódico, bem como à adaptação desses saberes de modo adequado à transmissão dos alunos no contexto escolar, de modo que há sistematização e socialização dos saberes a partir da adequação de formas e conteúdos concernentes a uma determinada modalidade de ensino, a uma área específica do conhecimento (Lima; Messeder Neto, 2021, p. 190).

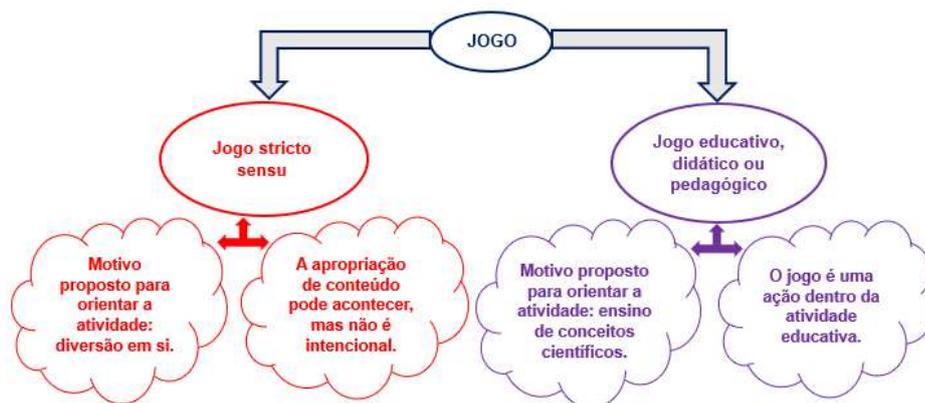
Já a didática é pensada “a partir de planejamentos, conteúdos, formas e avaliações, de modo a garantir que o sujeito se aproprie da humanidade construída coletivamente. Desse modo, adjetivar algo como didático significa que ele precisa contribuir para a função da escola” (Lima; Messeder Neto, 2021, p. 190). Logo, os autores entendem que tanto o jogo didático quanto o pedagógico, ou mesmo o educativo, são estruturados com o mesmo objetivo, enquanto ato educacional e intencional: potencializar o desenvolvimento afeto-cognitivo dos alunos por meio da

vinculação de conhecimentos sistematizados. Concluem esclarecendo que se o jogo está na escola cumprindo seu papel, ele pode ser chamado, indistintamente, de jogo educativo, didático ou pedagógico e, isto independe da forma como ele é adaptado/desenvolvido.

O jogo educacional, enquanto ação intencionalmente estruturada, dentro da atividade educativa, constitui-se como uma forma, um instrumento didático ou, se quisermos, pedagógico. O nome associado ao jogo nesse contexto, não altera o objetivo do ato de jogar, que só ganha relevância se articulado com o motivo real da atividade pedagógica: o ensino de conceitos científicos (Lima; Messeder Neto, 2021, p. 191).

Nesta perspectiva, um jogo pode ser considerado educativo se, atrelado a ele, há a intencionalidade didática ou pedagógica do professor na compreensão do papel do jogo como instrumento que o auxilia na execução do trabalho educativo. Portanto, Lima e Messeder Neto (2021) compreendem que a distinção do jogo enquanto educativo, didático ou pedagógico depende da perspectiva pedagógica adotada pelo professor e, para o jogo ser considerado educativo, o fator dominante no processo é a sua intencionalidade. Por fim, advogam que os termos JE, JD e JP são intercambiáveis, à luz da psicologia histórico-cultural, com a Figura 2 nos ajudando a organizá-los.

Figura 2 - Proposição esquemática das variantes dos jogos no contexto educacional à luz da psicologia histórico-cultural



Fonte - Adaptado de Lima e Messeder Neto (2021, p. 188).

A seguir discute-se a importância da utilização de jogos e ALs no contexto da educação e, mais especificamente, no ensino de ciências/química.

2.1.4 Jogos no ensino de ciências/química no Brasil

Daqui em diante são apresentados e analisados alguns trabalhos que versam sobre a utilização de jogos e ALs no ensino de ciências no Brasil, com destaque para a química. Neste sentido, optou-se por analisar e discutir como o lúdico vem sendo tratado nas pesquisas em ensino de química no Brasil, a partir de alguns dos trabalhos publicados na Revista Química Nova na Escola (QNEsc) entre os anos de 1972 e 2024. A QNEsc é regularmente publicada com periodicidade trimestral, e tem como objetivo subsidiar o trabalho, a formação e a atualização da comunidade do ensino de química brasileiro⁷. Ademais, o periódico integra a linha editorial da Sociedade Brasileira de Química (SBQ) e é base de dados importante para a área de ensino de química no Brasil (Selbach *et al.*, 2021), motivo pelo qual foi escolhido para o breve estudo sistemático desenvolvido nesta seção e na seção 2.2.1 intitulada Casos investigativos no ensino de ciências/química no Brasil.

Garcez (2014), em uma revisão bibliográfica de pesquisas acadêmicas abordando jogos e ALs no ensino de química no Brasil, no período compreendido entre 1972 e 2013, relata que em 1966, na QNEsc, Rocha-Filho apresenta um material para a construção da molécula do *buckminsterfulereno*, na forma de encarte com um modelo da molécula para ser montado. Além disto, Beltran, em 1997, propõe desenhos animados para representar o processo de solvatação e os estados físicos da água. Segundo a autora, a partir do ano 2000 começa a se observar um crescimento significativo da produção acadêmica sobre jogos aplicados ao ensino de química nos cenários nacional e internacional. Márcia Borin da Cunha publica um livro em que apresenta uma variedade de jogos de cartas e de tabuleiro para o ensino de química (Cunha, 2000), e Márlon Herbert Flora Barbosa Soares defende a primeira tese de doutorado envolvendo o uso de jogos no ensino de química (Soares, 2004). Neste trabalho, o autor apresenta teorias, métodos e aplicações de jogos diversos e de histórias em quadrinhos no ensino de química.

Com base no número de publicações em congressos e periódicos brasileiros, Messeder Neto (2015) sinaliza que, a partir deste marco temporal, a quantidade de trabalhos na área de jogos e de ALs em ensino de química cresce gradativamente. Aponta que a maioria destes trabalhos propõe jogos de tabuleiro, cartas e dominó, e

⁷ Informações extraídas de: http://qnesc.sbq.org.br/index_site.php.

sugere que os jogos e as ALs sejam utilizados de formas diversas como, por exemplo, para levar a história da ciência para a sala de aula, e como forma de avaliação. O autor afirma que a avaliação ainda é um tema complicado, e que o lúdico tem potencial para ser utilizado como estratégia de verificação da aprendizagem.

Ao realizar uma revisão bibliográfica na QNEsc, no período compreendido entre 2009 e 2020, Vital Junior, Rezende e Rezzadori (2020) constatam a existência de cerca de 25 trabalhos com o tema jogos. Identificam que há uma representatividade em relação à temática na revista, entretanto, destacam que jogos com características investigativas ainda são pouco problematizados. Ademais, do material selecionado na QNEsc, destacam os trabalhos de Santos e Michel, em 2009, que elaboram um jogo de cartas para explorar as relações implícitas entre a estrutura molecular e a força dos ácidos; o de Ferreira e Nascimento, em 2014, que propõem um jogo de tabuleiro baseado no jogo Ludo[®], voltado para o ensino de química de alunos com deficiência auditiva; o de Abreu e Maia, em 2016, que apresentam a realização de um jogo baseado no tema gerador “Baía de Guanabara” para trabalhar diversos conteúdos de forma interdisciplinar; o de Cleophas, em 2019, que apresenta um jogo de *Alternate Reality Game (ARG)* ou Jogo de Realidade Alternativa, uma metodologia interativa que mescla realidades concretas com simulações virtuais no computador; o de Rezende *et al.*, em 2019, que elaboram um quebra-cabeça abordando o conteúdo propriedades periódicas, e o de Cleophas e Cavalcanti, em 2020, que desenvolvem um *Escape Room*, um jogo que associa o uso da abordagem investigativa e a cooperação entre os pares.

Destacam-se ainda os artigos de Benedetti Filho *et al.* (2021), envolvendo estudantes de licenciatura em química que vivenciam a elaboração e aplicação de um jogo de tabuleiro intitulado Minerais, com o objetivo de ensinar conceitos de mineralogia a alunos do ensino médio; o de Figueiredo e Souza (2021) que aplicam um jogo digital para investigar os conhecimentos de licenciandos em química sobre o conceito de aleatoriedade presente na teoria cinética dos gases; o de Santos *et al.* (2021) que apresentam a proposta de um jogo didático-pedagógico intitulado Dama Química, desenvolvido por estudantes de graduação em Ciências Biológicas no âmbito do PIBID; o de Silva e Soares (2021) que elaboram, confeccionam e aplicam um jogo de tabuleiro, cartas e dados baseado nos conceitos da Teoria Computacional da Mente para a aprendizagem do tema geometria molecular. Na sequência são identificados os trabalhos de Barbosa e Rocha (2022) que abordam em um curso

voltado para a formação inicial de acadêmicos de licenciatura em química de um instituto federal de Santa Catarina aspectos teórico-práticos relacionados aos jogos didáticos; o de Gama e Alves (2022) que propõem a reelaboração de um jogo didático baseado no eixo temático “Constituição da matéria”, aprimorando-o para replicação em sala de aula, visto que a proposta original se mostrou difícil de ser compreendida e replicada por docentes que tentaram utilizá-lo em suas turmas; o de Martins e Cavalcanti (2023), que elaboram o jogo didático intitulado Supernova, um jogo de tabuleiro do tipo perguntas e respostas que contextualiza o tema tabela periódica e elementos químicos com a astronomia e a síntese dos elementos; Nonnenmacher *et al.* (2023), que construíram um jogo didático do tipo trilha sobre saneamento e aproveitamento energético do biogás que aborda questões conceituais, socioambientais e culturais, e apresenta possibilidades para se trabalhar conteúdos de química em sala de aula, e o de Nogueira, Santos e Cavalcanti (2024) que investigam e analisam as atitudes e intencionalidades que orientam professores no âmbito do Programa de Residência Pedagógica a propor um JEF para o ensino de química. Ainda em 2024, a QNEsc publica um número especial intitulado Ludicidade no ensino de química, contendo 42 artigos dedicados ao lúdico no ensino de química.

Nota-se que de 2021 em diante há um número expressivo de trabalhos voltados para o desenvolvimento de material didático e cursos de formação inicial de professores, além da produção de jogos voltados para o ensino de química. Neste sentido, indo ao encontro de Pinheiro e Cardoso (2023), reforçamos a importância e a necessidade da oferta regular de cursos de formação inicial e, também, continuada de professores abordando a definição, exemplos e aspectos teóricos envolvendo atividades lúdicas, que permitam incentivar o desenvolvimento de jogos, e o emprego do lúdico no ensino de química, com o professor devidamente preparado para conduzir, discutir e avaliar as contribuições desses recursos didáticos na formação dos estudantes.

2.2 CASOS INVESTIGATIVOS NA EDUCAÇÃO LÚDICA: UMA COMBINAÇÃO QUE DÁ JOGO

O método de Estudo de Casos (EC) é uma variante do método da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). Na ABP os estudantes são organizados em pequenos grupos em que aprendem de forma individual e

colaborativa, e com a orientação de professores-tutores a partir do estudo de situações-problema que são utilizadas como ponto de partida para a construção de novos conhecimentos (Filatro; Cavalcanti, 2018).

Em 1911, faz-se o primeiro registro de utilização formal do método do EC na Harvard Business School. Neste contexto, os casos são compostos por situações criminais e civis que os estudantes analisam e, com base em seus conhecimentos judiciais, elaboram novas leis e formulam novas decisões para resolver as situações-problema propostas. A maior parte dos casos são desenvolvidos de forma fechada e pronta, o que demanda dos estudantes respostas corretas e predeterminadas (Herreid, 1997).

Com o passar dos anos o método se transforma de maneira significativa até que, na década de 1940, o químico James Conant torna-se professor da Harvard onde, em uma palestra didática, mostra a importância do uso de histórias reais baseadas em eventos científicos no ensino de ciências (Herreid, 1997). Estas histórias reais são chamadas de casos investigativos (CIs) e consistem em narrativas de situações complexas que demandam o conhecimento científico e tecnológico dos estudantes para uma tomada de decisão (Herreid, 2007). Neste cenário, o professor se transforma em um contador de histórias com um viés educativo e os estudantes participam do próprio processo de construção e apropriação do conhecimento.

No Brasil, a Escola de Administração de Empresas de São Paulo (FGV-EAESP) é a pioneira na implementação do método do EC na década de 1970, por meio da criação de uma Central Brasileira de Casos. Apesar das metas e objetivos dos gestores da Central Brasileira de Casos acenarem para uma forte expansão na produção e disseminação de casos entre as faculdades de administração do país, seu funcionamento se dá apenas durante a década de 1980 (Leal; Oliveira, 2018).

Especificamente no ensino de ciências, a aplicação do método do EC se destaca desde meados dos anos 2000, principalmente por meio da publicação dos trabalhos do Grupo de Pesquisa em Ensino de Química do Instituto de Química de São Carlos (GPEQSC), da Universidade de São Paulo. Desde então, uma grande quantidade de artigos e materiais didáticos sobre o tema é produzido e disponibilizado, o que contribui para a popularização do método do EC no Brasil (Queiroz; Alexandrino, 2018).

Para utilizar uma estratégia de ensino baseada no método do EC, o professor precisa acessar os casos “prontos”, ou ele mesmo produzir os casos que pretende

abordar com os estudantes. Neste sentido, Herreid (1998a) aponta que um bom caso deve: narrar uma história sem um final; instigar a curiosidade pela questão a ser resolvida; ser atual; criar empatia com os personagens principais; apresentar diálogos entre os personagens; ser relevante para o leitor; ter utilidade pedagógica; provocar um conflito; forçar uma tomada de decisão; ter generalizações e, por fim, ser curto. Acreditamos que todas estas características contribuem para que os estudantes sejam inseridos na história, de modo a investigar e discutir o máximo de informações possíveis, com o objetivo de resolver o caso que é proposto pelo professor.

Diversas fontes de informação e de inspiração são utilizadas para produzir os casos, dentre elas: artigos de divulgação científica, artigos originais de pesquisa e filmes comerciais que tratem de histórias e/ou eventos capazes de gerar discussões sobre questões sociais, econômicas e éticas relacionadas à ciência, ou que abordem diretamente questões sobre o próprio conteúdo científico a ser abordado na disciplina pelo professor (Sá; Queiroz, 2010).

As estratégias para utilização de casos no ensino de ciências são variadas (Herreid, 1994, 1998b, 2011). O autor elabora um esquema de classificação destas estratégias, entre as quais destacam-se as principais: os casos individuais (*Individual Cases*); o método da leitura (*Lecture Method*); o método da discussão (*Discussion Method*), e o método de pequenos grupos (*Small-Group Methods*).

Nos casos individuais, o professor faz um breve relato sobre o caso a ser abordado e esclarece as perguntas que os estudantes devem responder. Os estudantes apoiam suas respostas de acordo com as discussões feitas em sala de aula sobre o tema abordado no caso e/ou após uma pesquisa bibliográfica mais minuciosa. O professor realiza, então, uma discussão em sala de aula sobre as respostas apresentadas pelos estudantes. O método da leitura se caracteriza pelo formato de uma aula expositiva, em que o caso é uma história contada pelo professor aos estudantes, de forma elaborada e com objetivos específicos. A desvantagem de usar este método, é que os estudantes são receptores passivos das informações transmitidas pelo professor em sala de aula (Francisco, 2015).

No método da discussão, o caso é conduzido pelo professor como um dilema. Neste sentido, o professor chama os estudantes para discutir o caso e espera uma participação ativa na discussão. Durante a discussão, os estudantes são questionados a respeito de suas perspectivas e sugestões para solucionar o caso. Algumas

variantes do método da discussão são os formatos que incluem debates, simpósios e júris simulados (Herreid, 1998b).

Já no método de pequenos grupos, os casos são narrativas que são solucionadas e levam em consideração o contexto social e/ou profissional em que os estudantes estão inseridos. A característica essencial desta estratégia, é que os casos são analisados por pequenos grupos de alunos em um trabalho colaborativo ou cooperativo. Sendo assim, os estudantes leem o caso em voz alta, discutem os elementos apresentados, listam o que já sabem e elaboram um planejamento que contém um conjunto de assuntos que eles precisam pesquisar individualmente antes do próximo encontro. Este processo se repete até que o caso é solucionado, e o professor atua como um facilitador durante as discussões (Sá; Queiroz, 2010). Há ainda duas variantes populares deste método: o método do caso interrompido (*The Interrupted Case Method*) e o debate íntimo (*Intimate Debate Method*).

O método do caso interrompido se assemelha à ABP, mas os casos são conduzidos em uma única aula e sem que os estudantes precisem fazer pesquisas bibliográficas. Neste método, as informações e todos os dados necessários para resolver o problema de forma gradual são fornecidos aos alunos em partes sucessivas e progressivas (Herreid, 2005). Já o debate íntimo é utilizado na abordagem de temas polêmicos e controversos, em que os estudantes dos pequenos grupos defendem prós e contras de uma determinada questão. Duplas de alunos com ideias opostas sobre o assunto abordado expõem seus pontos de vista, argumentam em defesa do mesmo, e discutem entre si até que se chegue a um consenso sobre a situação (Herreid, 2007).

Queiroz e Silva (2017) propõem uma classificação dos casos em estruturados e mal estruturados, de acordo em como o problema ou dilema é narrado. Em um caso estruturado, o problema ou dilema é apresentado na narrativa de forma bem definida e exige, de forma direta, que os alunos façam propostas para solucionar o problema em foco. Já nos casos mal estruturados, o problema é apresentado de forma não definida, fica a cargo dos estudantes identificar o problema e, na sequência, propor e defender soluções.

Na literatura, ainda é possível encontrar exemplos de aplicações do método do EC nos quais os professores usam uma ou mais estratégias, além de exemplos nos quais adotam uma estratégia específica mediante a realização de algumas variações (Queiroz; Silva, 2017). Neste viés, ressalta-se que a estratégia utilizada nesta

pesquisa para abordar os CIs no contexto do jogo Pistas Químicas envolve uma adaptação do método de pequenos grupos.

2.2.1 Casos investigativos no ensino de ciências/química no Brasil

Nesta seção são apresentadas questões pertinentes ao uso do método do EC no ensino de ciências no Brasil, com destaque para a química. Segundo Queiroz e Alexandrino (2018), os primeiros relatos da utilização do método do EC no ensino de química no Brasil constam em dois artigos publicados na QNEsc, no ano de 2007. Os artigos são de autoria de membros do GPEQSC, da Universidade de São Paulo, coordenado pela professora Salete Linhares Queiroz.

Analisando os trabalhos publicados na QNEsc que abordam o uso do método do EC no ensino de química, no período compreendido entre 2007 e 2024, destacam-se os trabalhos de: Silva, Oliveira e Queiroz que, em 2011, utilizam um caso intitulado SOS Mogi-Guaçu em uma turma de química do ensino médio para discutir sobre variadas formas de poluição de ambientes aquáticos; Souza, Rocha e Garcia (2012) que abordam o conteúdo isomeria das moléculas no 3º ano do ensino médio de escolas estaduais de Pelotas a partir de um caso elaborado por bolsistas no âmbito do PIBID; Freitas-Reis e Farias que, em 2015, adotam o uso de CIs no ensino médio de uma escola pública de Juiz de Fora para abordar diversos conteúdos de química a partir de um tema social (aditivos de alimentos); Silva *et al.* que, em 2016, desenvolvem uma *WebQuest* voltada ao controle da lagarta-do-cartucho no milho para o ensino de conteúdos de química orgânica com alunos do 3º ano do ensino médio de uma escola particular localizada no município de Morro Agudo (SP); Souza, Cabral e Queiroz (2018) que combinam a estratégia do método do EC às funcionalidades e ferramentas de um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) no contexto do ensino de química; Tomaz *et al.* (2019) que trabalham com alunos do ensino médio noturno de uma escola pública do interior do Nordeste um caso que aborda as implicações que o consumo de água fora dos parâmetros de qualidade pode trazer para a saúde humana, problema enfrentado pelos alunos da escola. Na sequência ainda se destacam os trabalhos de Silva e Francisco (2020), que propõem o uso do método do EC como forma de apresentar uma proposta didática pautada em interações colaborativas entre estudantes da Universidade Federal do Tocantins como forma de beneficiar a argumentação e a discussão sobre conceitos de reações

nucleofílicas; Selbach *et al.* (2021) fazem uma revisão bibliográfica para mapear pesquisas relacionadas ao método do EC na promoção da argumentação no ensino superior de química; Lima, Oliveira e Queiroz (2022) relatam a aplicação de um estudo de caso interrompido sobre resíduos sólidos urbanos junto a graduandos em química visando a compreensão de conhecimentos ambientais e a extensão da associação deste conhecimento às metas estabelecidas nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS); Silva *et al.* que, em 2022, apresentam uma experiência com o uso do método do EC com o tema agrotóxicos evidenciando a relação da química com a sociedade e o ambiente, contribuindo para o ensino de química no ensino médio regular, e Cunha, Queiroz e Cabral (2024) que descrevem uma atividade didática pautada em estudos de caso interrompidos sobre biofilmes poliméricos para o revestimento de frutas, cuja apresentação da resolução culminou na produção de uso espontâneo de recursos lúdicos como, por exemplo, dramatização, histórias em quadrinhos e pôster por graduandos em química.

Vale apontar a existência de semelhanças entre as propostas de utilização dos CIs relatadas nestes trabalhos, bem como uma disposição em empregá-los, com os seguintes objetivos: analisar a capacidade de argumentação dos estudantes; discutir questões sociocientíficas diversas; encorajar a pesquisa e a busca de informações, e alavancar os processos de ensino e de aprendizagem, no intuito de melhorar o entendimento de conceitos científicos. Ademais, a metodologia por CIs é utilizada nos ensinos médio, médio/profissionalizante e superior, e com foco na formação inicial de professores.

Além dos trabalhos relatados, destacam-se ainda os artigos de Silva *et al.* (2015) e de Francisco (2017), em que a aplicação do método do EC está associada à ludicidade. O primeiro circula na QNEsc, e descreve um jogo didático com caráter investigativo chamado Quiminvestigação que é usado para abordar os conteúdos químicos tabela periódica e funções inorgânicas no ensino médio de uma escola pública na cidade de Alfenas, em Minas Gerais. Com base nos resultados coletados, as autoras verificam que o jogo contribui de forma positiva para a aprendizagem dos conteúdos químicos abordados, e proporciona uma maior interação aluno-aluno e aluno-professor em sala de aula. Já o segundo artigo, circula na Revista Ludus Scientiae (RELuS), e descreve o uso de CIs em uma vertente lúdica, a partir de uma adaptação do jogo *Scotland Yard*[®] como alternativa para ensinar química em uma abordagem histórica.

Sobre este aspecto, Cunha, Queiroz e Cabral (2024, p. 528) apontam que as investigações que relacionam a aplicação de estudos de caso à ludicidade são raras, e “estimulam o desencadeamento de iniciativas e a geração de conhecimentos que associem estas duas vertentes pedagógicas, amplamente difundidas no contexto nacional: os estudos de caso e os recursos lúdicos”. Advogam que trabalhos futuros incluam a articulação entre o uso de estudos de caso e recursos lúdicos em diversos contextos, inclusive na educação básica. Entendendo que esta é uma carência na área de ensino de química e de modo a contribuir para fomentar um número cada vez maior de ALs associadas ao método do EC em ambientes de ensino de química na educação básica, é que se destaca a importância do jogo Pistas Químicas desenvolvido nesta tese.

2.3 PSICOLOGIA HISTÓRICO-CULTURAL: UM CAMINHO A PERCORRER

Nesta seção são apresentados aspectos essenciais da psicologia histórico-cultural de Lev Semenovich Vigotski⁸ e que, por vezes, são desconhecidos por professores e pesquisadores. Ressalta-se que psicologia histórico-cultural (PHC) pensa no desenvolvimento do ser humano como um todo e, nesta pesquisa, a utilizamos voltada para a aprendizagem, sendo apresentados pressupostos importantes para o seu desenvolvimento e a análise dos dados coletados.

2.3.1 Um passo de cada vez: pressupostos básicos

Messeder Neto (2016) afirma que o corpo orgânico do ser humano só pode existir a partir dos elementos que compõem o mundo e do intercâmbio contínuo com a natureza. Sendo assim, não é possível explicar quem é o ser humano analisando simplesmente questões hereditárias e biológicas. Para tal fim, é necessário ir além e perguntar, do ponto de vista ontológico, o que o diferencia dos outros seres vivos. O autor explica que o homem, na essência, se diferencia dos animais por agir

⁸ O nome do russo Lev Semenovich Vigotski tem sido grafado de diferentes formas na literatura científica ocidental, a saber: Vygotsky, Vygotski, Vygotskij, Vigotski, entre outras. Como as diferentes formas de grafia de seu nome são aceitas, a forma utilizada nesta tese será Vigotski, exceto as referências, as quais serão escritas conforme a grafia encontrada no texto original.

intencionalmente sobre a natureza e isto permite que ele produza seus meios de subsistência. Chama-se esta ação intencional de trabalho.

O pensamento marxista é para Vigotski uma fonte científica valiosa. As concepções de Marx e Engels sobre a sociedade, o trabalho humano, o uso de instrumentos, e a interação dialética entre o homem e a natureza, servem como fundamento principal de suas teses sobre o desenvolvimento humano, profundamente enraizado na sociedade e na cultura (Rego, 2014). Cole *et al.* (2007) explicam que, ao trabalhar, ao mesmo tempo que o ser humano transforma o ambiente que o cerca para atender às suas necessidades básicas, ele transforma a natureza e a si mesmo. Mas o que isso significa de fato?

Para exemplificar, Messeder Neto (2016) discute sucintamente o processo de construção e elaboração de um suposto primeiro machado, um objeto tipicamente humano. Na sua construção, o homem reúne elementos próprios da natureza, um cipó, um pedaço de madeira e uma pedra, que dá origem a algo novo, e que não é encontrado diretamente na natureza. O autor explica que, ao fazer isto, o homem realiza o processo de objetivação. Os indivíduos envolvidos no processo de criação do machado também se transformam, visto que adquirem novas habilidades e novos conhecimentos que os permitem evoluir e criar outros machados, a partir das necessidades que surgem a partir do momento da criação do primeiro machado. Sendo assim, “os indivíduos sociais que construíram o machado se transformam ao fazê-lo, e essa transformação aconteceu por conta do trabalho” (Messeder Neto, 2016, p. 52).

Para Cole *et al.* (2007), quando o homem transforma a natureza, atua na construção de sua própria subjetividade, do seu próprio psiquismo. Conforme isto ocorre, a subjetividade humana fica cada vez mais elaborada à medida que novos complexos sociais surgem e novas necessidades e possibilidades aparecem para a humanidade (Messeder Neto, 2015). Neste viés, a formação do psiquismo humano é uma formação histórica e socialmente determinada, de forma que o indivíduo possui uma dinâmica constante de se apropriar do constituído por gerações anteriores e de objetivar o novo (Rego, 2014).

Vigotski (2009) entende que o processo de apropriação e suas relações com a objetivação acontece pela mediação do outro indivíduo, em um processo educativo e em condições históricas. Messeder Neto (2015) ressalta que esta concepção vai ao encontro das teses marxistas, visto que admite que as ideias têm força material e, ao

mesmo tempo, são construídas dentro de relações sociais e históricas que formam o indivíduo. Na seção seguinte são apresentadas e discutidas as funções psíquicas, tão importantes dentro da PHC de Vigotski.

2.3.1.1 Seguindo em frente: funções psíquicas elementares e superiores

As funções psíquicas são as unidades que ajudam a formar a imagem subjetiva do mundo real objetivo. Esta imagem é construída por cada ser humano particular e pode ser mais próxima ou mais distorcida do real, e depende dos instrumentos psíquicos que os homens e o gênero humano dispõem. Neste viés, existem as chamadas funções psicológicas elementares (FPE) e as funções psicológicas superiores (FPS).

As FPE são um legado da espécie humana, de modo que estão asseguradas pelo desenvolvimento biológico, e dependem diretamente da maturação cerebral e biológica de cada indivíduo. Em contrapartida, quando o homem se apropria da cultura e se “liberta” dos limites biológicos, ele passa a deter funções tipicamente sociais, chamadas de funções psicológicas superiores. Portanto, as FPS só existem nos seres humanos e são formadas no seio da sociedade e no mundo em que vivem (Messeder Neto, 2015). O autor aponta que as FPS são mediadas por signos, que são os meios auxiliares para a solução de tarefas psicológicas e, portanto, os responsáveis por mediar a dimensão interpsicológica (fora do sujeito), e a dimensão intrapsicológica (dentro do sujeito). Cole *et al.* (2007, p. 55, grifo do autor) definem a função do signo como um instrumento interno:

A função do instrumento é servir como um condutor da influência humana sobre o objeto da atividade; ele é orientado *externamente*; deve necessariamente levar a mudanças nos objetos. Constitui um meio pelo qual a atividade humana externa é dirigida para o controle e o domínio da natureza. O signo, por outro lado, não modifica em nada o objeto da ação psicológica. Constitui um meio da atividade interna dirigido para o controle do próprio indivíduo; o signo é orientado *internamente*.

Messeder Neto (2015) explica que o signo não é apenas um elo entre o indivíduo e o meio externo, ele é responsável por transformar o próprio homem, na medida em que complexifica as FPS. Esclarece que a utilização e apropriação dos signos gera uma diferença entre as FPE e as FPS; esta diferença é a regulação do comportamento. Enquanto os processos elementares são regulados pelo ambiente, os processos superiores são autorregulados, isto é, o indivíduo se apropria dos signos

de modo a utilizá-los como forma de controlar sua conduta. Sendo assim, a voluntariedade é condição necessária para que o homem realize atividades de forma consciente. Neste ponto é importante entender que:

Se por um lado nenhum processo é em si puramente elementar, porque a criança já nasce imersa na cultura, por outro lado o seu desenvolvimento pleno como FPS só acontecerá se ela se apropriar do legado cultural da humanidade. Quanto mais complexa e mais rica for essa apropriação, maior a chance de atingirmos as máximas potencialidades dessas FPS e, desse modo, melhor será o nosso controle da nossa conduta que implica, inclusive, o domínio dos processos elementares que ainda residem no funcionamento do psiquismo (Messeder Neto, 2016, p. 61).

Sendo assim, entende-se que a linha biológica do desenvolvimento humano se caracteriza pela relação direta do homem com o mundo que o cerca, por comportamentos espontâneos ou imediatos, dos quais ele não tem consciência, logo, não controla na plenitude. Já a linha histórica se caracteriza pelo surgimento de novas formas de conduta (condutas mediadas), que são fruto das conquistas culturais que o homem alcança ao longo dos tempos em suas atividades.

Martins (2013) entende que as FPE e as FPS não podem ser tratadas de maneira isolada, e opta por chamá-las de “processos funcionais”. A autora esclarece que os processos atuam de forma integrada para o homem captar o mundo que o cerca independente da sua consciência, e enumera quais são eles: (i) a sensação; (ii) a percepção; (iii) a atenção; (iv) a memória; (v) a imaginação; (vi) o pensamento; (vii) a linguagem, e (viii) a emoção/sentimento. Na sequência, destacam-se cada um destes processos funcionais.

As sensações (i) são os reflexos das qualidades e fenômenos do mundo material que atuam diretamente nos órgãos dos sentidos. Através das sensações, é possível conhecer as cores dos objetos, o sabor, o cheiro e os aspectos táteis. Ademais, as sensações possibilitam entender as mudanças do corpo como, por exemplo, movimentos e posições (sensação de equilíbrio) e o que se refere aos estímulos orgânicos internos (sede, fome, respiração e circulação sanguínea) (Smirnov *et al.*, 1960 apud Messeder Neto, 2015, p. 40).

Martins e Arce (2010) explicam que a percepção (ii) é um processo funcional que se dá pela articulação de diversas sensações. Por exemplo, se a sensação são as notas musicais, a percepção é a melodia. Vigotskii (2010) explica que a percepção é considerada em suas origens como uma função elementar e, sendo assim, entende que a percepção está presente desde a tenra infância. Entretanto, Messeder Neto

(2016) ressalta que a percepção de mundo da criança é diferente da percepção de mundo dos adultos, pois na criança a percepção é difusa e o processo ainda está vinculado a processos emocionais e motores. Aponta que com a apropriação da linguagem e o desenvolvimento do pensamento, especificamente, o pensamento por conceito, o ato de perceber fica mais elaborado e mais estável no sentido de se perceber o objeto para além do contexto no qual ele é apresentado.

Em um mundo com grande quantidade de objetos e fenômenos para serem percebidos, outra função que ganha destaque é a atenção (iii). Messeder Neto (2016) explica que a necessidade de se realizar atividades centradas e dirigidas exige uma capacidade de foco do ser humano, que o faz desenvolver a atenção a níveis não atingidos pelos outros animais. Assim como a percepção de mundo do adulto é diferente da percepção de mundo da criança, a atenção da criança difere da atenção do adulto de tal modo que, na fase inicial da vida ela é quase um ato instintivo.

Na criança vigora uma atenção involuntária, que permite que ela se oriente no meio e perceba mudanças bruscas a seu redor, isto é, é uma maneira de perceber um estímulo externo e reagir a ele. A atenção involuntária está presente também em outros animais superiores sendo, portanto, uma FPE (Messeder Neto, 2015). Além da atenção involuntária, o homem detém uma atenção orientada a partir de estímulos internos e que o direciona para um objeto de forma voluntária. Esta é a chamada atenção voluntária, uma FPS. O autor explica que a atenção voluntária não se desenvolve espontaneamente e, a partir da aquisição da linguagem, os indivíduos aprendem a se concentrar e a escolher aquilo que deve ser alvo de sua atenção.

Desde muito nova a criança já começa a desenvolver a atenção voluntária, com a ajuda do adulto e dos gestos que ele faz para se comunicar com ela (Messeder Neto, 2015). O autor usa o exemplo de um pai que aponta com o dedo para um passarinho e diz ao filho “olha lá o passarinho”, para enfatizar que ao usar o dedo, o pai direciona a atenção da criança. Ao fazer isto, tem-se um exemplo de uma atenção dirigida que não se dá por estímulos aleatórios, mas sim por um estímulo intencional e direcionado por um adulto por meio de uma palavra ou gesto. Nesta fase, em que a atenção é mediada, a criança precisa ser continuamente lembrada dos motivos que a levam a fazer algo para que ela possa manter o foco no que está fazendo.

No estágio seguinte, o próprio indivíduo passa a guiar sua atenção. O homem ganha autonomia e dirige sua atividade de maneira plena, com domínio sobre seus reflexos naturais que o condicionam ao ambiente. É nesta fase da atenção que o

homem é efetivamente capaz de ter controle sobre sua conduta e escolher no que quer prestar atenção, mobilizado pelo conceito aprendido e não por estímulos ambientais (Messeder Neto, 2015). Destaca que é na adolescência que os conceitos podem ser realmente aprendidos, pois nesta fase o indivíduo pode apresentar maior concentração e a maior possibilidade de dedicar mais tempo prestando atenção em algo. Smirnov *et al.* (1960, p. 195 apud Messeder Neto, 2015, p. 47) apontam as potencialidades da atenção do adolescente:

O adolescente se caracteriza por uma maior constância, concentração e intensidade na sua atenção. Se o adolescente se interessou em algo, pode ficar atento durante muito tempo. Na escola, sua atenção está condicionada, ao mesmo tempo, pelo costume de ser atento, pelo aparecimento de interesses de caráter cognoscitivo e pelo desejo de saber. Quer fazer muito por si mesmo, mostra uma grande energia e atividade, faz muitas coisas que lhe interessam.

Neste momento, recorro de minha prática docente e de algumas conversas informais com outros educadores e atento para o fato de que a grande reclamação do professor da escola básica, especialmente se ele é professor de química como eu, é que seus alunos não ficam muito tempo prestando atenção na aula, não conseguem parar cinco minutos para ler um livro ou um texto que envolva conceitos químicos, pois logo ficam inquietos e se distraem com rapidez e facilidade. Recordar disto tudo me leva a uma inquietação: se é na adolescência que os conceitos podem ser realmente aprendidos, por que nossos alunos não conseguem se concentrar nas aulas de química? Se você se identifica com essa pergunta, Messeder Neto (2015, p. 48, grifo nosso) esclarece que:

Em uma sociedade dividida em classes sociais, na qual para grande parte da população é negado o seu direito de se apropriar de bens culturais e conceitos mais elaborados, pois estes são de propriedade privada, fica difícil que o adolescente chegue ao nível de atenção voluntária proposta por Smirnov e seus colaboradores. Ou seja, *chegar à puberdade, do ponto de vista biológico, não significa que os indivíduos tenham desenvolvido ao máximo sua atenção voluntária, principalmente na situação atual em que nos encontramos, sob a égide do capital que é desfavorável ao desenvolvimento humano pleno.*

Portanto, infere-se que os alunos que têm chegado para assistir nossas aulas de química são adolescentes cuja atenção voluntária ainda não se desenvolveu na sua máxima potencialidade, logo, como educadores:

Devemos tratar de criar condições objetivas para que esta atenção atinja o máximo possível de desenvolvimento. [...] Ter como norte o mais alto

desenvolvimento deste processo funcional *significa priorizar nas aulas de química (e das outras matérias) os conceitos científicos para que, só assim, esta função psíquica superior do jovem se desenvolva e, ao final, ela esteja voltada mais para o conteúdo do que para forma com a qual ele é vinculado* (Messeder Neto, 2015, p. 49, grifo nosso).

Seguindo em frente, passa-se então à função da memória (iv), que ajuda o indivíduo a trazer para o presente o que é sentido, percebido, atentado, vivido e pensado em um momento anterior. Contudo, a maioria das coisas que o ser humano fixa, não ocorre de forma voluntária. Messeder Neto (2015, p. 50) explica que “a memória involuntária é responsável por boa parte da memória que temos no nosso cotidiano, lembramos de muitas coisas que não necessariamente gravamos de maneira consciente”. Por outro lado, o autor ressalta que o indivíduo tem necessidade de lembrar voluntariamente de alguns fenômenos, o que o faz desenvolver a memória voluntária. Explica que a memória voluntária tem caráter tipicamente humano e permite fixar de forma consciente algo que se queira lembrar em um momento futuro.

Segundo Vigotski (2009), a memória involuntária atinge sua máxima potencialidade na tenra infância e, com a aquisição da linguagem e a entrada na escola, a memória evolui para um caráter voluntário. Portanto, a escola deve, entre outras coisas, educar a memória. A educação da memória exige que a criança lembre voluntariamente de um conteúdo e use instrumentos que a ajudem a lembrar e a estabelecer conexões lógicas entre objetos, para que a memória não seja simplesmente mecânica. Em meio a esta discussão, quantas não são as vezes que, ao ministrar aulas de química, escutamos a seguinte pergunta dos nossos alunos: professor(a), isto é para decorar?

Há professores que defendem que memorizar é algo ruim, por entenderem que é um ato mecânico e sem sentido algum para o aprendiz. Mais uma vez, para aqueles que se identificam com esta situação, “a memorização é condição para que possamos automatizar certas habilidades tornando-as operações que libertam o homem de pensar sobre tudo o que faz” (Messeder Neto, 2015, p. 52).

Se a memória é uma função voltada para organizar experiências passadas, a imaginação (v) está projetada para algo que ainda não aconteceu (Messeder Neto, 2012). Neste sentido, a imaginação é uma FPS voltada para a criação de imagens novas que,

podem ser novidade do ponto de vista individual, quando, por meio dessa função, a pessoa se apropria de algo que não está dado em sua vida imediata

ou é novo para a humanidade, já que o processo de criação é essencialmente imaginativo (Messeder Neto, 2015, p. 52).

É no processo de brincar que estão os rudimentos da função imaginação na criança. Na perspectiva assumida pela PHC, brincar é uma atividade de extrema importância para a criação e o desenvolvimento da imaginação (Messeder Neto, 2015). Vigotski (2008, p. 25) discorre que a imaginação “é o novo que está ausente na consciência da criança na primeira infância, absolutamente ausente nos animais e representa uma forma especificamente humana de atividade da consciência; e, como todas as funções da consciência, forma-se originalmente na ação”.

Na situação imaginária a criança começa a separar pela primeira vez o sentido do objeto e o seu significado (Leontiev, 2010a). Vigotski (2008) cita que na brincadeira de cavalgar, um cabo de vassoura torna-se um cavalo e, quando a criança faz isto, ela sai do campo ótico, em que o objeto só pode ser um objeto, e vai para o campo semântico mais amplo, em que o cabo de vassoura representa o cavalo. Neste contexto, o significado do objeto continua sendo o mesmo (a criança sabe que se trata de um cabo de vassoura), mas na brincadeira, ele ganha um novo sentido (passa a ser um cavalo). Vigotski (2008, p. 30) explica que ao fazer a separação do significado e do sentido, a criança dá um salto no seu desenvolvimento psíquico:

Separar a ideia (significado da palavra) do objeto é uma tarefa tremendamente difícil para a criança. A brincadeira é uma forma de transição para isso. Neste momento em que o cabo de vassoura, ou seja, o objeto, transforma-se em um ponto de apoio (pivô) para a separação do significado “cavalo” do cavalo real, nesse momento crítico, modifica-se radicalmente uma das estruturas psicológicas que determinam a relação da criança com a realidade.

Ressalta que ao brincar se expressa uma fraqueza da imaginação da criança que exige que o objeto real tenha alguma característica próxima ao análogo do jogo, ou seja, “para pensar sobre o cavalo, ela precisa projetar, no cabo de vassoura, no pivô, suas ações com esse cavalo” (Vigotski, 2008, p. 30), logo, nem tudo pode ser tudo na brincadeira. Messeder Neto (2015, p. 116) esclarece que, um lápis não pode ser, inicialmente, um cavalo porque a criança não consegue montá-lo, concluindo que “é à medida que a imaginação vai se desenvolvendo que a criança vai ficando mais livre do objeto e tudo pode ser tudo”.

Concordamos com Messeder Neto (2015) quando afirma que mesmo com a imaginação desenvolvida, no jogo, a criança não vai para um outro mundo descolado do real. A criança entende as limitações reais do objeto e não evade do mundo. Não

evade do mundo, porque brinca para poder fazer parte dele e participar das relações sociais que não estão disponíveis imediatamente.

Voltando ao exemplo da construção do primeiro machado, a fabricação do machado exige que o homem construa em sua cabeça o produto final antes dele, de fato, existir na materialidade. O trabalho exige do ser humano a especialização da função imaginativa. Portanto, a imaginação permite certa “deformação” do real, de modo a operá-lo e a fazer novas conexões e, assim se cria o novo (Messeder Neto, 2015). O autor chama atenção para o fato de que é importante entender que o material para a imaginação é encontrado na realidade e, portanto, “quanto mais elementos do real o indivíduo dispuser na sua psique mais imaginativo ele poderá ser, mais ele poderá propor combinações de elementos, mais ele poderá criar” (Messeder Neto, 2015, p. 54). Sendo assim, entendemos que a imaginação evolui à medida em que o ser humano conhece mais sobre o real.

Messeder Neto (2012) destaca que é comum pensar que a imaginação na criança é mais rica do que no adulto, e indica que, do ponto de vista psicológico, isto é impossível visto que nenhuma FPS do ser humano involui no decorrer do desenvolvimento. Sobre este aspecto, Messeder Neto (2015) afirma que a imaginação da criança é mais pobre do que a do adulto, visto que o seu conhecimento sobre o real é mais pobre. Nos entremeios desta discussão, defendemos que a escola é o lugar ideal para que a criança tome conhecimento do mundo que a cerca e, para tal fim, utilize a imaginação. Buscamos suporte nas palavras de Messeder Neto (2015, p. 56-57, grifo nosso) que argumenta:

Dentro do que entendemos como imaginação, não podemos concordar que a escola seja responsável por prejudicar a imaginação da criança. Entendemos o contrário, *a escola bem conduzida e carregada de conhecimentos clássicos permite que o indivíduo conheça melhor o mundo através da imaginação e ao dominá-lo pode atuar em sua transformação.*

Assim sendo, o desenvolvimento da imaginação ocorrerá à medida que se forneça conhecimento que está além do cotidiano da criança. Quanto mais objetivações do gênero humano forem disponibilizadas a este ser em formação, mais a imaginação se desenvolve (Messeder Neto, 2012). Sobre este aspecto:

A criatividade e a imaginação se desenvolverão em sua máxima potencialidade à medida que os estudantes entrem em contato e se apropriem das objetivações humanas mais elaboradas na vida e na escola. É conhecendo as artes, a filosofia e a ciência que o indivíduo desenvolverá sua criatividade em sua máxima expressão. [...] Se a vida não disponibiliza

esse contato e mesmo que o faça, esses elementos aparecem por acaso, cabe à escola disponibilizar de maneira intencional os grandes mestres da humanidade que se firmaram como clássicos (Messeder Neto, 2015, p. 57, grifo nosso).

No contexto escolar, não temos dúvida sobre a importância da imaginação para o aprendizado de conteúdos científicos e, concordando com Messeder Neto (2015, p. 57), entendemos que:

Conhecer os mecanismos de reações, as operações com os modelos postos na teoria das colisões, os modelos de ligações iônicas e covalentes, as diferentes teorias de ligação, a geometria das moléculas e o modelo dos gases ideais são exemplos de conteúdos científicos da química que não encerram sua importância em si mesmo, eles remetem ao desenvolvimento do pensamento e da imaginação e, portanto, remetem ao melhor entendimento do mundo.

No ensino de química, Messeder Neto (2012) explica que o acesso à realidade submicroscópica só pode ocorrer com o uso de modelos e analogias construídos com a ajuda da função imaginação. Neste cenário, entendemos que o ato de imaginar conduz os estudantes a verdadeiros experimentos mentais, em que eles são convidados a propor explicações para os diversos fenômenos que os cercam e são corrigidos pelo professor sempre que se distanciam do modelo científico. Messeder Neto (2015, p. 57-58) pontua que,

devemos superar a ideia de que criatividade e imaginação só se desenvolvem nas aulas de arte e independem dos conceitos científicos trabalhados, concepções como essas insistem em defender um espontaneísmo vazio que em nada contribui para o desenvolvimento do educando. Para que o real se torne inteligível cabe ao homem estabelecer relações para além do imediato. [...] O ato de imaginar, que dá acesso às coisas não vividas na experiência, para acontecer de maneira a contribuir para o entendimento do real, precisa de um conhecimento das leis e aspectos gerais da realidade. O estabelecimento de tais leis e aspectos gerais e a resolução de problemas que não estão em nosso domínio imediato dependerão da nossa capacidade de fazer síntese, análises e comparações. Esses processos servem para compreender o mundo para além dos exemplares, permitindo que haja uma construção subjetiva da imagem subjetiva do mundo objetivo a partir de regularidades, relações causais e generalizações.

Dentro da perspectiva do autor destacada acima, entendemos que é preciso impulsionar o estudante para ir além do imediato, pois é preciso que ele se aproprie do conhecimento científico.

Vigotski (2009) explica que o pensamento (vi) é um reflexo generalizado da realidade e está estruturado a partir de três operações fundamentais: a análise, a síntese e a comparação. A análise é o processo de separar o todo em partes, constituindo-se na separação mental das propriedades e qualidades do objeto ou do

fenômeno. A síntese é o par dialético da análise e reflete a capacidade mental de reunir as partes em um todo coerente, a partir do estabelecimento de nexos e relações de dependência entre as partes. O processo de análise e síntese dos objetos permite que a comparação seja realizada e possibilita estabelecer semelhanças e diferenças entre fenômenos, objetos e ideias. A comparação sugere o estabelecimento de novas conexões, dá a possibilidade de se criar categorias e fazer classificações (Martins, 2013).

A comparação é fundamental para o ato de generalização e, portanto, de conceituação. Martins (2013) pontua que generalizar é identificar as propriedades essenciais comuns existentes entre os objetos, fenômenos e ideias. Para Messeder Neto (2015, p. 59) “ao reconhecer o que é comum e o que é diferente nos objetos o homem pode construir uma representação dos objetos que supera por incorporação o objeto concreto. Esse é o processo de abstração, que está intimamente ligado à generalização”. No contexto educacional, Smirnov (1960, p. 241 apud Messeder Neto, 2015, p. 59) esclarece que “o aluno sempre compreende melhor as explicações do professor quando este mostra exemplos e casos concretos em que se manifesta aquilo sobre o que ele tem falado em termos gerais”.

Sobre este aspecto, Messeder Neto (2015) exemplifica que quando o professor ensina o conceito de ácidos e bases de Arrhenius para seus alunos, não basta definir que um ácido em meio aquoso libera íons H^+ e que uma base em meio aquoso libera íons OH^- . Além destas definições, é necessário que o professor dê exemplos de ácidos e bases, bem como mostre seus constituintes, sua relação com a água e discuta a importância desta classificação para abordar outros temas como pH, nível de acidez/basicidade do meio, entre outros exemplos dos quais disponha o professor (Messeder Neto, 2015). Argumenta que se o professor apenas definir ácido e base, o que se tem é uma verbalização vazia; por outro lado, se ele só exemplificar e não conceituar, há uma grande possibilidade de que o aluno não entenda o que é essencial entre todos os ácidos e bases, bem como o que faz com que eles sejam colocados dentro deste conceito, não atingindo o grau de generalização necessário. Esclarece que é o trânsito do geral para o particular e do particular para o geral que permite que o estudante se aproprie do conceito.

Concordamos com Messeder Neto (2015) que este processo não ocorre em um único momento e nem é apropriado de imediato pelo estudante, pois a elaboração de um conceito é algo complexo que vai sendo construído ao longo de um grande

percurso de estabelecimento de relações do conteúdo com a rede conceitual que o estudante possui e que está sendo apropriada.

Vigotski (2009) destaca que a palavra é o signo de alcance mais geral e, por isto, tem papel fundamental no processo de abstração. A linguagem (vii) permite que o indivíduo se comunique com o outro, o que o leva a generalizar e a abstrair o pensamento. Neste sentido, os processos de generalização e de abstração estão intimamente relacionados. O desenvolvimento da linguagem é fundamental para o desenvolvimento da função pensamento, que é imprescindível para o processo de generalização. Prossegue explicando que, o desenvolvimento do pensamento e da linguagem ocorre de forma não paralela e desigual. Messeder Neto (2015, p. 60) pontua que “essa relação entre pensamento e linguagem permite que o ser humano, a partir do desenvolvimento do pensamento verbal, atinja um nível superior de pensamento”.

Vigotski (2009, p. 148-149) ressalta que “o desenvolvimento do pensamento e da linguagem depende dos instrumentos de pensamento e da experiência sociocultural da criança”. Completa que “o desenvolvimento do pensamento da criança depende de seu domínio dos meios sociais do pensamento, isto é, da linguagem” (Vigotski, 2009, p. 149). Sendo assim, entendemos que a evolução do pensamento é um processo de desenvolvimento cultural, histórico e socialmente condicionado, e nos apoiamos nas palavras de Messeder Neto (2015, p. 60) que explica que “a relação que os indivíduos têm com as palavras e com os conceitos mudam ao longo do desenvolvimento humano, porque sua bagagem cultural também muda”. Em relação a isto, o autor esclarece que os níveis de generalização são diferentes e só chegam de fato aos conceitos quando o indivíduo atinge a adolescência. Atenta para o fato de que antes da adolescência a apropriação dos elementos da cultura mais desenvolvidos já se fazem presentes.

Ao investigar mais profundamente o desenvolvimento conceitual, Vigotski (2009) conclui que a evolução que culmina no desenvolvimento dos conceitos é constituída de três estágios básicos: o pensamento sincrético, o pensamento por complexos e o pensamento por conceitos. Destaca que cada um destes estágios ainda se divide em várias fases que se diferenciam pelos níveis de generalização e formas de agrupamento dos objetos que os indivíduos são capazes de realizar, de modo que o processo de desenvolvimento conceitual está diretamente relacionado ao

uso que o indivíduo faz da linguagem. Em seguida discute-se de forma sintética cada um destes três estágios básicos de evolução do desenvolvimento conceitual.

O primeiro estágio, o pensamento sincrético, é caracterizado por um “nexo desconexo” do pensamento infantil. A criança estabelece conexões sem uma ordenação lógica e o uso da palavra não corresponde a um significado simbólico do mundo. As conexões entre os objetos ocorrem e se dão por impressões emocionais e perceptivas que ocorrem ao acaso. Neste estágio, o significado atribuído a alguma palavra pela criança lembra de fato o significado dado à palavra pelo adulto, mas serve apenas para nomear o objeto e é para a criança uma propriedade dele (Vigotski, 2009). Este estágio se divide em três fases distintas. A primeira fase, de formação da imagem sincrética ou amontoado de objetos, correspondente ao significado da palavra se dá por um período de provas e erros no pensamento infantil ao tentar estabelecer alguma classificação (Ibidem).

Já na segunda fase, a criança já possui orientação espacial por meio do pensamento e organiza e classifica a imagem sincrética ou amontoado de objetos por semelhança. Logo, esta fase está diretamente relacionada com as impressões da criança. Vigotski (2009, p. 177) esclarece que “os objetos se aproximam em uma série e são revestidos de um significado comum, não por força dos seus próprios traços destacados pela criança mas da semelhança que entre eles se estabelece nas impressões da criança”. Enquanto a terceira fase marca a conclusão do pensamento sincrético da criança e a passagem para o segundo estágio na formação dos conceitos. O pensamento, ainda sincrético, tem bases mais complexas. A criança já consegue fazer subagrupamentos que ainda ocorrem a partir de suas impressões, organizando e classificando a imagem sincrética ou amontoado de objetos de modo desordenado e incoerente (Vigotski, 2009).

No segundo estágio, o pensamento por complexos, a criança começa a unificar os objetos homogêneos em um grupo comum, e os complexifica segundo as leis dos vínculos objetivos que ela descobre em tais objetos. O pensamento por complexos tem nexos que não se assentam nas emoções, impressões e percepções da criança. Ele se baseia nas características próprias dos objetos (Vigotski, 2009). Este outro estágio se divide em cinco fases. A primeira fase é chamada de complexo de tipo associativo e se baseia em “qualquer relação concreta descoberta pela criança, qualquer ligação associativa entre o núcleo e um outro objeto do complexo é suficiente para fazer com que a criança inclua esse objeto no grupo e o designe pelo nome de

família comum” (Vigotski, 2009, p. 182). Nesta fase, um elemento pode ser semelhante ao núcleo do futuro complexo pela cor, outro pela forma etc.

A segunda fase do desenvolvimento do pensamento por complexo consiste em combinar objetos e impressões concretas das coisas em grupos especiais que, estruturalmente, lembram o que chamamos de “coleções”. A diferença essencial entre essa forma de pensamento por complexo e o complexo associativo consiste em:

Não incluïrem na coleção exemplares repetidos dos objetos que possuem o mesmo indício. Entre os vários grupos de objetos, reúnem-se como que os exemplares únicos para representarem todo o grupo. Em vez da associação por semelhança temos, antes, uma associação por contraste (Vigotski, 2009, p. 183).

Segundo o autor, o agrupamento tem relação direta com a experiência prática e direta da criança, de modo que um conjunto para almoço formado por um copo, uma colher, um garfo e uma faca compõem um agrupamento, não por possuírem características em comum, mas pela sua complementação de função, um modelo de complexo-coleção natural que a criança encontra no seu dia a dia.

Já a terceira fase do pensamento infantil por complexos é denominada de complexo em cadeia. Vigotski (2009, p. 185) exemplifica este tipo de complexo da seguinte forma:

Se a amostra experimental é um triângulo amarelo, a criança pode escolher algumas figuras triangulares até que sua atenção seja atraída pela cor azul de uma figura que tenha acabado de acrescentar ao conjunto; passa então a selecionar figuras azuis, por exemplo, semicirculares, circulares etc. Mais uma vez isto vem a ser suficiente para que ela examine o novo traço e passe a escolher os objetos já pelo traço de forma angulosa. No processo de formação do complexo ocorre o tempo todo a passagem de um traço a outro.

Nesta fase, entendemos que a criança associa os objetos entre si, mas o critério usado no primeiro elo associativo não se mantém ao longo do restante da cadeia, logo, o último objeto da relação pode não ter relação alguma com aquele que iniciou a cadeia, entendimento este corroborado por Messeder Neto (2015).

A quarta fase, chamada de complexo de tipo difuso, é aquela na qual os grupos diretamente concretos de imagens ou objetos são combinados através de vínculos difusos e indefinidos. Vigotski (2009, p. 188) exemplifica como as crianças agrupam os objetos nesta fase de pensamento:

A criança escolhe para determinada amostra - um triângulo amarelo - não só triângulos, mas também trapézios, uma vez que eles lhe lembram triângulos com vértices cortados. Depois, aos trapézios juntam-se os quadrados, aos

quadrados os hexágonos, aos hexágonos os semicírculos e posteriormente os círculos. Como neste caso se dilui e se torna indefinida a forma tomada como traço básico, às vezes também se diluem as cores quando o conjunto tem por base um traço de cor difuso. Depois dos objetos amarelos a criança escolhe objetos verdes, depois dos verdes, azuis, depois dos azuis, pretos.

Nesta fase, a criança faz generalizações difusas, em que “os traços escorregam e oscilam, transformando-se imperceptivelmente uns nos outros. Aqui não há contornos sólidos, e reinam processos ilimitados que frequentemente impressionam pela universalidade dos vínculos que combinam” (Vigotski, 2009, p. 189). Os complexos ilimitados são construídos de acordo com os mesmos princípios dos complexos concretos limitados, com a diferença residindo apenas no fato de que estes vínculos se baseiam em traços incorretos, indefinidos e flutuantes, na medida em que os objetos são classificados fora do contexto prático da criança (Vigotski, 2009).

A quinta e última fase do pensamento por complexos é chamada de pseudoconceito, “por que a generalização formada na mente da criança embora fenotipicamente semelhante ao conceito empregado pelos adultos em sua atividade intelectual, é muito diferente do conceito propriamente dito pela essência e pela natureza psicológica” (Vigotski, 2009, p. 190). O pseudoconceito é o pensamento que predomina na infância e se estende até a adolescência. Messeder Neto (2015) esclarece que nesta fase a criança usa e adota verbalmente o conceito, mas ainda não conquistou efetivamente o pensamento abstrato. Completa indicando que para superar os pseudoconceitos é necessário exigir da criança que ela faça abstrações mais elaboradas e domine cada vez mais a linguagem.

Por fim, é no terceiro estágio que opera o pensamento por conceitos, aquele no qual “o adolescente ‘liberta-se’ dos objetos concretos e passa a operar com pensamento abstrato e, portanto, efetivamente conceitual” (Messeder Neto, 2015, p. 64). O autor destaca que é a partir do pensamento conceitual que o indivíduo, de fato, se apropria da cultura.

Vigotski (2009, p. 261) apresenta dois tipos de conceitos: os espontâneos e os científicos, explicando que:

O desenvolvimento dos conceitos espontâneos e científicos - cabe supor - são processos intimamente interligados, que exercem influências um sobre o outro. Por um lado - assim devemos desenvolver as nossas hipóteses -, o desenvolvimento dos conceitos científicos deve apoiar-se forçosamente em um determinado nível de maturação dos conceitos espontâneos, que não podem ser indiferentes à formação de conceitos científicos simplesmente porque a experiência imediata nos ensina que o desenvolvimento dos conceitos científicos só se torna possível depois que os conceitos

espontâneos da criança atingiram um nível próprio do início da idade escolar. Por outro lado, cabe supor que o surgimento de conceitos do tipo superior, como o são os conceitos científicos, não pode deixar de influenciar o nível dos conceitos espontâneos anteriormente constituídos, pelo simples fato de que não estão encapsulados na consciência da criança, não estão separados uns dos outros por uma muralha intransponível, não fluem por canais isolados, mas estão em um processo de interação constante que deve redundar, inevitavelmente, em que as generalizações estruturalmente superiores e inerentes aos conhecimentos científicos não resultem em mudança dos conceitos espontâneos.

De forma geral, os conceitos espontâneos são aprendidos na vivência da criança e carecem de sistematização. Já os conceitos científicos possuem um grau elevado de sistematização e são aprendidos na escola. Embora os conceitos científicos sejam superiores aos conceitos espontâneos, ambos são importantes para o desenvolvimento humano.

Messeder Neto (2015) chama atenção para o perigo de o conceito científico não se efetivar como conceito e se tornar um verbalismo, palavras que sem sentido são rapidamente esquecidas. Ademais, para Vigotski (2009), o pensamento adulto é culturalmente mediado e a linguagem é o meio principal desta mediação pois é na linguagem, no diálogo e na interação refletida em suas relações sociais que o ser humano se constitui e se desenvolve, sendo assim, o sentido das coisas é dado ao homem pela linguagem.

Focetola *et al.* (2012), afirmam que, especificamente no ensino de química, a linguagem científica do docente é difícil de ser compreendida durante as aulas expositivas. Portanto, entendem que a forma como o educador se comunica, articulando as palavras para tal comunicação é importante, pois deve avivar a atenção e o empenho dos estudantes de modo a proporcionar discussões em que ocorra a interação entre as linguagens do docente e de seus alunos, o que facilita o estabelecimento de um significado comum a ambos e isto contribui com o processo de aprendizagem dos conceitos científicos trabalhados. Nesta mesma linha de raciocínio, o educador induz seus alunos a se expressarem, em vez de apenas ouvirem e compreenderem passivamente a “matéria”, fazendo-os participar do próprio processo de construção e apropriação do conhecimento.

Até aqui o desenvolvimento do processo de formação de conceitos é exposto de forma linear, o que pode levar a uma ideia equivocada de que estas etapas aparecem de forma natural na vida de qualquer indivíduo (Messeder Neto, 2015). O autor afirma que isto não é verdade e esclarece que mesmo um adolescente ou adulto

pode pensar, em poucos ou muitos casos, por complexos, logo, o pensamento por conceitos não é exclusivo. Ademais, e talvez o mais importante, não há nada de puramente natural ou biológico no processo de desenvolvimento conceitual. Explica que uma pessoa pode chegar à adolescência sem desenvolver de forma adequada o seu pensamento abstrato. Por fim, vamos ao encontro do autor e concordamos que, se por meio das apropriações culturais, com destaque aos conceitos científicos, o pensamento se desenvolve, deve-se reafirmar o papel da escola no sentido de que ela seja rica de conhecimentos científicos.

Embora possuam raízes ontogênicas diferentes, pensamento e linguagem são funções intimamente relacionadas. A linguagem tem como função principal de comunicação a estimulação de ações em outras pessoas (Messeder Neto, 2015). Vigotski (2009, p. 11) explica que as origens e o desenvolvimento da linguagem têm suas raízes fincadas na atividade produtiva desenvolvida pelo homem, ou seja, “a linguagem humana surgiu da necessidade de comunicação no processo de trabalho”. Assim como o homem, os animais também se comunicam, mas por não deterem a palavra como função simbólica, é uma comunicação rudimentar e primitiva.

Sabe-se ainda que a comunicação não mediatizada pela linguagem ou por outro sistema de signos ou de meios de comunicação, como se verifica no reino animal, viabiliza apenas a comunicação do tipo mais primitivo e nas dimensões mais limitadas (Vigotski, 2009, p. 11).

Destaca que este tipo de comunicação não merece sequer ser chamada de comunicação. Já a linguagem simbólica, tipicamente humana, é uma função que se estrutura desde muito cedo no âmbito social, a partir da relação da criança com o adulto. Sendo assim, as funções da fala já aparecem claramente no primeiro ano de vida a partir do momento em que a criança grita, balbucia e até emite suas primeiras palavras (Vigotski, 2009).

Neste sentido, indo ao encontro de Messeder Neto (2015), entendemos que os sons iniciais não correspondem a ideias e nem são resultado do pensamento. Quando a criança domina um pouco a fala e a entende como meio de comunicação para conseguir as coisas que tem vontade, a palavra acaba tendo um significado mais amplo (Messeder Neto, 2015). O autor dá o exemplo da palavra “mamãe” que, dita pela criança, tem uma série de significados distintos como, por exemplo, “mamãe quero água”, “mamãe me dá banho”, “mamãe venha aqui”. A palavra então expressa todo o tipo de desejo da criança (Vigotski, 2009).

À medida que cresce e se insere na cultura, a criança começa a entender a necessidade de utilizar a palavra para nomear cada coisa que as cerca. Mais ou menos aos dois anos de idade, a criança começa a ampliação de seu vocabulário de forma rápida e aos saltos. A partir dessa idade, ao ver um novo objeto a criança logo pergunta: “como isso se chama?”

A própria criança necessita da palavra e procura ativamente assimilar o signo pertencente ao objeto, signo esse que lhe serve para nomear e comunicar. Se, como mostrou acertadamente Meumann, o primeiro estágio do desenvolvimento da fala infantil é, por seu sentido psicológico, afetivo-volitivo, então, a partir desse momento, a fala entra na fase intelectual do seu desenvolvimento. É como se a criança descobrisse a função simbólica da linguagem (Vigotski, 2009, p. 131).

Messeder Neto (2015) explica que isto não significa que a palavra se desenvolve simultaneamente com o pensamento, pois a criança ainda não usa o universo simbólico como regulador do pensamento e do comportamento. Destaca que a linguagem só começa a ter influência direta no pensamento quando a criança começa a utilizá-la para controlar sua conduta e resolver problemas práticos com os quais se depara. Neste contexto, a criança fala para poder orientar suas ações.

Vigotski (2009) explica que, quando a criança fala de modo a orientar suas ações, ela passa a falar antes de realizar uma ação e essa fala orienta seu pensamento. Esta fala é denominada de fala egocêntrica, ou seja, aquela que não vêm de dentro para fora, mas que segue o caminho de todas as FPS. O autor interpreta a fala egocêntrica como um passo em direção à fala interior, estágio em que o indivíduo opera, verdadeiramente, a linguagem como uma ferramenta psíquica. O desenvolvimento do pensamento depende da apropriação da linguagem e, ao mesmo tempo, impulsiona o desenvolvimento desta função.

Segundo Messeder Neto (2015, p. 71), a escrita é outra conquista social no desenvolvimento do psiquismo, visto que,

se na linguagem externa ou interna muita coisa é suprimida ou deixada implícita pelos gestos ou expressões, na linguagem escrita, em que o leitor está ausente, isso não é permitido. É necessário explicar tudo de maneira detalhada, e isso exige uma síntese de pensamento mais elaborada que precisa se enunciar em linguagem escrita.

O autor destaca que na linguagem escrita os interlocutores se encontram em diferentes situações, o que exclui a possibilidade de haver um sujeito comum em seus pensamentos. Neste sentido, quando comparado ao discurso falado, o escrito é mais

desenvolvido e, sintaticamente, uma forma de discurso mais complexa, na qual para enunciar cada pensamento isolado, é preciso usar muito mais palavras do que se faz na linguagem falada (Messeder Neto, 2015). Essa complexidade nos leva a ouvir frases do tipo: “professor, eu sei a matéria, mas não sei escrever”. Se assim como eu, você se identifica com a situação descrita, principalmente em meio a uma avaliação de química, frases como essas “mostram que a aprendizagem ainda está em processo e que o aluno ainda precisa aprender a fazer o interp-síquico virar intrap-síquico em forma de texto, e isso requer que ele deixe claros os nexos existentes entre conceitos que a resposta exige” (Messeder Neto, 2015, p. 71).

Vigotski (2009, p. 412) mostra que para entender as relações que se estabelecem entre pensamento e linguagem é preciso entender que,

por sua estrutura, a linguagem não é um simples reflexo especular da estrutura do pensamento, razão por que não pode esperar que o pensamento seja uma veste pronta. A linguagem não serve como expressão de um pensamento pronto. Ao transformar-se em linguagem, o pensamento se reestrutura e se modifica. O pensamento não se expressa, mas se realiza na palavra.

Sendo assim, o processo de conversão do pensamento em linguagem externa reside no fato dele se reestruturar à medida em que se materializa na palavra. Por isso, é preciso reconhecer a necessidade de aprimorar tanto a linguagem falada quanto a escrita, visto que a escrita é uma função específica de linguagem, que difere da fala (Vigotski, 2009). Neste sentido, conforme esclarece Messeder Neto (2015), a escrita é uma função complexa que precisa ser ensinada pela escola e demora a ser aprendida, fato com o qual concordamos. Entendemos que desenvolver a escrita é essencial, pois ajuda a desenvolver o próprio pensamento.

Em meio a esta discussão, recordo que ao ministrar aulas de química, ouço diversas vezes meus alunos dizerem que sentem dificuldade para entender os conteúdos químicos trabalhados, pois não conseguem compreender o significado de tantos símbolos, fórmulas e outras representações colocadas no quadro. Como professora de química, entendo que a linguagem química envolve diversas formas de representações, o que a torna mais complexa, mas é preciso que o estudante se familiarize com esta linguagem. A apropriação desta linguagem é fundamental para o entendimento desta ciência e para o desenvolvimento do pensamento conceitual.

Para Messeder Neto (2015, p. 72), “o professor precisa de estratégias para que a linguagem de símbolos químicos e fórmulas seja trabalhada sempre, mostrando sua

correlação com os modelos e aspectos macroscópicos”. Destaca que, assim como a aquisição da linguagem cotidiana, a aquisição da linguagem química não ocorre imediatamente. Sobre este aspecto, fazemos coro com Messeder Neto (2015, p. 73, grifo nosso) e defendemos que:

A linguagem química precisa ser extensamente trabalhada, memorizada e utilizada nas resoluções de problemas para que o estudante possa se acostumar a usar os símbolos para pensar química e não como algo que só tem o objetivo de nomear ou representar as substâncias. Aprendendo que por intermédio da linguagem expressamos os modelos e os aspectos macroscópicos, os alunos poderão operar com esses símbolos e, desse modo, compreender a estrutura da matéria e suas transformações.

Até aqui discutimos os processos funcionais de (i) a (vii), também chamados de funções cognitivas (Messeder Neto, 2015). Messeder Neto e Moradillo (2017, p. 526) indicam que além das funções cognitivas serem desenvolvidas socialmente, “de acordo com a psicologia histórico-cultural, os sentimentos e as emoções também são aprendidos e desenvolvidos socialmente”. Neste viés, ao interagir com o mundo o homem é afetado por ele, em uma relação particular estabelecida entre o sujeito e o objeto que acontece através das emoções e sentimentos. Nessa relação mútua de interação sujeito-objeto se instaura a unidade afeto-cognitiva que sustenta a atividade humana (Martins, 2013; Messeder Neto, 2015). Portanto,

entender a dialética entre processos cognitivos e afetivos - como opostos interiores um ao outro, e não como processos dicotômicos - é requisito metodológico para a compreensão da atividade humana como unidade afeto-cognitiva passo para o estudo materialista histórico-dialético das emoções e sentimentos (Martins, 2013, p. 243-244).

Em virtude da unidade dialética que existe entre as emoções e os sentimentos, estas duas funções devem ser trabalhadas conjuntamente, pois ambas são responsáveis pela forma como o mundo afeta cada indivíduo (Messeder Neto, 2015). Isto posto, o foco agora é a função emoção/sentimento (viii).

Para Martins (2013), a emoção não deve ser contida, e sim direcionada, pois o indivíduo não pode viver ao sabor de seus impulsos imediatos, necessitando de objetividade emocional para agir sobre o mundo. Explica que a regulação das emoções ocorre via sentimentos e conceitos nelas contidos. Neste viés, o domínio das emoções é uma conquista social que permite ao indivíduo dominar sua própria conduta, “e esse domínio só se atinge por meio do conhecimento do mundo e de si mesmo, ou seja, ele só se concretiza pela via conceitual” (Messeder Neto; Moradillo,

2017, p. 526). Discutem que sentir e pensar estão intrinsecamente relacionados com a formação dos indivíduos, logo, quem pensa e sente é o indivíduo, de modo que a combinação entre pensamento e sentimento se manifesta constantemente em nossas vivências. Nesta pesquisa não vamos ampliar o aporte teórico das emoções e como elas se vinculam aos aspectos histórico-culturais, mas sim discutí-las em situações de ensino e as suas relações mútuas com a aprendizagem de conceitos.

Messeder Neto (2015) argumenta que os sentimentos decorrem de uma apropriação social de conceitos e juízos já construídos pela sociedade e dependem das condições em que vive o homem (Smirnov *et al.*, 1960 apud Messeder Neto, 2015, p. 74). Neste cenário, o ser humano aprende a sentir, o seu sentimento pode ser educado, e é aí que entra o papel da escola. A escola pode ajudar o indivíduo a lidar com seus sentimentos, o apresentar ao mundo por meio de conceitos, e ensiná-lo a se relacionar com as grandes conquistas da humanidade em todos os campos (Messeder Neto; Moradillo, 2017).

2.3.2 Finalizando o percurso: consolidando as ideias

Daqui em diante discute-se como se dá a dinâmica entre o processo de apropriação da cultura e o desenvolvimento dos processos funcionais sob a perspectiva que é assumida pela PHC. De modo a explicar a relação entre a instrução e o desenvolvimento psíquico, a PHC entende que a aprendizagem precede o desenvolvimento dos processos funcionais psicológicos, estando à frente deles (Vigotski, 2009), afirmando que:

Um passo de aprendizagem pode significar cem passos de desenvolvimento. É nisto que consiste o momento mais positivo da nova teoria, que nos ensina a ver a diferença entre uma educação que só dá o que dá e outra que dá mais do que dá imediatamente (p. 303).

Esta concepção torna o processo educativo ímpar no desenvolvimento humano, e nos faz entender que “não se deve esperar que a criança esteja pronta para ensinarmos algo, já que é o processo de aprendizagem que promoverá o desenvolvimento psíquico na criança, fazendo com que ela vá além do que ela pode dar no momento” (Messeder Neto, 2015, p. 79). A afirmação do autor é respaldada por Vigotski (2009, p. 304, grifo nosso) que esclarece que:

A aprendizagem pode produzir mais desenvolvimento que aquilo que contém em seus resultados imediatos. Aplicada a um ponto no campo do pensamento infantil, ela se modifica e refaz muitos outros pontos. No desenvolvimento ela pode surtir efeitos de longo alcance e não só de alcance imediato. Consequentemente, a aprendizagem pode não ir só atrás do desenvolvimento, não só passo a passo com ele, mas pode superá-lo projetando para frente e suscitando nele novas informações.

Refletindo a respeito, fazemos coro com Messeder Neto (2015) e defendemos que é preciso garantir as máximas aprendizagens para o indivíduo, sendo a escola o local em que ela se dá pela apropriação do conceito científico.

O processo de apropriação de um conhecimento põe em movimento as funções psíquicas ainda imaturas para aquele conteúdo e é esse processo de apropriar-se daquilo que ainda não é uma conquista do psiquismo que permite que o mesmo se desenvolva (Messeder Neto, 2015, p. 79).

Defendemos o saber escolar, isto é, os conceitos científicos, buscando apoio nas palavras de Messeder Neto (2015, p. 80) que afirma que “são eles que enriquecerão e exigirão dos estudantes a máxima mobilização dos seus processos funcionais imaturos, garantido a máxima ascensão às funções psíquicas superiores”. Neste contexto, cabe questionar se é possível ensinar qualquer coisa em qualquer idade. A resposta é não, e para delimitar o que pode ou não ser ensinado Vigotski (2009, p. 328) destaca o papel da imitação, pois só é possível ensinar o que pode ser imitado.

Pode considerar-se como estabelecido na psicologia moderna que a criança só pode imitar o que se encontra na zona das suas próprias potencialidades intelectuais, assim se eu não sei jogar xadrez, isto é, se até mesmo o melhor enxadrista me mostra como ganhar a partida, eu não vou conseguir fazê-lo. Se eu sei aritmética mas tenho dificuldade de resolver um problema complexo, a mostra da solução pode levar imediatamente à minha própria solução, mas se eu não sei matemática superior a mostra da solução de uma equação diferencial não fará meu pensamento dar um passo nessa direção. Para imitar, é preciso ter alguma possibilidade de passar do que eu sei fazer para o que eu não sei.

Aproveitamos este ponto para discutir o papel da imitação no contexto do jogo protagonizado. Elkonin (2009) pontua que o jogo só se desenvolve na criança quando esta não pode se integrar ao mundo dos adultos. Neste sentido, na impossibilidade de agir como um adulto para, por exemplo, guiar um carro, remar um barco, cozinhar etc., a criança brinca. O autor recorre a estudos etnográficos de tribos primitivas buscando evidências que ratificam a informação, citando o etnógrafo russo Koven que se referiu aos kubus (Sumatra), um dos grupos humanos mais primitivos da Terra:

As crianças permanecem com os pais até os 10 ou 12 anos na busca de alimentos. Nessa idade, tanto os rapazes quanto as meninas já se consideram independentes e capazes de decidir sua sorte e seu futuro. [...] Quando acampam, constroem uma choca à parte, ao lado da paterna. Mas já procuram os alimentos e comem por sua conta. Pouco a pouco, vai se enfraquecendo o nexo entre pais e filhos, e é frequente que, pouco depois, estes se separem e comecem a viver à parte na floresta (Elkonin, 2009, p. 51).

Elkonin (2009) relata que nesta e em outras sociedades primitivas os relatos são de que “as crianças brincam pouco, sempre do mesmo jeito, dos afazeres dos adultos, e seus jogos não são protagonizados” (p. 57). Com o desenvolvimento da produção e a maior complexidade das ferramentas, cada vez mais a idade de incorporação das crianças ao trabalho produtivo social vai aumentando e fica mais difícil as crianças acessarem a realidade social dos adultos (Elkonin, 2009). Conclusão, quanto mais desenvolvida é a sociedade, menos acesso imediato as crianças têm à realidade social do adulto, com isto surge o jogo protagonizado.

Assim sendo, o jogo protagonizado não se constitui como uma fuga da realidade da criança. Ao contrário, na brincadeira de faz de conta, a criança acessa o mundo dos adultos, fazendo o que não pode fazer na realidade social (Messeder Neto, 2015). O jogo para a criança surge de modo natural através do processo de imitação. Na incapacidade de fazer aquilo que o adulto faz, a criança o imita. Nesta fase, portanto, a brincadeira passa a ser a atividade que proporciona o maior desenvolvimento das FPS. Na brincadeira a criança resolve a contradição entre a necessidade de agir de um lado e a impossibilidade de executar as tarefas reais (Elkonin, 2009).

Para Vigotski (2009) a imitação tem um caráter importante no desenvolvimento do psiquismo, pois o desenvolvimento decorrente da colaboração via imitação é a fonte de surgimento de todas as propriedades humanas da consciência. Sendo assim, ao trabalhar em colaboração (imitar alguém é um ato colaborativo), a criança é capaz de fazer mais do que faz sozinha. Devido à importância da imitação para a aprendizagem, são destacados dois conceitos utilizados por Vigostki em suas pesquisas: nível de desenvolvimento real (NDR) e zona de desenvolvimento iminente (ZDI). O termo “zona de desenvolvimento iminente” é uma tradução mais correta para o termo conhecido no Brasil como “zona de desenvolvimento próximo ou proximal” (Vigotski, 2009, p. XI).

O NDR corresponde ao nível em que as conquistas já estão consolidadas na criança, ou seja, àquelas funções ou capacidades que ela já aprende e domina

sozinha, sem a ajuda de alguém mais experiente da cultura que a cerca (Rego, 2014). Já a ZDI corresponde ao que a criança faz em colaboração com o par mais capaz através da imitação. Este é um estágio do processo de aprendizagem em que a criança revela que aquilo que hoje ela faz em colaboração com o par mais capaz, amanhã ela é capaz de fazer sozinha (Vigotski, 2009).

Em relação a quem é o par mais capaz no contexto escolar, assumimos que é o professor que, com o conhecimento sistematizado, tem a função primordial de “emprestar” suas funções psíquicas para o estudante (Martins, 2013), entendimento este corroborado por Messeder Neto (2015). Ademais, buscando suporte nas palavras de Messeder Neto (2012), entendemos que o professor desempenha o papel fundamental de sintetizar e transmitir o conhecimento científico para o aluno, agindo na sua ZDI e contribuindo para o seu processo de desenvolvimento.

Segundo Vigotski (2008), na brincadeira a criança está acima de si mesma. O autor explica que o jogo cria na criança uma ZDI da seguinte forma:

Esse tipo de submissão às regras é completamente impossível na vida; já na brincadeira torna-se possível. Dessa forma a brincadeira cria uma zona de desenvolvimento iminente na criança. Na brincadeira, está sempre acima da média da sua idade, acima de seu comportamento cotidiano; na brincadeira, é como se a criança estivesse numa altura equivalente a uma cabeça acima de sua própria altura. *A brincadeira em forma condensada contém em si, como na mágica de uma lente de aumento, todas as tendências do desenvolvimento; ela parece dar um salto acima do seu comportamento comum* (Vigotski, 2008, p. 34-35, grifo nosso).

Aproveitamos para destacar que no contexto dos jogos protagonizados as regras existem, mas são implícitas. Já nos jogos de cartas ou de tabuleiro, por exemplo, as regras são explícitas. Esclarecemos a afirmação com o exemplo seguinte:

Quando a criança assume o papel de vendedora de biscoitos em um jogo protagonizado, há uma regra implícita de que ela não pode comê-los e essas regras são determinadas pelo papel assumido. No caso de um jogo de tabuleiro, ludo, por exemplo, as regras devem ser explicitamente colocadas às claras para que o jogo aconteça (Messeder Neto, 2015, p. 92).

Ainda em relação à ZDI, segundo a concepção que é assumida pela PHC, o desenvolvimento não equivale à aprendizagem e não segue o programa escolar. Sendo assim, o professor ou o pesquisador precisa entender que cada aquisição de conceitos na escola, mesmo aquela que aparece nas avaliações escolares, pode ainda não indicar o desenvolvimento efetivo das funções psíquicas (Messeder Neto,

2015). O autor aponta que o professor precisa estar atento para não tomar como desenvolvimento aquilo que é um passo dado em sua direção. Neste sentido, o processo de aprendizagem se dá “com sucessivas aproximações do conteúdo científico e, a cada nova aproximação, novos elementos devem ser adicionados visando sempre chegar à aprendizagem que, de fato, promoverá o desenvolvimento do educando” (Messeder Neto, 2015, p. 82).

Neste viés, a ZDI traz consigo a possibilidade de aprendizagem pela mediação da ação docente, que direciona o estudante de modo a concretizar o aprendizado. Sendo assim, uma aprendizagem bem programada promove o desenvolvimento, que leva a novas aprendizagens e, cabe ao professor, o papel de proporcionar condições para que o indivíduo atinja a máxima potencialidade do seu desenvolvimento psíquico. Neste sentido, entendemos que o docente pode usar o jogo como recurso para promover o desenvolvimento do aluno. Sobre este aspecto, vamos ao encontro de Messeder Neto (2015, p. 118, grifo nosso):

Mais uma vez, isso não ocorrerá espontaneamente, não é qualquer jogo que promoverá adequado desenvolvimento. É preciso que na escola a professora apresente jogos que desafiem a criança, que a convidem a prestar atenção ao conteúdo escolar. *A brincadeira só será promotora de desenvolvimento se exigir mais da criança, se mobilizar seus processos funcionais. Só será, portanto, promotora do desenvolvimento se for tomada como objeto de planejamento do professor.*

A concepção de atividade é outro ponto central para a PHC, pois o homem se relaciona com o mundo a partir de diversas atividades que exigem que as FPE avancem para as FPS, pois quando o ser humano age sobre o mundo, ele o transforma e ao mesmo tempo é transformado (Messeder Neto, 2015). Leontiev (2010a) explica que a atividade é um processo que se dá na relação do homem com o mundo de modo a satisfazer uma necessidade que não é necessariamente biológica. O estudo, por exemplo, se dá a partir da relação do homem com o mundo e é uma necessidade social que, quando é realizada pelo sujeito de modo consciente, é uma atividade (Messeder Neto, 2015).

A ideia de consciência é também fundamental para falarmos de atividade. Para um processo ser considerado atividade ele precisa, do ponto de vista psicológico, que aquilo que faz com que ele aja coincida com o objetivo para o qual o processo se dirige (Ibidem, p. 83).

Para entender a questão, Leontiev (2010a) traz o exemplo de um aluno estudando para uma avaliação de história, que recebe a notícia de que o que ele está

lendo não é relevante para a prova. Ao receber esta notícia, o estudante possui três caminhos diferentes a seguir: (i) desistir da leitura, (ii) continuar lendo, ou (iii) desistir da leitura com certa resistência, para estudar o conteúdo a ser cobrado na prova. Do ponto de vista psicológico, Messeder Neto (2015) explica que os processos não são equivalentes, pois, em (i), o que leva o aluno a ler não é o conteúdo de história, e sim a avaliação. Nos outros dois casos, (ii) e (iii), o conteúdo de história do próprio livro coincide com o motivo real da leitura.

Portanto, no entendimento do autor, nos casos (ii) e (iii) o estudante realiza uma atividade de estudo de história, já que, do ponto de vista objetivo, ele se relaciona com o mundo e atende a uma necessidade social imposta de “aprender história” e, do ponto de vista subjetivo, o motivo que o leva à leitura coincide com o conteúdo no livro. Já no caso (i), estudar para história não é considerada uma atividade de estudo de história, pois o objetivo da leitura não é o conteúdo do livro, e sim a prova a ser realizada. Leontiev (2010a) classifica o último caso como uma ação. Neste contexto, o estudante lê o livro para passar na prova e não por se interessar pelo próprio conteúdo. Logo, estudar para história se traduz em uma ação relacionada ao alvo da atividade (passar na prova). Conclui que se não há clareza entre o objetivo da ação e o motivo da atividade a ação não é executada.

O aluno, em geral, sabe, no início do processo, que estudar química é importante, mas isso não necessariamente o move para estudar química. Trata-se, portanto, de um motivo que é apenas *compreensível*. Esse motivo vai se tornando *eficaz* à medida que essa ação vai se tornando atividade. Só motivos compreensíveis podem se tornar eficazes, daí a necessidade de se ter clareza entre motivo da atividade e objetivo da ação (Messeder Neto, 2015, p. 84, grifo do autor).

De um modo geral, a maioria dos processos educativos surgem como ações que, ao longo do percurso, se tornam atividades. O aluno começa a estudar química porque a escola exige que ele estude ou por que ele precisa passar na prova mas, à medida em que o aluno se apropria de uma química que tem sentido e explica o mundo, o seu interesse passa a ser a própria química (Messeder Neto, 2015). O fato de o aluno saber que estudar química é importante para ele é um motivo apenas compreensível, por isto, ele não é movido a estudar. Na medida em que o motivo se torna eficaz e faz sentido para ele, o processo migra de ação para atividade. Seguindo o entendimento de Messeder Neto (2015), dessa mudança podem surgir novas relações com o mundo e novas potencialidades de desenvolvimento.

As ações ou atos podem ser realizadas de diversas formas. Leontiev (2010b, p. 74) entende que operação é “o modo de execução de um ato. Uma operação é o conteúdo necessário de qualquer ação, mas não é idêntico a ela”. Messeder Neto (2015) adiciona que a operação dá condições para se atingir o alvo da ação. Tomando como ação o ato de decorar um texto para uma peça, o autor explica que é possível decorar um texto de diversas formas como, por exemplo, lendo em voz alta, colando o texto na parede, escrevendo diversas vezes etc. Todas essas formas são operações para se atingir o mesmo objetivo que é o de decorar o texto (Messeder Neto, 2015).

As operações surgem inicialmente como ações que, com o hábito, tornam-se de alguma forma automatizadas (Messeder Neto, 2012). Cita o exemplo de uma criança que,

inicialmente gasta muito tempo aprendendo a somar. Enquanto esse processo é uma ação, a atenção da criança está toda voltada para o processo de soma. No entanto, uma vez que a criança usa bastante e domina essa ação, ela passa a ser operação. A criança, neste momento, pode se ater a resolver problemas de mais alta complexidade, uma vez que a soma se automatizou e virou apenas uma ferramenta (Messeder Neto, 2012, p. 41).

Sendo assim, concordando com Messeder Neto (2015), entendemos que o processo de automatização de certas ações é uma conquista para que outras ações mais complexas possam ser realizadas, logo, a formação de uma operação liberta o psiquismo para que possamos realizar atividades mais elaboradas. Nem todas as atividades realizadas pelo homem têm o mesmo papel no desenvolvimento de suas FPS e na construção de sua personalidade. Para Leontiev (2010b), a atividade que mais promove desenvolvimento é chamada de atividade principal.

O jogo é a atividade principal na idade pré-escolar visto que essa atividade “é responsável por inserir a criança no mundo dos adultos satisfazendo suas necessidades de agir em um mundo que não é acessível a ela” (Messeder Neto, 2012, p. 51). O jogo cria uma ZDI na criança e impulsiona o seu desenvolvimento (Vigotski, 2008). Sobre este aspecto, Pinheiro, Frison e Migueis (2022) em uma pesquisa sobre o jogo de regras explícitas em uma intervenção junto a crianças do ensino fundamental, relatam avanços na aprendizagem e desenvolvimento das FPS percepção, atenção, memória, raciocínio e tomada de consciência das ações. Já Silva (2020), com base nos resultados da aplicação de um jogo junto a estudantes do ensino médio observa que os indivíduos mobilizam diversas FPS, a saber: percepção, atenção, memória, pensamento/linguagem e emoção/sentimento. Estas pesquisas

ratificam que ao jogar, em qualquer idade, o indivíduo consegue mobilizar as principais FPS e isso impulsiona o seu desenvolvimento.

A evolução do jogo protagonizado para o jogo com regras explícitas faz a criança começar a entender que tem objetivos a serem alcançados. O objetivo dado pelas regras é fundamental para que o jogo tenha sentido e empolgue as crianças (Messeder Neto, 2012). Pontua que o objetivo que surge com as regras não muda o motivo do jogo, ou seja, “jogar continua tendo como motivo estar no próprio jogo, no entanto a condição lúdica agora é limitada pelas regras, o que quer dizer que a criança é obrigada a subordinar seu comportamento a certas condições impostas externamente” (Messeder Neto, 2012, p. 51). O autor discorre que para se subordinar às regras do jogo a criança precisa ter um controle de sua conduta, o que contribui para o desenvolvimento do seu comportamento volitivo, entendimento com o qual concordamos.

Neste contexto, o jogo contribui para o desenvolvimento da personalidade da criança, mas não é determinante. A formação da personalidade da criança ocorre em condições concretas e depende de outros aspectos da vida em sociedade (Messeder Neto, 2012). Continuando a discussão, o autor questiona se o uso do jogo se justifica na idade escolar e na adolescência, já que nestas duas fases a atividade principal passa a ser a atividade de estudo. A resposta para esta pergunta é sim, desde que o jogo proposto seja o ponto de partida e não o de chegada:

Ainda em termos da teoria da atividade, podemos dizer que o jogo pode começar como o motivo principal da atividade. Ele pode ser o responsável por mover a criança a realizar a ação de estudar. Neste caso, a criança estuda porque está se divertindo ou porque lembra que o jogo foi divertido e se interessou pelo assunto e, portanto está aprendendo brincando. No entanto, o professor precisa agir de modo que o jogo vire motivo secundário e ao fim do processo o estudo torne-se atividade, uma vez que o motivo passa a ser o próprio ato de estudar e conhecer a realidade. Se isto não for feito, teremos um professor refém das atividades lúdicas, pois suas aulas só serão boas se tiverem esse aspecto motivador. Desse modo, o estudo nunca será atividade principal (Ibidem, p. 52-53, grifo nosso).

Sendo assim, fazemos coro com Messeder Neto (2012) que o jogo deve entrar na sala de aula para contribuir com a aprendizagem do conteúdo científico, e não para substituí-lo. Ao final do processo, o interesse do aluno deve ser pelo conteúdo científico e não pelo recurso que o introduziu. Se você está se perguntando se qualquer jogo é adequado para promover o desenvolvimento do estudante, a resposta

é não. O jogo só tem potencial se for carregado de conteúdo científico. Além disso, nas palavras de Messeder Neto (2012, p. 54, grifo nosso):

Deixe-nos esclarecer. Se a criança entende que está na escola para estudar e que o motivo da atividade é apropriar-se do conhecimento científico, ela entenderá que o jogo é uma ação dentro dessa atividade maior. Ela se divertirá no jogo, mas entenderá que este está direcionado para o motivo maior, que é a aprendizagem. Se a criança não tiver a consciência dessa diferença o professor deve esclarecer isso.

Adicionalmente, concordando com o autor, entendemos que ao final do jogo o docente, com sua capacidade de síntese, precisa destacar o que foi mais importante na atividade lúdica e qual(is) conhecimento(s) pode(m) ser extraído(s) dela. Na síntese, o professor retoma o que é discutido no jogo e ajuda o aluno a avançar no pensamento teórico. Ressalta-se ainda que o jogo só é promotor do desenvolvimento se for tomado como objeto do planejamento do professor.

Finalizando esta seção, vale destacar que a partir do conceito de atividade principal, a PHC se propõe a discutir a periodização do desenvolvimento psíquico com base na perspectiva histórico-dialética (Messeder Neto, 2015), tema que não é abordado neste trabalho.

O percurso teórico norteador desta pesquisa termina com uma síntese elencando aspectos essenciais da PHC que permeiam o processo de aprendizagem, ao utilizar casos investigativos associados ao lúdico como estratégia para abordar conteúdos de química em sala de aula, de modo a favorecer a atribuição de sentido às aprendizagens dos estudantes, garantir que eles participem do próprio processo de construção e apropriação do conhecimento, e o desenvolvimento de suas FPS, além de promover uma aprendizagem colaborativa/cooperativa e a capacidade dos estudantes de aprender com seus pares. No próximo capítulo é abordado o percurso metodológico delineado de modo a atingir os objetivos desta pesquisa.

3 PERCURSO METODOLÓGICO

Para uma pesquisa ser realizada, Lüdke e André (2017) apontam que é preciso confrontar dados, evidências e informações coletadas sobre um determinado assunto, além do conhecimento teórico construído a respeito dele e que, em geral, isto se faz a partir do estudo de um problema que instiga a curiosidade do pesquisador. Gil (2017, 2019) complementa e define a pesquisa como sendo um processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico, com o objetivo de descobrir respostas para problemas combinando os conhecimentos disponíveis com o uso de técnicas e métodos de investigação científica.

Seguindo esses preceitos, em relação ao propósito, esta pesquisa se enquadra no tipo descritiva. Este tipo de pesquisa tem como finalidade descrever as características de determinada população ou fenômeno, e pode ser elaborada com a finalidade de identificar possíveis relações entre variáveis (Gil, 2017, 2019). De acordo com o autor, são inúmeras as pesquisas que podem ser classificadas como descritivas, sendo “as mais solicitadas por organizações como instituições educacionais, e uma de suas características mais significativas está na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados” (Gil, 2019, p. 3).

A abordagem utilizada é a qualitativa, na qual um fenômeno é mais bem compreendido no contexto em que ocorre e do qual faz parte, isto é, os dados são obtidos no contato direto do pesquisador com a situação estudada, enfatizando mais o processo do que o produto, e com a preocupação de retratar a perspectiva dos participantes (Lüdke; André, 2017).

A trajetória metodológica assumida para a coleta de dados a tipifica como um estudo de caso. André (1984) aponta que esse tipo de investigação toma como base o desenvolvimento de um conhecimento que enfatiza a compreensão de eventos particulares (casos). Segundo a autora, o “caso” é um sistema delimitado como, por exemplo, uma instituição, um currículo, um grupo, uma pessoa, cada qual se tratado de forma única e singular. Entre as características ou princípios fundamentais de um estudo de caso destaca-se que: visa à descoberta; enfatiza a “interpretação em contexto”; busca retratar a realidade de forma completa e profunda; usa uma variedade de fontes de informação; procura representar os diferentes e às vezes conflitantes pontos de vista presentes em uma situação social, e seu relato utiliza uma

linguagem e uma forma mais acessível do que os outros tipos de relatórios de pesquisa (Lüdke; André, 2017). Neste contexto, ressalta-se que o pesquisador procura descrever a experiência que tem no decorrer do estudo, de modo que os leitores façam suas “generalizações naturalísticas”, que se desenvolve no âmbito do indivíduo e em função de seu conhecimento pessoal, tácito e experiencial, sendo a generalização tratada como um processo subjetivo e não como um ato de inferência lógica (André, 1984).

O universo da pesquisa tomado para estudo são alunos de turmas de 2º período de cursos técnicos integrados ao ensino médio oferecidos pelo IFRJ/CRJ, e docentes de química geral que lecionam no ciclo básico de formação dos diversos cursos técnicos integrados oferecidos pela instituição. A pesquisadora é docente do IFRJ, sendo professora de algumas das turmas selecionadas. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética na Pesquisa (CEP) através do parecer consubstanciado de número 4.007.634, sendo a participação dos sujeitos da pesquisa confirmada mediante a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) ou do termo de assentimento livre e esclarecido (TALE), conforme o caso.

Os instrumentos para coleta de dados se basearam na técnica de observação estruturada que, segundo Gil (2019), é uma técnica utilizada em pesquisas que tem como objetivo a descrição precisa dos fenômenos ou o teste de hipóteses. Completa explicando que o pesquisador define previamente os aspectos da comunidade, da organização, ou grupo que são significativos para alcançar os objetivos pretendidos e, com base nestes objetivos, elabora um plano para orientar sua observação. O registro na observação estruturada “é feito no momento em que esta ocorre e pode assumir diferentes formas. As mais frequentes são a tomada de notas por escrito, e a gravação de sons e imagens” (Gil, 2019, p. 118). Nesta pesquisa, foram usadas como formas de registro as anotações da pesquisadora no diário de aula da pesquisa, o material produzido pelos estudantes durante as atividades realizadas, além de entrevistas e/ou questionários respondidos pelos alunos e professores.

Dentre os instrumentos utilizados para coleta de dados, Zabalza (2004) aponta para a importância do diário de aula como um recurso voltado para a pesquisa e a avaliação dos processos didáticos, e o define como um documento em que professores anotam suas impressões sobre o que ocorre em suas aulas. Já Lüdke e André (2017) afirmam que a entrevista desempenha um papel importante nas atividades científicas, na medida em que cria uma relação de interação entre

pesquisador e pesquisado, permitindo a captação imediata e corrente da informação desejada, praticamente com qualquer tipo de informante e sobre assuntos diversos. Enquanto Gil (2019, p. 137) define o questionário como uma “técnica fundamental para coleta de dados em levantamentos de campo”. O autor aponta que em relação à forma, os questionários podem ser estruturados contendo: questões fechadas, nas quais os respondentes são solicitados a escolher uma alternativa dentre as apresentadas em uma lista; questões abertas, em que os respondentes são solicitados a oferecer suas próprias respostas, e questões dependentes, que só fazem sentido para alguns respondentes, pois estão relacionadas a resposta solicitada em uma questão anterior (Gil, 2019).

Quanto à análise dos dados coletados, Lüdke e André (2017, p. 53) pontuam que “analisar os dados qualitativos significa ‘trabalhar’ todo o material obtido durante a pesquisa, ou seja, os relatos da observação, as transcrições de entrevistas, as análises de documentos e as demais informações disponíveis”. Neste contexto, a metodologia usada na análise dos questionários e entrevistas se ajustou a natureza da informação e a quantidade de participantes. No caso de questões fechadas, a análise envolveu a indicação do número de ocorrências de cada uma das opções fornecidas, acompanhadas das considerações pertinentes, enquanto as questões abertas envolveram a análise por síntese pessoal ou a análise de conteúdo, e o material produzido pelos alunos foi analisado por síntese pessoal. Severino (2007) aponta que a síntese pessoal se baseia na reelaboração da mensagem mediante a retomada pessoal do texto, e o raciocínio personalizado, que leva à elaboração de um novo texto, com redação própria, com discussão e reflexões pessoais, enquanto a análise de conteúdo (AC) de Bardin (2016) envolve a fragmentação do material a ser analisado em três polos cronológicos: a pré-análise (a exploração do material), o tratamento dos resultados (a inferência), e a interpretação.

O produto educacional (PE) desta tese é o jogo denominado Pistas Químicas, estruturado como um jogo de tabuleiro envolvendo a resolução de casos investigativos abordando conteúdos de química geral. De modo a disponibilizar o jogo para outros professores elaborou-se o artefato denominado Pistas Químicas: Guia do Professor, um e-book que apresenta e disponibiliza a estrutura do jogo, além da indicação de referências para aqueles que queiram se aprofundar sobre o tema, e locais onde podem encontrar e acessar outros jogos e casos investigativos. O objetivo do Guia do Professor é incentivar e dar subsídios para os docentes que queiram fazer uso de

jogos em seu planejamento didático, de modo a utilizá-los da maneira mais proveitosa possível dentro de suas realidades escolares.

A pesquisa foi realizada a partir do desenvolvimento de cinco etapas, cada uma delas relacionada a um dos objetivos específicos propostos. O Quadro 3 apresenta as cinco etapas descrevendo seus objetivos, as ações realizadas, os participantes, os instrumentos de coleta e os de análise dos dados, além de uma síntese da classificação da pesquisa e seu objetivo geral.

Quadro 3 - Etapas para o desenvolvimento da pesquisa

Objetivo Geral: desenvolver um jogo didático baseado na resolução de casos investigativos, levando o estudante a discutir, utilizar e correlacionar conceitos de química geral, revendo conteúdos estudados e com a possibilidade de um novo momento de aprendizagem, permitindo ao professor acompanhar e analisar este processo					
Classificação da pesquisa: abordagem qualitativa, objetivo descritivo, envolvendo um estudo de caso					
Etapa	Objetivo	Ação realizada	Participante(s)	Instrumento(s) de coleta de dados	Instrumento(s) de análise de dados
I	Elaborar o jogo didático	Levantamento bibliográfico para estruturar o jogo	Pesquisadora	Pesquisa em livros, revistas científicas e documentos	Leitura
II	Aplicar e avaliar o jogo didático	Aplicação do jogo em uma turma da pesquisadora	Pesquisadora e alunos	Diário de aula, material produzido pelos alunos, entrevista e questionário envolvendo os estudantes	Número de ocorrências, síntese pessoal e análise de conteúdo
III	Replicar o jogo didático	Replicação do jogo em outras turmas após ajustes	Pesquisadora, alunos e docentes	Diário de aula, comentários dos docentes e entrevista envolvendo os estudantes	Síntese pessoal
IV	Validar o jogo didático	Validação da versão final do jogo	Docentes	Questionário envolvendo os docentes	Número de ocorrências e síntese pessoal
V	Organizar o Guia do Professor	Seleção de material bibliográfico para a elaboração do Guia do Professor	Pesquisadora	Levantamento bibliográfico	Leitura

Fonte - A autora (2024).

Uma descrição detalhada do desenvolvimento de cada uma das etapas da pesquisa é apresentada nas próximas seções.

3.1 ETAPA I: ELABORAR O JOGO DIDÁTICO

A primeira etapa envolveu um levantamento bibliográfico em livros e revistas científicas, contando com a leitura exploratória, seletiva, analítica e interpretativa dos textos (Gil, 2017), onde se obteve as informações necessárias para organizar a estrutura do jogo Pistas Químicas. Ademais, a partir da análise das ementas das disciplinas de química geral das turmas do ciclo básico dos cursos técnicos integrados oferecidos pelo IFRJ/CRJ (ANEXO A), foram selecionados os conteúdos químicos abordados no jogo.

Quanto a sua estrutura, definiu-se que seria um jogo de tabuleiro envolvendo a resolução de um caso investigativo (CI), mediante a obtenção de cartas coletadas no decorrer da partida contendo pistas que ajudam a resolver o CI. O problema apresentado no caso investigativo seria proveniente da presença de determinado elemento químico, cujas características químicas são apresentadas nas cartas de pista. No capítulo 4, resultados e discussões, a estrutura do jogo é apresentada com detalhes. O jogo Pistas Químicas é destinado a professores de química, para uso em cursos técnicos integrados ao ensino médio, preferencialmente em turmas abordando o conteúdo de química geral, muito embora também possa ser usado em outros contextos, mediante os objetivos do docente. A realização desta etapa contempla o primeiro objetivo específico da pesquisa.

3.2 ETAPA II: APLICAR E AVALIAR O JOGO DIDÁTICO

A segunda etapa se destinou à aplicação e avaliação do jogo didático, sob o ponto de vista da pesquisadora e dos estudantes participantes da pesquisa. A aplicação do jogo ocorreu em uma turma na qual a pesquisadora era professora, e contou com o uso de um dos casos investigativos do jogo, selecionado pela pesquisadora. Quanto à avaliação do jogo, ela ocorreu envolvendo dois aspectos: o pedagógico e o estrutural. A avaliação pedagógica do jogo buscou analisar, pelo olhar da pesquisadora, a relevância do jogo na verificação da aprendizagem de conceitos químicos, assim como na possibilidade de ser um recurso mobilizador para a aprendizagem dos conteúdos de química geral, favorecendo a correlação entre conceitos químicos na resolução de problemas, proporcionando a discussão entre os pares, e oportunizando mais um momento de ganho conceitual. Se baseou nas

observações da pesquisadora registradas no diário de aula, e na análise do material produzido pelos estudantes durante o desenrolar da atividade, no chamado diário do investigador (DI), e na entrevista com as equipes de estudantes após a aplicação do jogo, conforme ilustrado na Figura 3.

Figura 3 - Proposição esquemática dos instrumentos de coleta de dados utilizados na avaliação pedagógica do jogo



Fonte - A autora (2024).

Foi no DI que os alunos fizeram as principais anotações sobre o CI escolhido para ser jogado. A ideia era que nele fossem anotadas as informações extraídas das pistas coletadas no decorrer do jogo. Na perspectiva do aluno, esta sistematização o ajuda a estruturar os argumentos para resolver o caso investigativo, enquanto para a pesquisadora a apreciação do DI pode auxiliar na análise de como os alunos organizaram seu pensamento para resolver o CI, além de identificar a existência de erros conceituais por parte dos estudantes.

Após a aplicação do jogo foi realizada uma entrevista com os alunos para obter informações visando auxiliar no entendimento de como os estudantes estruturaram seus argumentos para resolver o CI abordado. O Quadro 4 apresenta as três perguntas usadas na entrevista.

Quadro 4 - Perguntas da entrevista com os estudantes pós-jogo

Pergunta	Conteúdo
1	O que vocês acharam do caso investigativo abordado e que dificuldades encontraram para resolvê-lo?
2	Que informação foi mais importante e deu a vocês indícios do elemento químico abordado no caso investigativo utilizado na partida do jogo?
3	Qual foi a lógica utilizada para organizar e relacionar as pistas coletadas durante a partida, de modo a solucionar o caso investigativo abordado?

Fonte - A autora (2024).

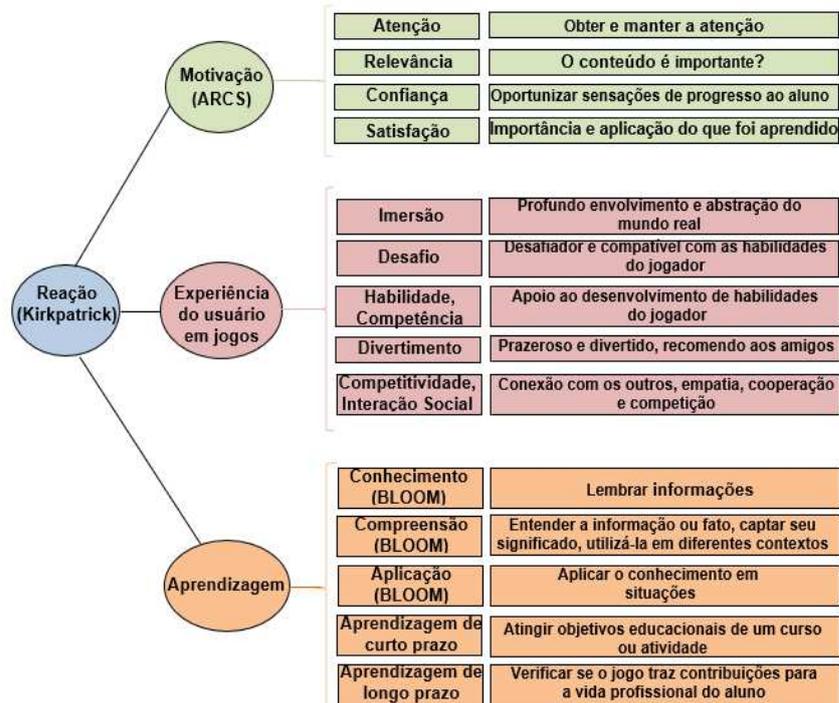
A avaliação estrutural do jogo visou identificar, a partir do olhar dos estudantes, se ele foi bem organizado, possui boa jogabilidade, é lúdico e de fácil entendimento, além de permitir correlacionar conteúdos de química abordados na resolução de

problemas, de interferir na aprendizagem de conceitos químicos, e sugestões visando seu aprimoramento. A partir destas informações tornou-se possível identificar partes do jogo que poderiam necessitar de ajustes, visando aprimorar o jogo e definir sua versão final.

Baseou-se no questionário pós-jogo enviado por e-mail aos estudantes, a partir da plataforma google formulários. Possui quatro perguntas (APÊNDICE A), com a pergunta 1 (fechada) sendo dividida em 26 itens, oferecendo como resultado uma pontuação sobre diferentes aspectos envolvidos na avaliação de um jogo educacional, com as demais perguntas sendo abertas e com o objetivo de identificar a opinião dos estudantes sobre a estrutura do jogo (perguntas 2 e 3), e sugestões de melhoria (pergunta 4).

A elaboração da pergunta 1 se baseou nos critérios propostos por Savi *et al.* (2010) para avaliação de jogos educacionais, e que são mostrados na Figura 4.

Figura 4 - Estrutura de critérios para avaliação de jogos educacionais



Fonte - Adaptado de Savi *et al.* (2010, p. 8).

O modelo proposto procura avaliar se um jogo: consegue instigar os estudantes a utilizarem o recurso como material de aprendizagem, proporciona uma boa experiência, e gera uma compreensão de utilidade educacional entre seus usuários. Foi ancorado no modelo teórico de Donald Kirkpatrick, que se baseia em quatro níveis, a saber: reação, aprendizagem, comportamento e resultados (Kirkpatrick, 1994).

Pela Figura 4 é possível compreender que o modelo de avaliação proposto por Savi *et al.* (2010) tomou como base o nível 1 de Kirkpatrick, que foca na reação dos estudantes ao utilizar um jogo educacional, e serve para medir o grau de satisfação, bem como avaliar o entendimento dos participantes em relação a sua experiência de aprendizagem. Como o modelo de Kirkpatrick deixa em aberto alguns aspectos a serem avaliados, Savi *et al.* (2010) incluíram os seguintes parâmetros: o modelo ARCS (Keller, 2009) para avaliação do nível de motivação; componentes da experiência do usuário em jogos para avaliação da experiência de interação com o jogo (Tullis; Albert, 2008), e princípios da taxonomia de Bloom (Bloom, 1956) para avaliação do impacto na aprendizagem do aluno. Em relação ao terceiro parâmetro, com o objetivo de complementar a avaliação da aprendizagem dos alunos, inseriram-se alguns itens de modo a avaliar o impacto do jogo na aprendizagem de curto e de longo prazo (Torres *et al.*, 2020).

Desta forma, os itens de i a xiii da primeira pergunta do questionário (APÊNDICE A) são baseados nos parâmetros que compõem o modelo ARCS que, segundo Astleitner e Wiesner (2004), é usado para investigar aspectos motivacionais envolvidos na aplicação de jogos educacionais. Segundo Keller (2009), ARCS é um acrônimo que identifica quatro categorias de estratégias importantes para avivar os estudantes para a aprendizagem: atenção, relevância, confiança e satisfação. O autor explica que a atenção está relacionada às respostas cognitivas dos alunos aos incentivos instrucionais aos quais são expostos, argumentando que o desafio é obter e manter um nível de atenção satisfatório dos alunos durante um período de aprendizagem. Já a relevância representa o quanto os alunos conseguem conectar o conteúdo aprendido com o seu futuro profissional e, ao mesmo tempo, o nível de associação que conseguem observar entre os seus conhecimentos prévios e as novas informações provenientes de um período de aprendizagem (Keller, 2009; Huang; Huang; Tschopp, 2010). A confiança está relacionada em se criar expectativas positivas nos estudantes, algo que pode ser alcançado ao se proporcionar experiências de sucesso em que os alunos precisam usar suas próprias habilidades e esforço, finalizando com a satisfação, que está relacionada com o sentimento positivo dos estudantes sobre a experiência de aprendizagem, o que pode ser alcançado com recompensas e reconhecimento (Keller, 2009; Huang; Huang; Tschopp, 2010).

Nos itens de xi a xxi da primeira pergunta, o parâmetro usado envolve componentes da experiência do usuário em jogos para avaliar a experiência de interação do jogador com o jogo elaborado (Tullis; Albert, 2008). Segundo os autores, a experiência do usuário em jogos engloba tudo aquilo que ele fala ou pensa sobre um produto como, por exemplo, se ele descreve que é fácil de usar, que é confuso, ou que o jogo supera suas expectativas iniciais. No modelo de avaliação de jogos educacionais adaptado de Savi *et al.* (2010), são selecionados alguns dos conceitos considerados mais consolidados para descrever a experiência do usuário em jogos, a saber: imersão, desafio, habilidade, diversão e interação social. Em relação às sensações do jogador, os jogos proporcionam um estado mental de *flow* (fluxo, imersão), que é entendido como o estado em que o indivíduo se sente “perdido no tempo”, “fora do mundo real” ou, pura e simplesmente, “não vê a hora passar” (Alves; Silva, 2020). Os autores explicam que quando isto ocorre o indivíduo está muito envolvido na atividade realizada, ou seja, o jogador se encontra ao mesmo tempo, e de forma integrada, concentrado e se divertindo com o jogo. Neste sentido, entende-se que a diversão está intimamente relacionada com a imersão. Portanto, o jogo proporciona diversão, prazer, relaxamento, distração e satisfação, de tal modo que, o jogador sente vontade de jogar novamente e o recomenda a amigos (Poels; Kort; Ijsselsteijn, 2007).

Em relação à diversão, o envolvimento com outras pessoas é um elemento de diversão nos jogos diretamente relacionado com a noção de se compartilhar um ambiente com outros indivíduos e ser atuante dentro dele. Por conta da interação social que o jogo proporciona, surge um sentimento de diversão em grupo que permite que os jogadores se conectem e cooperem dentro de um ambiente sadio de competição (Takatalo; Häkkinen; Kaistinen, 2010). Além disto, um bom jogo precisa ser suficientemente desafiador, estar de acordo com o nível de habilidade do jogador, apresentar variações no nível de dificuldade, e manter um ritmo adequado (Savi *et al.*, 2010). Já a capacidade está intimamente relacionada com as habilidades do jogador e com sentimentos positivos de eficiência. Sendo assim, o jogador percebe que suas habilidades estão em um nível em que é possível superar os desafios do jogo. Como ao longo de uma partida o grau de dificuldade dos desafios aumenta gradativamente, é necessário que o jogador desenvolva suas habilidades para avançar no jogo e se divertir. Por apoiar o desenvolvimento e o domínio das habilidades do jogador, o jogo proporciona uma boa experiência no usuário (Takatalo; Häkkinen; Kaistinen, 2010).

Os itens xxii a xxvi da primeira pergunta têm como parâmetro os princípios da taxonomia de Bloom para avaliação do impacto na aprendizagem do aluno (Bloom, 1956). O autor, em conjunto com outros pesquisadores, criou uma classificação de níveis de raciocínio em uma sequência de seis níveis, desde o mais simples ao mais complexo, a saber: conhecimento, compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação. No modelo de avaliação utilizado nesta pesquisa são considerados apenas os três primeiros níveis da taxonomia de Bloom: conhecimento, compreensão e aplicação (Savi *et al.*, 2010). Na primeira categoria, conhecimento, os alunos lembram, por exemplo, de informações sobre fatos, datas, palavras, teorias, métodos, classificações, lugares, regras, critérios e procedimentos. Já na categoria compreensão, os estudantes entendem a informação ou fato descrito, internalizam o seu significado e o utilizam em contextos diferentes. Na terceira categoria, aplicação, os alunos são capazes de aplicar o conhecimento em situações concretas (Bloom, 1956).

Desta forma, a pergunta 1 do questionário apresenta diferentes itens a serem analisados na forma de afirmações, para os alunos indicarem o quanto concordam com elas de acordo com uma escala Likert de 5 pontos, variando de discordo totalmente (DT) até concordo totalmente (CT) (Torres *et al.*, 2020). A escala Likert (1932) foi desenvolvida para mensurar atitudes no contexto das ciências comportamentais, consistindo em tomar um construto e desenvolver um conjunto de afirmações relacionadas a sua definição, para as quais os respondentes assinalam o seu grau de concordância. A vantagem de seu uso é a facilidade com que o pesquisado emite seu grau de concordância em relação a uma afirmação qualquer, solicitando um parecer em duas dimensões: conteúdo e intensidade. Neste cenário, o indivíduo precisa verificar o conteúdo da proposição do item a ser analisado e, em seguida, opinar discordando ou concordando com a afirmação, considerando ainda a intensidade desta concordância (Silva Júnior; Costa, 2014).

As demais questões são abertas (APÊNDICE A) e foram analisadas a partir da análise de conteúdo de Bardin (2016). As anotações da pesquisadora no diário de aula feitas durante a aplicação do jogo, quando pertinentes, foram usadas para enriquecer as discussões feitas. A realização desta etapa contempla o segundo objetivo específico da pesquisa.

3.3 ETAPA III: REPLICAR O JOGO DIDÁTICO

Nesta terceira etapa o jogo Pistas Químicas foi replicado, sendo utilizada a versão do jogo contendo as modificações provenientes da análise e sugestões feitas na etapa II. A replicação do jogo ocorreu em cinco turmas, sendo duas delas de regência da pesquisadora e outras três de regência de outros docentes de química geral do IFRJ. A pesquisadora participou de todas as dinâmicas, e em cada turma houve o uso de um caso investigativo diferente. Teve como objetivo avaliar a possibilidade do uso do jogo por parte de outros professores, se as modificações realizadas contribuíram favoravelmente na sua estrutura e dinâmica, além de aplicar os demais casos investigativos presentes no jogo.

A coleta de dados envolveu o diário de aula da pesquisadora, comentários dos docentes e entrevista com as equipes de estudantes após a aplicação do jogo. A Figura 5 permite visualizar os instrumentos de coleta de dados que foram usados nesta etapa da pesquisa.

Figura 5 - Proposição esquemática dos instrumentos de coleta de dados utilizados na replicação do jogo



Fonte - A autora (2024).

O roteiro elaborado para a entrevista com os estudantes (APÊNDICE B) possui sete perguntas organizadas em três blocos, conforme apresentado no Quadro 5. O bloco I apresenta perguntas para identificar a opinião dos estudantes sobre a estrutura do jogo, o bloco II contém perguntas para analisar o raciocínio utilizado pelos alunos na resolução do caso abordado, e o bloco III versou sobre sugestões para o aprimoramento do jogo. A análise das respostas envolveu a síntese pessoal (Severino, 2007).

Quadro 5 - Organização do roteiro da entrevista com os estudantes por blocos de perguntas

Bloco	Objetivos das Perguntas	Perguntas
I	Informações sobre a perspectiva, experiência e opinião dos estudantes acerca da utilização do jogo aplicado	1 a 3
II	Informações sobre o raciocínio lógico utilizado pelos estudantes na resolução do caso abordado na aplicação do jogo	4 a 6
III	Sugestões dos estudantes para que se fizessem os ajustes necessários ao aprimoramento da estrutura do jogo aplicado	7

Fonte - A autora (2024).

Antes da aplicação do jogo a pesquisadora enviou as regras do jogo e uma síntese dos CIs aos docentes e se reuniu com eles para sanar dúvidas, obter informações sobre as turmas, e definir o caso investigativo a ser usado em cada uma delas. Durante a aplicação do jogo, a pesquisadora anotou no diário de aula a postura, os comentários e as sugestões feitas pelos docentes. A realização desta etapa contempla o terceiro objetivo específico da pesquisa.

3.4 ETAPA IV: VALIDAR O JOGO DIDÁTICO

A validação do jogo Pistas Químicas visou identificar se o jogo é de fácil entendimento, foi bem-organizado e possui aspectos visuais atraentes, além de sugestões em relação à estrutura, dinâmica e fluidez do jogo, bem como obter a opinião dos docentes sobre o seu potencial como um recurso para verificar a aprendizagem dos alunos, e como um recurso mobilizador de aprendizagens. Participaram desta etapa os três docentes que replicaram o jogo Pistas Químicas em suas turmas. Partiu-se do princípio de que por terem aplicado o jogo ganhariam um olhar diferenciado, o que tornaria sua validação mais significativa. Foram selecionados por conta da experiência profissional e formação acadêmica, possuindo, respectivamente, por volta de 10 anos como docentes de química, licenciatura em química e pós-graduação *stricto sensu*.

Como instrumento para coleta de dados houve a aplicação de um questionário (APÊNDICE C), enviado por e-mail aos professores, a partir da plataforma google formulários. O questionário possui três perguntas, sendo a pergunta 1 (fechada) dividida em 19 itens construídos com base no modelo proposto por Savi *et al.* (2010), já apresentado e discutido detalhadamente na seção 3.2 (p. 78), contendo afirmações para os docentes indicarem o quanto concordam com elas de acordo com uma escala Likert de 5 pontos, variando de discordo totalmente (DT) até concordo totalmente (CT) (Torres *et al.*, 2020). As demais perguntas são abertas e com o objetivo de identificar

a opinião dos docentes sobre o tempo sugerido para jogar uma partida (pergunta 2) e sugestões de melhoria (pergunta 3). As respostas foram analisadas a partir da síntese pessoal. As anotações da pesquisadora no diário de aula feitas durante a replicação do jogo, quando pertinentes, foram usadas para enriquecer as discussões. A realização desta etapa contempla o quarto objetivo específico da pesquisa.

3.5 ETAPA V: ORGANIZAR O GUIA DO PROFESSOR

Na quinta etapa foi estruturado o artefato intitulado Pistas Químicas: Guia do Professor, um e-book que apresenta e disponibiliza o jogo Pistas Químicas, visando seu uso por parte de outros professores. O Guia do Professor também apresenta indicações de referências abordando o lúdico e CIs, além de locais onde podem encontrar e acessar outros jogos e CIs, atuando como um material de apoio, fornecendo subsídios aos docentes que desejem conhecer e entender melhor o uso destes recursos didáticos em suas aulas.

A seleção das referências envolvendo ALs e CIs, contou com uma pesquisa bibliográfica em livros e artigos científicos, enquanto os locais onde encontrar e acessar outros jogos e CIs foram selecionados a partir de uma busca na internet . A realização desta etapa contempla o quinto objetivo específico da pesquisa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o percurso metodológico, a pesquisa ocorreu a partir de ações realizadas em cinco etapas distintas envolvendo: (i) elaborar como produto educacional (PE) o jogo didático intitulado Pistas Químicas; (ii) aplicar e avaliar o jogo didático, no intuito de identificar se ele está bem estruturado e atende ao objetivo de seu desenvolvimento; (iii) replicar o jogo didático, após os ajustes identificados como necessários na avaliação de sua aplicação; (iv) validar a versão final do jogo didático, e (v) organizar o Guia do Professor como artefato para disponibilizar o jogo Pistas Químicas aos docentes. Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos em cada uma das etapas, que estão acompanhados de uma discussão dos pontos considerados relevantes para a pesquisa.

4.1 APRESENTAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL: O JOGO PISTAS QUÍMICAS

O jogo didático Pistas Químicas, produto educacional associado a esta tese, foi estruturado como um jogo de tabuleiro, adaptado do jogo de detetive *Scotland Yard*[®], envolvendo a resolução de casos investigativos abordando conteúdos de química geral. A Figura 6 apresenta a caixa do jogo, seu tabuleiro e peças.

Figura 6 - Visão geral do jogo



Fonte - A autora (2024).

A opção por um jogo de tabuleiro deve-se a alguns fatores, dentre eles, a paixão da pesquisadora por jogos de tabuleiro, o desejo de ter um jogo para uso em grupo e com boa jogabilidade, e que pudesse ser ajustado para abordar conteúdos de química. Ademais, as vantagens do uso de jogos de tabuleiro são diversas, “no sentido de que incentivam a participação do aluno, considerando-se o aluno como construtor do próprio conhecimento, valorizando a atuação do aprendiz com seus colegas e com o próprio professor” (Soares, 2015, p. 118). O autor ressalta que o jogo de tabuleiro, e seu nível de interação específico, incentiva a sociabilização e o surgimento de debates e estratégias que acabam por resgatar o empenho e a concentração dos alunos na aula. Na próxima seção é apresentada a estrutura do jogo.

4.1.1 Descrição estrutural do jogo Pistas Químicas

4.1.1.1 Objetivo do jogo

O jogo didático Pistas Químicas foi estruturado como um jogo de tabuleiro com caráter investigativo, e envolveu uma adaptação do método de pequenos grupos (Herreid, 1998b, 2011) como estratégia para abordar os CIs no contexto do jogo. Os CIs elaborados envolvem contextos diversos e abordam conteúdos variados de química voltados para o 1º ano do ensino médio. Para resolver os CIs propostos, no decorrer de uma partida, são fornecidas pistas que aparecem na forma de informações, fazendo com que os estudantes investiguem sobre os conteúdos químicos desejados pelo professor. Isto serve de ponto de partida para que o professor analise a participação dos estudantes na resolução dos CIs propostos e, através desta análise, possa sanar dúvidas, checar as dificuldades dos estudantes e dirimir erros conceituais identificados, bem como a facilidade que eles encontraram para lidar com os conteúdos trabalhados. Neste contexto, o objetivo do jogo didático Pistas Químicas é o de encorajar os estudantes a participarem das discussões acerca dos CIs propostos, fazendo uso dos conhecimentos de química geral voltados para o 1º ano do ensino médio, a fim de que possa ser utilizado pelo professor como um recurso de ensino ou de verificação da aprendizagem.

4.1.1.2 Indicação e participantes

O jogo didático Pistas Químicas foi organizado envolvendo conteúdos de química geral abordados no ciclo básico de formação do ensino médio regular dos cursos técnicos integrados oferecidos pelo IFRJ. Contudo, também existe a possibilidade de seu uso em aulas de química no ensino médio ou em outros cursos técnicos e de graduação, desde que abordem os conteúdos de química presentes no jogo, caso o professor queira revisar, sintetizar, destacar e organizar conceitos importantes previamente vistos pelos alunos.

Foi estruturado possibilitando a participação de quatro a seis grupos de três a seis jogadores cada, com a sugestão de que todos os grupos envolvidos em uma mesma partida venham a ser organizados com o mesmo número de participantes, ou com apenas um estudante de diferença.

4.1.1.3 Regras do jogo

As regras definidas para o jogo Pistas Químicas são apresentadas no Quadro 6.

Quadro 6 - Regras do jogo Pistas Químicas

REGRAS DO JOGO PISTAS QUÍMICAS
<p>*** Cada grupo escolhe um peão e o coloca no tabuleiro, na Casa da Sala de Reuniões. Em seguida, os grupos providenciam lápis e borracha ou caneta, e pegam o diário do investigador, onde farão suas anotações sobre o caso investigativo;</p> <p>*** O professor reproduz duas vezes o podcast do caso investigativo escolhido pelos alunos no início da aula ou, se preferir, pode optar por fazer a leitura do caso investigativo escolhido, para que os participantes conheçam bem todas as circunstâncias que o envolvem. O livreto com o caso investigativo escolhido ficará disponível durante toda a partida, para que qualquer jogador possa voltar a ler o caso durante o jogo, se sentir necessidade de entendê-lo melhor;</p> <p>*** Todos os grupos lançam o dado numérico de 6 faces, iniciando o jogo aquele que obtiver a maior pontuação. O grupo que tirar o maior número no dado começa o jogo, seguido do grupo à esquerda e assim por diante. Em caso de empate, esses grupos fazem um novo lançamento do dado. O primeiro grupo a jogar lança o dado novamente, e avança seu peão de acordo com os pontos obtidos;</p> <p>*** Os peões devem ser movimentados sempre seguindo o trajeto do tabuleiro. Seu peão pode passar por cima de outros e ocupar a mesma casa que um outro peão já esteja ocupando;</p> <p>*** Na sua vez de jogar, o grupo lança o dado numérico de 6 faces e movimenta seu peão de acordo com os pontos obtidos. O trajeto do tabuleiro é composto por casas distintas por onde os peões dos grupos vão se deslocar, para que os jogadores colem pistas que os ajudarão a resolver o caso que escolheram. O tabuleiro do jogo apresenta os seguintes tipos de casas:</p> <p>🏠 Casa da Sala de Reuniões: casa de onde os peões saem e o jogo se inicia;</p>

📌 Casas Verdes: nestas casas, o grupo recebe uma carta que pode ser de sorte, revés ou charada química, que estarão misturadas e agrupadas em um local específico no tabuleiro. As cartas de sorte trazem um bônus para o grupo, as cartas de revés trazem um ônus para o grupo e as cartas de charada química trazem uma charada que, se for corretamente resolvida pelo grupo, permite o acesso automático ao professor para tirar dúvidas sobre as pistas recebidas e sobre o raciocínio lógico traçado pelo grupo para a resolução do caso escolhido;

📌 Casas Azuis: casas neutras; isto é, nada ocorre ao cair nelas. O grupo de jogadores aguarda até a próxima rodada do jogo;

📌 Casas de Pistas: nestas casas, o grupo recebe o dado de pistas de 6 faces, onde existem as opções de Pista de Biblioteca, Pista de Tabela Periódica e Pista de Laboratório. A face do dado que cair para cima orienta o tipo de carta de pista que o grupo irá receber. A carta de pista é fornecida ao grupo, que tem 2 minutos, marcados na ampulheta ou no cronômetro do relógio, para lê-la silenciosamente, anotar as principais informações no diário do investigador, e o jogo prossegue. Em hipótese alguma as pistas recebidas podem voltar a ser lidas durante o jogo; portanto, ao receber uma carta de pista, o grupo deve anotar as informações fornecidas, respeitando o tempo da ampulheta, por mais que algumas possam parecer insignificantes. Por vezes, uma informação aparentemente sem importância pode ser essencial para elucidar o caso;

📌 Casa da Sala de Conferências: ao cair nesta casa, ou ao passar por ela, o grupo de jogadores tem a possibilidade de dar a solução para o caso se achar que já possui pistas suficientes para isso. Caso o grupo ainda não tenha informações suficientes para solucionar o caso, o jogo prossegue;

📌 Casa do Investigador Sagaz: é a última casa do jogo. O grupo que chegar nesta casa deve, obrigatoriamente, dar uma solução para o caso escolhido, apresentando-a somente ao professor. Se a resposta estiver errada, o grupo volta à Casa da Sala de Reuniões para coletar mais pistas com o propósito de chegar à correta solução para o caso. O primeiro grupo a responder de forma correta termina o jogo em 1º lugar. Caso o professor opte por finalizar o jogo nesse momento, o grupo vencedor apresenta para a turma a resposta correta para o caso investigativo.

***** Cabe ao professor definir se finaliza o jogo após a solução do caso ser dada pelo primeiro grupo, que termina o jogo em 1º lugar, e deve apresentar para a turma a resposta do caso investigativo, ou prosseguir de forma que os demais grupos também tenham a possibilidade de dar uma solução para o caso escolhido e, após todos os grupos terem dado uma solução para o caso, finalizar o jogo;**

*** Finalizado o jogo, os grupos devem entregar ao professor o diário do investigador com suas anotações sobre o caso investigativo.

Fonte - A autora (2024).

Dentre as regras apresentadas, somente o texto destacado em negrito não é disponibilizado aos alunos, por ser uma opção inerente ao professor. Esta orientação dá liberdade para o professor decidir se termina o jogo assim que o CI escolhido for solucionado pelo primeiro grupo e, neste caso, só haverá um grupo vencedor, ou se dá continuidade ao jogo, permitindo que os demais grupos possam chegar à solução do CI, finalizando então o jogo. As duas opções trazem consigo vantagens e desvantagens. Na primeira opção, as partidas são mais curtas, entretanto, a discussão realizada ao final do jogo pode ser mais pobre, pois terá como base apenas as pistas e os argumentos utilizados pelo grupo vencedor. Já na segunda opção, a discussão feita ao final do jogo pode ser mais rica, pois tomará como base as pistas e argumentos utilizados por cada grupo para solucionar o caso, entretanto, as partidas

podem ser longas o suficiente para tornar o jogo cansativo. Neste contexto, fica a critério do professor escolher qual das duas opções será a melhor, conforme o número de alunos em sua turma, a disponibilidade de tempo de aula, seu objetivo em termos de discussão dos conteúdos químicos abordados no CI escolhido, e seu desejo em trabalhar mais de um caso com a turma.

4.1.1.4 Peças do jogo

No Quadro 7 são apresentadas as peças do jogo, com informações de identificação, descrição geral, dimensões e quantidade. Para produzir o jogo, esta pesquisa contou com o auxílio financeiro do IFRJ⁹ e, por conta disto, buscou-se parceiros para a confecção das peças. O tabuleiro; os dados de pista; peões, e as cartas de pista, sorte ou revés e charadas químicas foram produzidos sob encomenda à Ludens Spirit¹⁰, a ampulheta, os dados numéricos e o copo de dados foram comprados na loja online da Ludeka¹¹, o diário do investigador; arquivo de respostas; os livretos dos casos investigativos; manuais do professor e do aluno, e a tabela periódica para consulta foram produzidos sob encomenda à Printbem Bureau de Impressão Digital¹². As ilustrações foram feitas pela ilustradora e professora de matemática, Fernanda de Lemos Fonseca.

Quadro 7 - Síntese das peças do jogo

Identificação	Descrição Geral	Dimensões	Quantidade
Caixa	Impressão 4 x 0 cores em couchê 180g, laminado acoplado em paraná 1.9 mm, corte e vinco especial	35 cm x 25 cm x 3,5 cm	1
Tabuleiro	Com três dobras, bipartido, acoplado no paraná 1.9 mm com verso chapado em preto	Aberto: 64 cm x 46 cm Fechado: 32 cm x 23 cm	1
Ampulheta	Tampa azul de 2,0 minutos (110 a 130 segundos) em plástico	3,5 cm x 6,7 cm	1
Dado numérico	6 lados brancos em resina	16 mm x 16 mm x 16 mm	1
Dado de pistas	6 lados brancos em resina com 3 artes diferentes gravadas	16 mm x 16 mm x 16 mm	1
Copo para dados	Azul escuro em plástico	7,0 cm x 7,0 cm x 8,0 cm	1

⁹ O projeto foi contemplado em três editais de fomento do IFRJ: PROINNOVA 2019-2020 e Edital integrado de ensino, de pesquisa, de inovação e de extensão 2020-2021 e 2022-2023.

¹⁰ Site institucional: <https://www.ludensspirit.com.br>.

¹¹ Loja virtual para jogos de tabuleiro e acessórios: <https://www.ludeka.com.br>.

¹² Endereço eletrônico: <http://www.printbem.com.br/>.

Peões	Formato de erlenmeyer, nas cores verde, vermelho, azul, amarelo, preto, branco, rosa e lilás em papelão empastado	1,0 cm x 3,5 cm	8
Casos investigativos	Capa: papel couché matte 170 g Miolo: papel couché 115 g	Livretos no formato aberto A4 e fechado A5	6
Cartas de pista	Impressão em couché reforçado 300 g, face da frente laminada e o verso fosco	70 mm x 110 mm	222
Cartas de sorte, revés ou charadas químicas	Impressão em couché reforçado 300 g, face da frente laminada e o verso fosco	63 mm x 88 mm	64
Arquivo de respostas	Capa: papel couché matte 170 g Miolo: papel couché 115 g	Livretos no formato aberto A4 e fechado A5	1
Diário do investigador	Papel couché matte 115 g em tons de cinza (preto e branco)	1 folha A4 dobrada ao meio (fôlder)	1
Tabela periódica	Papel couché matte 170 g, colorida	1 folha A4 aberta	1
Manual do professor	Capa: papel couché matte 170 g Miolo: papel couché 115 g	Livretos no formato aberto A4 e fechado A5	1
Manual do aluno	Capa: papel couché matte 170 g Miolo: papel couché 115 g	Livretos no formato aberto A4 e fechado A5	1

Fonte - A autora (2024).

No Quadro 7, o diário do investigador; tabuleiro; os casos investigativos; manuais do professor e do aluno, e as cartas de pista, sorte ou revés e charadas químicas são apontados como as peças que merecem uma atenção mais detalhada, e por isto são tratadas de forma individualizada na sequência deste texto. Sobre os casos investigativos, cabe uma observação importante. Inicialmente eles foram pensados em formato de livretos com os casos escritos para serem lidos pelos alunos/jogadores durante uma partida. Entretanto, em virtude do auxílio financeiro do IFRJ, fez-se uma parceria com a Imaginar Content – Artes e Entretenimento¹³, produtora de conteúdo multiplataforma com experiência em produções audiovisuais para produzir os podcasts dos casos investigativos. Portanto, os casos abordados no jogo são apresentados em duas versões: livreto impresso e podcast.

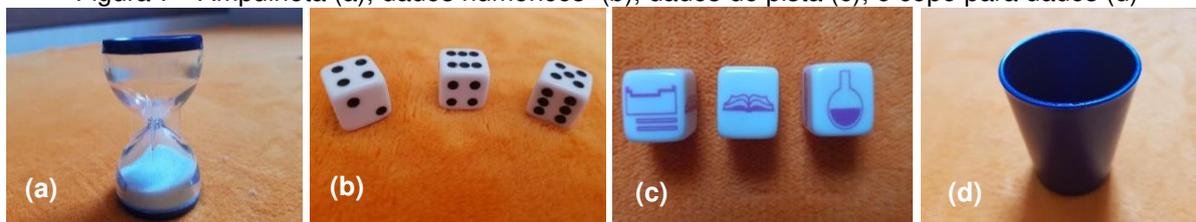
As demais peças do jogo, isto é, a ampulheta; tabela periódica; os dados numérico e de pistas; peões; o copo de dados, e arquivo de respostas, são peças mais simples, de modo que apresentamos comentários sobre elas, dando sugestões de materiais mais baratos e acessíveis que podem ser usados pelos professores para confeccionar as peças do jogo.

¹³ Página eletrônica no facebook: <https://www.facebook.com/imaginarcontent/>.

A ampulheta (Figura 7a) apresenta uma marcação de dois minutos, não sendo uma peça essencial ao jogo e, alternativamente, pode ser substituída por um cronômetro de relógio de pulso. Deve ser usada quando o peão do grupo ocupa uma das casas de pista do tabuleiro. Ao receber uma carta de pista, o grupo tem dois minutos, marcados na ampulheta ou no cronômetro do relógio, para lê-la silenciosamente, anotar as principais informações no DI, e o jogo prossegue.

O dado numérico (Figura 7b) é usado para definir o grupo que inicia a partida e o número de casas que são avançadas a cada rodada, enquanto o dado de pistas (Figura 7c) apresenta desenhos em suas faces, que indicam o tipo de carta de pista que deve ser lida pelo grupo ao ocupar uma das casas de pista do tabuleiro. Neste dado, o balão de fundo redondo indica as cartas de pista de laboratório, o livro indica as cartas de pista de biblioteca, e a tabela periódica indica as cartas de pista desta categoria. Os dados numérico e de pistas podem, alternativamente, ser confeccionados utilizando-se cartolina e massa de modelar. O copo para dados (Figura 7d) não é uma peça essencial ao jogo, e o professor pode substituí-lo por um copo de plástico descartável, cuja função é auxiliar na hora dos alunos jogarem os dados.

Figura 7 - Ampulheta (a), dados numéricos (b), dados de pista (c), e copo para dados (d)



Fonte - A autora (2024).

Os peões (Figura 8a) representam os grupos, sendo as peças que caminham pelas casas do tabuleiro. Podem ser confeccionados com o uso de cartolina e massa de modelar. O livreto do arquivo de respostas (Figura 8b) apresenta as respostas dos casos investigativos e das cartas de charadas químicas, sendo destinado para uso apenas do professor. A tabela periódica (Figura 8c) serve para consulta dos alunos/jogadores, de modo a auxiliar na determinação de informações presentes nas cartas de pista. O livreto do arquivo de respostas e a tabela periódica podem ser impressos em papel A4 (sulfite 75g) e plastificados.

Outras peças do jogo podem ser produzidas de forma impressa em papel A4 (sulfite 75g), e até mesmo plastificadas, como é o caso das cartas de pista, sorte ou

revés e charadas químicas; dos livretos dos casos investigativos; manuais do professor e do aluno, e do diário do investigador. Ademais, a plastificação preserva o material, de modo que ele pode ser utilizado por mais tempo. Por fim, o tabuleiro pode ser confeccionado em cartolina branca ou um papel cartão branco colado em papelão para dar maior resistência.

Figura 8 - Peões (a), arquivo de respostas (b), e tabela periódica para consulta (c)



Fonte - A autora (2024).

Para a confecção das peças do jogo seria interessante que o professor buscasse uma parceria com a disciplina de artes da escola. Esta parceria pode ser bastante positiva, visto que, durante a confecção das peças, “o professor já pode incitar os estudantes sobre a temática do caso investigativo de acordo com os conceitos químicos que deverão ser discutidos em sala de aula” (Francisco, 2017, p. 38).

Na sequência, apresentamos de forma detalhada as demais peças do jogo, seguindo a ordem: casos investigativos; diário do investigador; tabuleiro; cartas de pista, sorte ou revés e charadas químicas, e manuais do professor e do aluno.

4.1.1.4.1 Casos investigativos

O jogo apresenta seis CIs disponibilizados na forma de podcasts e de livretos, cada um contando, em detalhes, histórias diferentes. Estes CIs são numerados de um a seis. Sugerimos que os alunos escolham o caso a ser jogado no início da aula, contudo, o professor pode optar por definir o caso a ser abordado na turma. No final de cada caso é feita uma pergunta que deve ser respondida para que o caso seja solucionado. A problemática apresentada no CI é proveniente da presença de determinado elemento químico, cuja identificação soluciona o caso. As respostas para os seis CIs são disponibilizadas no arquivo de respostas (Figura 8b).

Os casos abordados no jogo são de autoria própria, e produzidos tendo como fontes de inspiração artigos científicos e sites da internet que apresentam contextos por meio dos quais é possível trabalhar conteúdos de química geral. Na elaboração dos casos foram selecionados temas relacionando a química à aspectos científicos, tecnológicos, ambientais e sociais. Para o desenvolvimento dos casos foram consideradas as recomendações propostas por Herreid (1998a), que aponta que um “bom caso” deve: narrar uma história sem um final; instigar a curiosidade pela questão a ser resolvida; ser atual; criar empatia com os personagens principais; apresentar diálogos entre os personagens; ser relevante para o leitor; ter utilidade pedagógica; provocar um conflito; forçar uma tomada de decisão; ter generalizações e, por fim, ser curto. Além disto, seguiu-se as orientações de Queiroz e Sacchi (2020, p. 16), no sentido de que todos os casos produzidos são apresentados:

No formato de uma narrativa, ou seja, expõem uma série de acontecimentos; são curtos, não provocando uma análise tediosa; apresentam diálogos, o que pode auxiliar na compreensão da situação; e buscam despertar o interesse dos leitores, a partir de questões curiosas para crianças e adolescentes.

Ademais, envolvem um conflito, incluem citações, buscam avivar o entusiasmo do aluno pela questão levando-o a uma tomada de decisão frente ao problema abordado. O Quadro 8 sintetiza os seis casos produzidos para o jogo e a Figura 9 apresenta um dos livretos dos casos investigativos.

Quadro 8 - Síntese dos casos investigativos produzidos para o jogo

Identificação	Questões Abordadas	Elemento Químico Abordado
Caso 1: O caso do combustível misterioso	Combustíveis fósseis, impacto ambiental e fontes de energia renováveis	Hidrogênio (H)
Caso 2: O brilho da morte	Descarte indevido de equipamentos de radioterapia, impacto ambiental e saúde pública	Césio (Cs)
Caso 3: O <i>serial killer</i> da Barra da Tijuca	Contraste radiológico adulterado, diminuição de custos de produção de medicamentos e saúde pública	Bário (Ba)
Caso 4: Um desastre anunciado	Descarte indevido de catalisadores a base de mercúrio, poluição hídrica, contaminação da fauna marinha e saúde pública	Mercúrio (Hg)
Caso 5: A fumaça branca da morte	Descarte indevido de baterias automotivas de chumbo-ácido, poluição do solo, atmosférica e hídrica, contaminação da fauna e da flora, e saúde pública	Chumbo (Pb)
Caso 6: O enigma do quebra-ossos	Descarte indevido de sais de cádmio, poluição hídrica, contaminação da fauna marinha e de arrozais, e saúde pública	Cádmio (Cd)

Fonte - A autora (2024).

Figura 9 - Livreto de um dos casos investigativos



Fonte - A autora (2024).

Os elementos químicos abordados nos CIs foram selecionados em virtude de sua importância para o desenvolvimento da área da química. Indo além nesta discussão, um átomo de hidrogênio consiste em um próton e um elétron e, apesar da simplicidade de sua estrutura atômica, apresenta propriedades químicas ricas e variadas. Por conta disto, ele possui grande importância para o desenvolvimento da química teórica, e foi essencial no desenvolvimento das teorias atômicas e de ligação (Housecroft; Sharpe, 2013). Shriver *et al.* (2008) chamam atenção para o fato de que, apesar de possuir um único elétron, em certas circunstâncias o hidrogênio pode se ligar a mais do que um átomo simultaneamente. Os autores esclarecem que seu caráter varia desde uma base forte de Lewis (como o íon hidreto, H^-) até um ácido forte de Lewis (como o cátion hidrônio, H^+ , o próton). Portanto, o hidrogênio forma mais compostos do que qualquer outro elemento.

Os demais elementos químicos abordados, célio, bário, mercúrio, chumbo e cádmio, se caracterizam por serem metais dos blocos s, p e d da tabela periódica. O célio pertence ao grupo 1 (metais alcalinos), o bário ao grupo 2 (metais alcalinoterrosos), o mercúrio e o cádmio aos metais de transição localizados no grupo 12, e o chumbo pertence ao grupo 14 (grupo do carbono). Vale destacar que mais de 75% dos elementos da tabela periódica são metais (Tro, 2017). Os metais têm papel importante no desenvolvimento da civilização, desde a história antiga até as sociedades modernas, esta última contando com uma variedade de metais empregados na fabricação de ferramentas, máquinas e outros itens. Os químicos, por exemplo, encontram utilização até para os metais menos abundantes à medida que buscam materiais que atendam às necessidades tecnológicas em evolução. Neste

cenário, os metais apresentam uma química variada e bastante interessante (Brown; Lemay; Bursten, 2005).

O caso 1 intitulado “O caso do combustível misterioso” foi produzido com base na necessidade cada vez maior de se buscar fontes de energia renováveis, e que impactem menos o meio ambiente. Estêvão (2008) afirma que os combustíveis fósseis são os recursos energéticos mais utilizados desde que foram descobertos, e a principal fonte de energia do planeta. A autora destaca que a fumaça liberada pelo escapamento dos veículos movidos a combustíveis fósseis é a principal causa da poluição nos grandes centros urbanos. Ademais, a queima destes combustíveis é responsável por um quinto de toda a emissão de dióxido de carbono (CO₂) do planeta. Portanto, em virtude do seu impacto ambiental e por conta de ser uma fonte de energia finita, o futuro dos combustíveis fósseis é limitado (Estêvão, 2008).

Segundo Vasconcelos (2017), as especulações financeiras em torno dos combustíveis fósseis, provocaram um aumento exagerado nos seus preços, tornando seu consumo quase que impraticável. Em virtude disto, pesquisas que sugerem a substituição dos combustíveis fósseis por outras fontes de energia mais eficientes, renováveis e que impactam menos o meio ambiente são necessárias. Estêvão (2008) sinaliza que diversas montadoras de veículos automotivos estão investindo na produção de veículos movidos a combustíveis renováveis para substituir os veículos movidos a combustíveis fósseis, e o hidrogênio está sendo utilizado como combustível alternativo. O caso 1 é apresentado no Quadro 9, e a Figura 10 apresenta o *QRcode* para acesso ao seu podcast. Vale destacar que no desenvolvimento dos podcasts os textos sofreram algumas alterações, em relação aos textos escritos nos livretos, de modo a adequá-los a este veículo, contudo sem promover alteração nas informações.

Quadro 9 - Caso 1: O caso do combustível misterioso

O CASO DO COMBUSTÍVEL MISTERIOSO
<p>Era mais um domingo de inverno com temperatura amena e de céu parcialmente encoberto, no ano de 2020, na cidade de São Bernardo do Campo, localizada no Estado de São Paulo. Os termômetros marcavam 13 °C, e Heitor estava olhando o horizonte pela janela de seu quarto. Entediado, ligou sua televisão e começou a manusear o controle em busca de um canal que estivesse exibindo algum programa capaz de entretê-lo. Após alguns instantes de busca despretensiosa, ele sintonizou sua televisão no Canal Terra Brasilis. Nos domingos, ao longo do mês de julho, estava sendo exibido o documentário “Energias que movem o Mundo”. Depois de assistir ao documentário, Heitor foi conversar com seu pai, o Sr. Túlio, que trabalha como Analista Comercial Sênior na fábrica da Toyota localizada na cidade.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pai, você sabe que a principal fonte de energia do planeta são os combustíveis fósseis? - Sim, filho. Mas, por conta de ser uma fonte de energia finita e do seu impacto ambiental, o futuro dos combustíveis fósseis é limitado. - Eu vi num documentário que a fumaça liberada pelo escapamento dos veículos movidos a combustíveis fósseis é a principal causa da poluição nos grandes centros urbanos. Além disso, a

queima destes combustíveis é responsável por um quinto de toda a emissão de dióxido de carbono (CO₂) do planeta.

Nesse instante, a Sra. Laura, esposa do Sr. Túlio e mãe de Heitor, ouve a conversa e dispara:

- Esse gás não é o principal responsável pelo efeito estufa que ocorre na atmosfera?

- É sim, minha querida.

- Que impressionante! – exclamou a Sra. Laura.

Calmamente, o Sr. Túlio explica aos dois que o efeito estufa é um fenômeno natural, essencial para a manutenção da vida na Terra e que mantém a temperatura média do planeta constante há séculos.

- Heitor, meu querido, é bom que você aprenda cedo.

Quando começamos a interferir na dinâmica da natureza, isso nos traz consequências diversas e, na maioria das vezes, irreversíveis. – Sra. Laura intervém com um ar de indignação.

- Que consequências seriam essas, mãe?

- O aumento da temperatura global, dos níveis dos oceanos, da incidência de doenças causadas por mosquitos, a diminuição da cobertura de gelo na Terra e a incidência de climas extremos são algumas dessas consequências.

- Sim, e já temos sentido na pele algumas delas ao longo dos últimos anos! – exclamou o Sr. Túlio.

Nesse instante, o Sr. Túlio respira profundamente, balança a cabeça e murmura em voz baixa temer pelo futuro da humanidade. Percebendo no olhar de seu pai uma mistura de frustração e medo, Heitor pergunta:

- Há algo que pode ser feito para minimizar esses problemas?

- Sim, atualmente já existem pesquisas que sugerem a substituição dos combustíveis fósseis por outras fontes de energias mais eficientes, renováveis e que impactam menos o meio ambiente. A Toyota, por exemplo, investe em pesquisas para produzir veículos movidos a um combustível inovador (CI) que consiga resolver o problema causado por veículos movidos a combustíveis fósseis.

- Puxa querido, que interessante! – exclama a Sra. Laura.

- Que combustível inovador (CI) é esse? – pergunta Heitor.

- Filho, trabalho na área comercial da empresa. Ouço algumas conversas, mas não tenho muito tempo de me inteirar. Não sei te dizer ao certo, mas acho que é constituído por algum elemento químico (EQ) cujo nome não me recordo.

- Hahaha! – Sra. Laura dá uma sonora gargalhada.

- Filho, seu pai nunca gostou muito de química na época da escola. É mais fácil você descobrir algo sobre esse tal elemento químico (EQ).

Você é o melhor amigo de Heitor e um aluno sagaz em química. Que tal ajudá-lo a descobrir qual é o elemento químico (EQ) que constitui o combustível inovador (CI) mencionado pelo Sr. Túlio?

Fonte - A autora (2024).

Figura 10 - QRcode¹⁴ do podcast do Caso 1



Fonte - A autora (2024).

O caso 2 intitulado “O brilho da morte”¹⁵ foi produzido com base em uma história real que ocorreu no ano de 1987 envolvendo uma série de eventos que

¹⁴ Link de acesso: <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/921471>.

¹⁵ Caso inspirado no documentário “Césio 137 – O Brilho da morte” produzido por Laura Pires (2003), com cerca de 25’ e 17” de duração, disponível em: https://youtu.be/JYn_PYVBsig?si=ObZfDKD2r3EDVY21.

desencadearam o maior acidente radioativo do mundo fora de uma usina nuclear. Dois moradores de Goiânia acharam um aparelho de radioterapia abandonado nas ruínas de um antigo instituto de radiologia. Os dois levaram o aparelho para um ferro-velho e o desmontaram no intuito de vender as peças de ferro e de chumbo, o que lhes rendeu um bom dinheiro. O aparelho continha uma fonte de césio-137, o isótopo radioativo do elemento césio (Cs). Ao desmontar o equipamento a marretadas, acabaram por violar a fonte, provocando o espalhamento do composto radioativo que se apresentou na forma de um pó branco semelhante ao sal de cozinha, que no escuro emanava um brilho azul fascinante. Encantados com tamanha beleza, os dois moradores levaram o material para casa e começaram a distribuir fragmentos do tamanho de um grão de arroz para parentes e amigos que, tornaram-se uma fonte radioativa, aumentando a gravidade e a abrangência do acidente. Como os efeitos biológicos provocados pela exposição à radiação ionizante podem levar anos para aparecer, é difícil mensurar o número total de vítimas e a gravidade dos efeitos causados, pois isto depende da dose de radiação recebida (Vieira, 2010; Brasil, 2017). O caso 2 é apresentado no Quadro 10, e a Figura 11 apresenta o *QRcode* para acesso ao seu podcast.

Quadro 10- Caso 2: O brilho da morte

O BRILHO DA MORTE
<p>Dona Alcina é uma senhora encantadora. Ela mora na cidade de Paraisópolis, localizada na Serra da Mantiqueira, no Estado de Minas Gerais. Lá, ela mora com seu filho Fabrício, farmacêutico e dono de uma drogaria e seu neto Lauro. A rotina deles é simples; enquanto Fabrício sai todos os dias bem cedo de casa para abrir sua drogaria, Dona Alcina cuida de Lauro. Numa tarde agradável de outono, ela estava na cozinha fazendo alguns quitutes para o lanche da tarde, quando ouviu um barulho vindo do quarto de Lauro. Sem se deixar ser percebida, ela foi até a porta do quarto espiar o que estava acontecendo e viu o menino sentado em frente ao computador resmungando, o que a deixou curiosa.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lauro, o que está acontecendo? - Estou nervoso, vovó. Na última aula de química, o professor estava falando sobre radioatividade e química nuclear e nos contou sobre um acidente radioativo que ocorreu numa usina nuclear, em 2011, numa cidade do Japão chamada Fukushima. Como a turma ficou bastante interessada pelo assunto, ele pediu para pesquisarmos sobre outros acidentes radioativos ocorridos no Brasil e no mundo. - Parece interessante, mas complicado. É por isso que está aí resmungando? - Não! É que eu esqueci que tenho que apresentar o trabalho na sexta-feira e hoje já é quarta-feira. Você sabe como eu fico ansioso quando tem prova ou apresentação de trabalho na escola, né? - Meu querido, fique calmo. Vamos para a cozinha fazer nosso lanche da tarde e eu vou te contar uma das minhas velhas histórias. - Oba, estou morrendo de fome mesmo! - Lauro, eu nasci em Anápolis, uma cidade localizada no Estado de Goiás. Lá, eu me casei, casei-me com seu falecido avô e tivemos o seu pai. Tudo parecia sossegado quando, no final do ano de 1987, aconteceu um acidente terrível, e eu, já viúva e amedrontada, me mudei com seu pai ainda pequeno e viemos morar aqui em Paraisópolis. - Nossa! Conta mais sobre essa história. Agora fiquei curioso!

- Dois catadores de lixo acharam um equipamento contendo uma cápsula com uma substância química desconhecida e a venderam para o dono de um ferro-velho. Quando o dono do ferro-velho abriu a peça, encontrou um pó branco, semelhante ao sal de cozinha, que no escuro emitia uma luz azul que, de tão intensa, ofuscava os olhos.

- Era algum tesouro vovó?

- Todos pensaram isso, Lauro. Mas, não era um tesouro e sim uma maldição!

- Slam! Blam! – a porta bate com força.

- Olá, família! Quer dizer que sua avó está te contando a história do “brilho da morte”? - “Brilho da morte”? – pergunta Lauro com um ar curioso.

- Sim, filho. Era como o pó branco, que no escuro emitia a luz azul brilhante que chamava tanto a atenção das pessoas, foi apelidado.

- Mas de onde surgia essa luz azul brilhante, pai?

- Ela era emitida por conta da presença do cloreto de um isótopo radioativo de um elemento químico cujo nome não me recordo agora. E o grande perigo estava ali. O isótopo radioativo desse elemento químico é muito tóxico e, poucos dias depois de serem expostas a ele, as pessoas começaram a apresentar alguns sintomas típicos de contaminação por radiação. Mas o pior foi que, como as autoridades locais demoraram para descobrir que se tratava de contaminação por radiação, os médicos demoraram a fazer o diagnóstico correto e iniciar o tratamento adequado. Então, as pessoas que foram expostas por mais tempo, apresentaram maior contaminação e, apesar dos esforços médicos, acabaram morrendo.

- Hum! Então por isso o nome “brilho da morte”!

- Pois é, filho. Na época, eu e sua avó morávamos perto da região contaminada, e havia o risco de sermos contaminados ao transitar pela cidade e ter contato com pessoas contaminadas. Aí sua avó fez nossas malas e viemos para cá.

- Pai, você pode contar essa história para minha turma na sexta-feira lá na escola? O meu trabalho vai ser o melhor de todos!

- Claro que posso, filho!

- Agora só preciso descobrir que elemento químico (EQ) é esse que tem um isótopo radioativo e causou esse acidente lá onde você e a vovó moravam.

Buscando por uma resposta, Lauro deixou uma mensagem num canal do *YouTube* chamado, RadioQuímicaAtividade, do professor Arsênio. Na mensagem, ele contou resumidamente a história de sua família e pediu ajuda ao professor Arsênio para poder descobrir que elemento químico (EQ), através de seu isótopo radioativo, foi responsável pelo acidente na cidade de Anápolis. O professor Arsênio é bastante ocupado e tem uma equipe de estagiários de licenciatura em química que cuida do seu canal do *YouTube*. Você, estagiário da equipe do professor Arsênio, poderia ajudar Lauro a descobrir que elemento químico (EQ), através de seu isótopo radioativo, causou o acidente em Anápolis?

Fonte - A autora (2024).

Figura 11 - *QRcode*¹⁶ do podcast do Caso 2



Fonte - A autora (2024).

O caso 3 intitulado “O *serial killer* da Barra da Tijuca” foi produzido com base em uma história real que ocorreu no ano de 2003 envolvendo a intoxicação de diversas pessoas após o uso de um contraste radiológico em serviços de saúde. Na época, foram investigados 185 casos de intoxicação relacionados à exposição ao

¹⁶ Link de acesso: <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/921473>.

contraste radiológico nos estados de Goiás, Rio de Janeiro, Maranhão, Bahia, Minas Gerais e São Paulo. Do total de casos investigados, 153 foram confirmados e muitos dos intoxicados ficaram com graves sequelas. Além disto, 21 óbitos por intoxicação aguda foram registrados. O contraste radiológico foi o Celobar[®], fabricado pelo Laboratório Enila Indústria e Comércio de Produtos Químicos e Farmacêuticos S.A., localizado no município do Rio de Janeiro, e seu princípio ativo era o sulfato de bário (BaSO_4) na forma de suspensão em água (1g/mL), composto químico responsável pelo efeito do contraste (Tubino; Simoni, 2007; Brasil, 2017). O caso 3 é apresentado no Quadro 11, e a Figura 12 apresenta o *QRcode* do podcast do caso. No texto escrito do caso o nome real do contraste radiológico foi substituído por outro, fictício.

Quadro 11 - Caso 3: O *serial killer* da Barra da Tijuca

O SERIAL KILLER DA BARRA DA TIJUCA
<p>Dia 30/05/2003, uma sexta-feira, mais um dia de trabalho intenso na Delegacia de Homicídios da Capital (DHC – RJ), localizada na Barra da Tijuca, um bairro da zona oeste do município do Rio de Janeiro.</p> <p>- Bom dia, delegado Américo! Podemos conversar em um local mais reservado? – pergunta o inspetor Hélio.</p> <p>- Bom dia, inspetor Hélio! O que te aflige? Vamos até minha sala e conversamos com calma.</p> <p>- Delegado, já são quatro mortes registradas em menos de duas semanas em que as famílias das vítimas descrevem que, no dia anterior ao óbito, as vítimas apresentaram fortes dores abdominais, diarreia, náuseas, vômitos e fraqueza muscular generalizada. Inicialmente pensei na possibilidade de assassinatos em série, mas há poucas coisas em comum entre as vítimas e elas nem mesmo se conheciam.</p> <p>- Hélio, mesmo que sejam assassinatos em série, não podemos deixar nenhuma informação vazar para a imprensa para não alarmarmos a população sem termos absoluta certeza. Não é possível. Deve haver algum elemento em comum entre as vítimas! Converse com os familiares e amigos mais próximos, para tentar refazer todos os passos das vítimas nas noventa e seis horas anteriores aos seus óbitos. Em paralelo, entre em contato com a Lucrécia e com o Marcelo, e veja se eles têm alguma novidade sobre os casos para nós.</p> <p>Lucrécia é perita do Instituto Médico Legal Afrânio Peixoto (IMLAP – RJ) e responsável por realizar os exames de necropsia que servem para identificar a causa da morte das vítimas. Já Marcelo é perito do Serviço de Perícias Químicas do Instituto de Criminalística Carlos Éboli (SPQ – ICCE – RJ) e responsável por realizar exames periciais com objetivo de analisar vestígios relacionados com a investigação penal em curso. Ambos são profissionais de confiança do delegado Américo e amigos de longa data do investigador Hélio.</p> <p>Passados alguns dias...</p> <p>- Então, Hélio, alguma novidade para mim?</p> <p>- Delegado Américo, conversando com os familiares e amigos mais próximos das vítimas, descobri que duas delas tinham refluxo gastroesofágico; uma delas sofria de pancreatite e a última faria, na semana seguinte ao seu óbito, uma cirurgia por conta de uma úlcera gástrica.</p> <p>- Hum, interessante! – balbuciou o delegado Américo.</p> <p>- Sim, delegado! Todas as vítimas apresentavam problemas na região do tubo digestivo e no dia anterior ao seu óbito foram fazer exames de diagnóstico por contraste na Clínica de Diagnósticos por Imagem Equilibrium (CDIE), localizada aqui mesmo na Barra da Tijuca. Conversei também com o médico responsável pelos exames feitos pelas vítimas na clínica, e ele disse ter usado um contraste radiológico muito utilizado no Brasil chamado Carbarys[®].</p> <p>- Muito bom, Hélio! Mas essa informação nos ajuda como?</p> <p>- O médico disse que o princípio ativo do Carbarys[®] é o sulfato de um elemento químico na forma de suspensão em água. Quando eu o informei sobre os sintomas apresentados pelas vítimas no mesmo dia do exame e que vieram a óbito no dia seguinte, ele disse suspeitar de que o</p>

medicamento usado como contraste poderia estar contaminado por outros sais desse mesmo elemento químico (EQ).

- Mas por que ele suspeita da pureza do contraste radiológico usado? – pergunta o delegado Américo.

- Porque os sintomas descritos pelas vítimas antes do óbito são típicos de uma intoxicação exógena causada por altas concentrações deste elemento químico (EQ) no organismo humano. – conclui Hélio.

- Ora, que elemento químico (EQ) é esse, Hélio?

- Sniff, sniff, sniff, esqueci de anotar o nome. – lágrimas correm dos olhos de Hélio.

- Roar! Grraurr! Brrrum! – o delegado Américo ruge como se fosse um leão.

E, extremamente furioso, continua...

- INVESTIGADOR HÉLIO! Como o SENHOR não anota uma informação crucial para nos ajudar em nossa investigação?

- Delegado, eu sei que estou completamente errado, mas, por favor, acalme-se! Já estou dando um jeito nisso.

- COMO? – o delegado dá um estrondoso berro no meio da delegacia.

- Já entrei em contato com a Lucrécia e com o Marcelo, contando da conversa que tive com o médico da clínica, e eles acham que estamos no caminho certo. Eles estão finalizando os exames periciais entre hoje e amanhã e, assim que isso acontecer, irão enviar os laudos conclusivos para o seu e-mail.

- Hélio, sua falha em uma investigação importante como essa foi gravíssima, e eu poderia te denunciar para a corregedoria agora mesmo. Estou muito frustrado com você, e sua única chance são esses exames periciais conclusivos saírem logo para que eu possa descobrir que elemento químico (EQ) é esse que pode ter causado a intoxicação e o óbito dessas pessoas.

Lucrécia e Marcelo, vocês são amigos de longa data do investigador Hélio e não vão deixá-lo na mão. Com sua eficiência e rapidez, finalizem os exames periciais e enviem o laudo conclusivo apontando o elemento químico (EQ) causador dos quatro óbitos para o e-mail do delegado Américo até amanhã cedo.

Fonte - A autora (2024).

Figura 12 - QRcode¹⁷ do podcast do Caso 3



Fonte - A autora (2024).

O caso 4 intitulado “Um desastre anunciado”¹⁸ foi produzido com base em uma história real que teve início na década de 40, logo após a Segunda Guerra Mundial. Uma indústria chamada Chisso Co. Ltd. começou a usar o metilmercúrio na produção de resinas sintéticas e plastificantes, descarregando os resíduos em um rio que desaguava na Baía de Minamata, localizada ao sul da Província de Kumamoto, no Japão. Anos se passaram e, em 1956, duas crianças foram levadas a um hospital local, exibindo um quadro de disfunção nervosa. Este foi o primeiro de uma série de casos que terminaram em loucura ou em morte. Aos poucos, outras pessoas

¹⁷ Link de acesso: <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/921492>.

¹⁸ Caso inspirado no filme: MINAMATA. (2020). (115 min).

apareceram apresentando sintomas que incluíam convulsões severas, surtos de psicose, perda de consciência, febre alta e, em casos extremos, paralisia e morte. Em princípio, os médicos acharam que se tratava de uma doença contagiosa, mas após uma minuciosa investigação clínica, descobriram que se tratava de uma contaminação em massa por exposição prolongada ao mercúrio (Hg). A doença é conhecida como “Doença de Minamata”, e é uma síndrome neurológica severa causada por envenenamento por mercúrio (Harada, 1995). O caso 4 é apresentado no Quadro 12, e a Figura 13 traz o *QRcode* do podcast do caso.

Quadro 12 - Caso 4: Um desastre anunciado

UM DESASTRE ANUNCIADO
<p>Aurélia, Samara e Violeta são três adolescentes cursando o terceiro ano do ensino médio de uma escola tradicional em Jacarepaguá, um bairro da zona oeste do município do Rio de Janeiro. Periodicamente, elas se reúnem na casa de uma delas para uma “noite de cinema”, tradição que elas mantêm desde que se conheceram no primeiro ano do ensino médio.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Meninas, como vamos selecionar o filme que veremos esta noite? – Aurélia pergunta ansiosa. - Ué, sempre escolhamos o filme por gênero! – Violeta exclama eufórica. - Que tal quebrar essa rotina e, desta vez, escolher por ator ou atriz favorito? – sugere Samara. - Ótima ideia, Samara! – exclamam juntas Aurélia e Violeta. <p>As três adolescentes são apaixonadas pelo Johnny Depp, famoso ator, diretor, produtor de cinema e músico norte-americano e não tiveram dúvidas em escolhê-lo para protagonizar mais uma de suas “noites de cinema”.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Meninas, ele já participou de tantos filmes, e eu acho que já vimos todos. – afirma Violeta. - Você está enganada! Tem um que estreou e ainda não vimos. É uma mistura de biografia, drama e suspense chamado “Minamata”. – esclarece Samara. <p>Violeta e Aurélia, animadas, comentam que ainda não ouviram falar do filme.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Samara, qual é a história do filme? – pergunta Aurélia. - Faz um resumo, mas sem dar muito <i>spoiler</i>, Samara. – implora Violeta. <p>Samara, cinéfila de plantão, conta que no filme inglês, Johnny Depp interpreta o fotógrafo americano William Eugene Smith, considerado o mais importante fotógrafo americano e o grande responsável por tirar fotos que denunciaram o crime de uma grande corporação japonesa que infectou dezenas de habitantes de Minamata, uma cidade da costa japonesa.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hum! – sussurrou Aurélia. Parece interessante, conte-nos mais a respeito. - O problema começa na década de 40, logo após a Segunda Guerra Mundial. Uma indústria chamada Chisso Co. Ltd. começou a usar um elemento químico (EQ), cujo nome não me lembro agora, na produção de resinas sintéticas e plastificantes, descarregando os resíduos em um rio que deságua na Baía de Minamata, localizada ao sul da Província de Kumamoto, no Japão. Anos se passaram e, em 1956, duas crianças, uma de três e a outra de cinco anos, foram levadas a um hospital local, exibindo um quadro de disfunção nervosa. Esse foi o primeiro de uma série de casos que terminavam em loucura ou em morte. Pouco a pouco, outras pessoas foram aparecendo, apresentando sintomas que incluíam convulsões severas, surtos de psicose, perda de consciência, febre alta e posterior morte. Em princípio, os médicos acharam que se tratava de uma doença contagiosa e fizeram uma minuciosa investigação clínica. -Cláp! Cláp! Estou começando a ficar curiosa para ver esse filme! – Violeta bate palmas e exclama com entusiasmo. - Que bom, Violeta! Agora vai ficar ainda mais interessante. Além dos casos clínicos que intrigavam os médicos, ao longo dos anos cinquenta, os moradores do entorno da Baía de Minamata testemunharam diversos fenômenos bem esquisitos, dignos daqueles filmes de terror de segunda categoria que você adora ver, Aurélia. - Hahaha! – Aurélia deu uma sonora gargalhada. Fenômenos sobrenaturais? <p>Em tom de suspense, Samara continua e conta que os moradores começaram a observar uma grande quantidade de peixes e outros crustáceos boiando em decomposição na Baía de</p>

Minamata, pássaros que perdiam a coordenação motora e voavam de forma descontrolada até cair no solo e gatos que começavam a salivar excessivamente tinham súbitas convulsões e rodopiavam freneticamente até caírem mortos ou simplesmente se jogavam no mar e acabavam se afogando.

- Brrr-booom! Brrr-buuum! Trommm! – escuta-se um forte barulho de trovão.

- Chuá, chuá! Ploc, ploc! Plás, plás! Truz, truz! Chu, chu! – chove torrencialmente em Jacarepaguá.

- Slam! Blam! – a porta do quarto bate com força.

- Meninas, estou ficando com medo. Vamos parar de falar e ver logo esse filme? – pergunta em tom de aflição Aurélia.

- “Bora!” – exclama com entusiasmo Samara.

- “Bora” que cada vez fico mais curiosa para descobrir que elemento químico (EQ) foi esse que causou tantas mortes no Japão. – completa Violeta.

Aurélia, Samara e Violeta viram o filme e já sabem que elemento químico (EQ) foi responsável pelo crime cometido pela Chisso Co. Ltd. na Baía de Minamata, no Japão. Como você é ansioso e curioso ao extremo, não vai esperar chegar em casa para ver o filme e só então descobrir, né?! Então, aproveite e, com a ajuda de seus amigos, acabe logo com esse mistério e descubra que elemento químico (EQ) foi esse.

Fonte - A autora (2024).

Figura 13 - QRcode¹⁹ do podcast do Caso 4



Fonte - A autora (2024).

O caso 5 intitulado “A fumaça branca da morte” foi produzido com base na história real de contaminação em massa causada pela fábrica de baterias para carros Ajax, uma das maiores do interior de São Paulo na época. No ano de 2002 ficou comprovada a presença de chumbo (Pb) no sangue de mais de 300 crianças vizinhas da fábrica, localizada em Bauru (SP). O setor de fundição de chumbo da fábrica funcionou perto de cinco bairros da cidade, e os moradores da região relataram que, quando chegava próximo das 21 horas, uma enorme nuvem de fumaça branca cobria o bairro inteiro. Além disto, a Ajax fez buracos no solo da área no entorno da fábrica e enterrou dejetos de chumbo e plantou grama por cima. Por conta disto, a fábrica conseguiu contaminar o ar, o solo e as águas subterrâneas da região. O caso retratou, especificamente, a história de David Pereira²⁰, um jovem atualmente com cerca de 32 anos, e que convive desde bebê com os efeitos colaterais causados pela contaminação pelo metal (Tomita; Padula, 2005; Padula *et. al.*, 2006). O caso 5 é

¹⁹ Link de acesso: <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/921481>.

²⁰ Detalhes desta história no artigo, Bauru e Marília de 2018, disponível em: <https://g1.globo.com/sp/bauru-marilia/noticia/2018/08/29/jovem-de-bauru-vive-ha-mais-20-anos-com-sequelas-de-contaminacao-por-chumbo.ghtml>.

apresentado no Quadro 13, e a Figura 14 apresenta o *QRcode* do seu podcast. No texto escrito do caso os nomes reais de David Pereira, sua mãe e da fábrica de baterias para carros foram substituídos por outros, fictícios.

Quadro 13 - Caso 5: A fumaça branca da morte

A FUMAÇA BRANCA DA MORTE

Cinco anos após o pedido de falência da Fábrica de Acumuladores Crônux Ltda., localizada no distrito industrial da cidade de Bauru, no interior do Estado de São Paulo, a repórter e ativista ambiental da ONG Bluesky, Íris Luz, volta à região para entrevistar a família de Samuel Petri. Ele, agora com 27 anos, foi a vítima mais grave do caso de contaminação causada pela fábrica de baterias automotivas Crônux, que funcionava desde 1958 quando na região ainda não havia praticamente nenhuma casa.

- Boa tarde, Íris! Estamos prontos para ouvir um pouco da história de vida do Samuel Petri. – fala entusiasmado Ronaldo, âncora da Rádio Ambiente Total.

- Boa tarde, Ronaldo! Já estou aqui na casa da família Petri para conversar com a mãe do Samuel, Dona Alda.

- Boa tarde, Dona Alda! Conte para nossos ouvintes o que aconteceu com o Samuel. – Íris inicia a entrevista.

- Boa tarde a todos! Nós morávamos em um bairro residencial a cerca de 2 Km de distância da fábrica de baterias, quando o Samuel nasceu em 1993. Com sete meses de idade, ele não conseguia digerir bem os alimentos e sofria de uma diarreia crônica. Eu procurei diversos especialistas, até que um deles indicou um exame específico, feito através da análise em um fio de cabelo do Samuel. Esse exame foi enviado para os Estados Unidos e, seis anos depois, em 1999, o diagnóstico saiu.

- Dona Alda, nessa época o Samuel já tinha uns seis anos? – pergunta Íris com ares de indignação.

- Sim, seis anos. E para nossa surpresa, descobrimos que o Samuel estava contaminado por um elemento químico (EQ) muito utilizado na produção de baterias automotivas.

- E isso era a causa das diarreias crônicas dele, Dona Alda? – pergunta Íris.

- Sim, infelizmente! E como o diagnóstico demorou a sair, os problemas dele foram se agravando ao longo dos anos. O Samuel tem comprometimento neurológico, apresenta deficiência mental, déficit de atenção, crises convulsivas e é hiperativo. Até hoje ele toma cerca de 20 medicamentos diariamente. – lamenta-se Dona Alda com um ar de tristeza.

- Lamentável! Se o diagnóstico tivesse sido dado logo, com certeza o Samuel teria mais chances de ter uma qualidade de vida melhor hoje em dia. – intervém Ronaldo dos estúdios da rádio.

Dona Alda conta que, na época, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) fez uma varredura em sua casa, mas não encontrou indícios da existência do tal elemento químico (EQ) no seu quintal. Foi aí que surgiu a hipótese de a Crônux ser a responsável pela contaminação. Ela lembra que, quando chegava próximo das 21 horas, uma nuvem de fumaça branca, uma espécie de pó, cobria o bairro inteiro. Além disso, a Crônux fazia buracos no solo da área no entorno da fábrica e enterrava dejetos do elemento químico (EQ) e plantava grama por cima. Ela acredita que, por conta disso, a fábrica conseguiu contaminar o ar, o solo e as águas subterrâneas da região.

- Dona Alda, como o Samuel foi contaminado? – Íris dá prosseguimento à entrevista.

- Por conta da diarreia crônica, os médicos indicaram que ele se alimentasse de leite de cabra. Eu buscava o leite no sítio de um amigo, que era próximo da fábrica da Crônux, sem imaginar que a área estava contaminada. A Crônux fazia buracos no solo da área no entorno da fábrica, enterrava os dejetos do elemento químico (EQ) e plantava grama por cima para disfarçar. As cabras se alimentavam dessa grama, então meu filho tomava leite de cabra contaminado. – conclui Dona Alda.

Ronaldo intervém dos estúdios da rádio, lembrando que a região no entorno da fábrica era cercada por várias chácaras onde os proprietários comiam tudo o que plantavam e criavam. Tudo foi contaminado, o que provocou uma mudança radical nos hábitos alimentares da população da região.

Íris conta ainda que, além da vegetação e dos animais da região, vários trabalhadores da fábrica e moradores de cinco bairros da região, principalmente crianças, foram contaminados. Em 2002, a ONG Bluesky, da qual Íris é ativista ambiental, protocolou uma Ação Civil Pública contra a Crônux. A empresa foi considerada culpada pela contaminação e, como principais desfechos, a fábrica foi interditada em 2011 e a empresa abriu falência em 2015.

- Obrigada, Dona Alda e Samuel! Vocês são uma família linda! – se emociona Íris.

- Antes que eu comece a chorar e não consiga mais falar, voltemos para os estúdios, Ronaldo! – Íris encerra a entrevista.
 - Obrigada, Dona Alda, Samuel, Íris e a todos os ouvintes! – Ronaldo encerra a transmissão deixando um recado.

Atenção, VOCÊ, ouvinte da Rádio Ambiente Total! Durante a entrevista, a Dona Alda contou que Samuel foi contaminado por um elemento químico (EQ) muito utilizado na produção de baterias automotivas pela fábrica da Crônux. Que elemento químico (EQ) é esse?

Fonte - A autora (2024).

Figura 14 - *QRcode*²¹ do podcast do Caso 5



Fonte - A autora (2024).

O caso 6 intitulado “O enigma do quebra-ossos” foi produzido com base na história real de contaminação em massa ocorrida na cidade de Toyama²², no Japão. Durante parte do século XX o Japão esteve em guerra, e estes conflitos geraram uma demanda grande por metais, o que levou a um aumento da atividade mineradora em Toyama. Lá havia, na época, a mina de Kamioka, de propriedade da Mitsui Mining and Smelting Co. Ltd. Durante anos, a mina descarregou seus dejetos no Rio Takahara, em uma área de cultivo de arroz. Um dos contaminantes foi o cádmio (Cd) que se depositou ao longo do leito do Rio e no solo subjacente às plantações de arroz. Os habitantes da região beberam e usaram a água contaminada na irrigação dos campos de arroz, contaminando os grãos. Ao beber a água e consumir os grãos de arroz contaminados, os habitantes da região foram severamente intoxicados. Os habitantes contaminados relatavam fortes dores nas pernas e na coluna, os ossos se deformavam e quebravam, e os rins funcionavam mal até a falência completa. Como a medicina na época não era tão avançada, passaram-se décadas até que um médico local começou a estudar a “doença do itai-itai” e denunciou os efeitos causados pela contaminação pelo metal (Nordberg, 2009; Fernandes; Mainier, 2014). O caso 6 é apresentado no Quadro 14, e a Figura 15 apresenta o *QRcode* do podcast do caso.

²¹ Link de acesso: <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/921482>.

²² Detalhes desta história estão em dois artigos, disponíveis em: <https://www.ecodebate.com.br/2009/08/21/um-veneno-chamado-cadmio/> e <https://www2.jornalcruzeiro.com.br/materia/328222/a-doenca-do-oi-oi>.

Quadro 14 - Caso 6: O enigma do quebra-ossos

O ENIGMA DO QUEBRA- OSSOS

Hayato Senju e Sayuri Hirawa são dois adolescentes cursando o primeiro ano do ensino médio de uma escola tradicional em Assaí, município localizado na região norte do Paraná. O município é berço da colonização japonesa e ainda conserva os hábitos, as tradições e a língua japonesa do final da década de 1930. Todos os anos no mês de junho, é realizada na cidade a Exposição Agrícola de Assaí (EXPOASA), o que atrai muitos turistas para a região. Dentre as várias atrações da festa, destaca-se o teatro de fantoches *bunraku*. Este ano, a professora de história de Hayato e Sayuri solicitou que a turma deles se organizasse em pequenos grupos de trabalho para montar uma apresentação de *bunraku* para ser apresentada na EXPOASA, trazendo como tema algo relacionado à história do Japão, e os dois adolescentes ficaram responsáveis pela elaboração do roteiro da apresentação.

- Sayuri, que tema vamos escolher para a apresentação? – Hayato pergunta em tom de nervosismo.

- Não faço ideia, mas pensei em irmos visitar o Memorial da Imigração Japonesa para ver se encontramos alguém por lá que possa nos ajudar a pensar em um tema.

- Ótima ideia! – exclama Hayato empolgado.

Na tarde do dia seguinte, no Memorial da Imigração Japonesa:

- Vamos ali naquela sala? Talvez tenha alguém da Secretaria de Cultura e Turismo para nos orientar. – sugere Sayuri.

- Toc-toc, toc-toc. – bate na porta Hayato.

A porta se abre lentamente e os dois adolescentes se deparam com a figura de um senhor bem curvado, muito corcunda mesmo!

- Boa tarde! Me chamo Satoru Hiroki, em que posso ajudar?

- Boa tarde, Sr. Satoru! Somos Sayuri e Hayato. – responde Sayuri.

Sayuri e Hayato contaram para o Sr. Satoru que estavam montando uma apresentação de *bunraku* para apresentar na EXPOASA e queriam retratar algo relacionado à história do Japão. Como a história do Japão é vasta, eles resolveram visitar o Memorial da Imigração Japonesa para ver se conseguiam pensar em um tema mais específico para a apresentação. Entusiasta da história japonesa, o Sr. Satoru se prontificou a ajudar os adolescentes e os levou para uma visita guiada. Em meio àquela conversa descontraída, Hayato perguntou ao Sr. Satoru o que o fez ficar tão curvado. Foi então que o Sr. Satoru começou a contar a sua história.

- Meninos, eu nasci em 1935, na cidade japonesa de Toyama. Durante parte do século XX o Japão esteve em guerra, e todos os conflitos da época geraram uma demanda grande por metais, o que levou a um aumento da atividade mineradora em Toyama. Lá havia, na época, a mina de Kamioka, de propriedade da Mitsui Mining and Smelting Co. Ltd. Durante anos, a mina descarregou seus dejetos no Rio Takahara, em uma área de cultivo de arroz. Um dos contaminantes era um elemento químico (EQ) que foi depositado ao longo do leito do Rio e no solo subjacente às plantações de arroz. Os habitantes da região beberam e usaram a água contaminada na irrigação dos campos de arroz, contaminando os grãos. Ao beber a água e consumir os grãos de arroz contaminados, os habitantes da região foram severamente intoxicados.

- Meu Deus, que tragédia! – exclamam alarmados Sayuri e Hayato.

- Pois é, os habitantes contaminados sentiam fortes dores nas pernas e na coluna, os ossos se deformavam e quebravam, e os rins funcionavam mal até a falência completa. Como a medicina na época não era tão avançada, passaram-se décadas até que um médico local começou a estudar a “doença do itai -itai” e denunciou os efeitos causados por esse maldito elemento químico (EQ).

- Sr. Satoru, por que o nome “doença do itai -itai”? – pergunta, curiosa, Sayuri.

- Sr. Satoru, qual elemento químico (EQ) causou esses males todos? – pergunta aflito Hayato.

- Os doentes sentiam dores alucinantes e gritavam: “itai -itai”, que significa “dói -dói”, Sayuri. Hayato, infelizmente não lembro o nome do elemento químico (EQ).

- Mas, Sr. Satoru, como isso se relaciona com sua corcunda? – pergunta Hayato.

- Eu emigrei do Japão para o Brasil em 1957 e por 22 anos bebi e comi água e arroz contaminados, e agora tenho esse aspecto corcunda e sinto fortes dores pelo corpo. Eu acabei sendo mais uma vítima da mina de Kamioka. Mas, que tal focarmos agora no que realmente interessa a vocês?

- Sr. Satoru, já temos uma história e tanto para contar em nossa apresentação! – diz Hayato sorridente.

- Sim! Agora só precisamos descobrir que elemento químico (EQ) intoxicou os habitantes de Toyama para elaborar nosso roteiro. – conclui, entusiasmada, Sayuri.

Sayuri e Hayato lembraram que vocês são especialistas em buscas na internet. Então, mãos à obra para descobrir que elemento químico (EQ) foi o responsável por gerar tanta dor e sofrimento nos habitantes de Toyama e em seus descendentes.

Fonte - A autora (2024).

Figura 15 - *QRcode*²³ do podcast do Caso 6



Fonte - A autora (2024).

Para que os alunos resolvam os CIs são fornecidas pistas relacionadas ao caso escolhido, que são coletadas no decorrer de uma partida. Neste viés, as pistas foram elaboradas de acordo com o contexto apresentado nas referências utilizadas para a produção dos casos, e nos conteúdos constantes das ementas das disciplinas de química geral do IFRJ.

4.1.1.4.2 *Diário do investigador*

O Diário do investigador é um folheto distribuído para os alunos, onde devem registrar as informações sobre o caso investigativo escolhido para ser jogado. Nele, os alunos anotam detalhes sobre as pistas que são coletadas no decorrer da partida, assim como suas ideias e suposições sobre o elemento químico abordado no caso. Esta sistematização ajuda os alunos a estruturarem seus argumentos de modo a solucionar o caso, sendo uma peça importante para o desenrolar do jogo, tanto para os alunos quanto para o professor.

Para o professor, a apreciação do DI pode auxiliar na avaliação formativa dos conteúdos químicos abordados no caso investigativo. Através da análise das anotações contidas nele, o professor pode averiguar como os alunos organizaram seu pensamento e associaram as informações obtidas para responder o CI, além de identificar erros e falhas conceituais oriundas do processo de ensino e de aprendizagem. A Figura 16 apresenta o diário do investigador elaborado para o jogo.

²³ Link de acesso: <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/921500>.

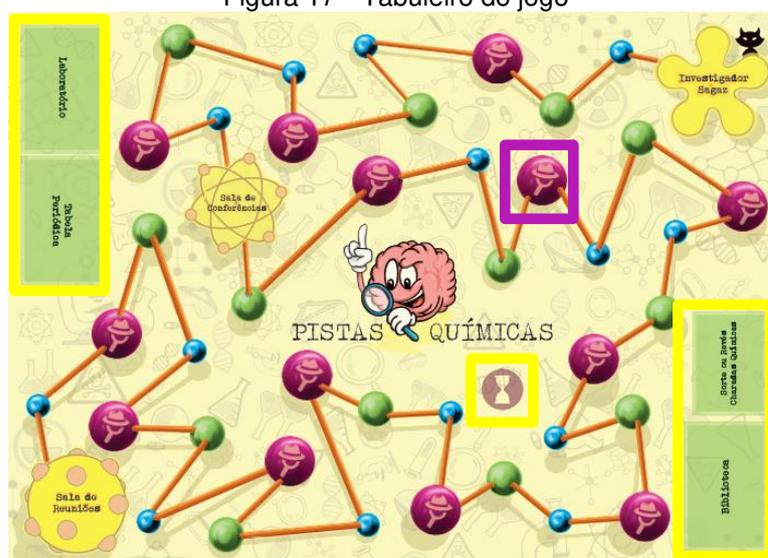
Figura 16 - Diário do investigador: frente e verso (a), e parte interna para anotações dos alunos/jogadores (b)

Fonte - A autora (2024).

4.1.1.4.3 Casas do tabuleiro

O tabuleiro do jogo é constituído por quarenta e três casas, quatro espaços para serem colocadas as cartas que serão utilizadas na partida, e um espaço para colocar a ampulheta marca o tempo que os grupos têm para lerem as cartas de pista, e anotarem as principais informações no DI. A Figura 17 apresenta o tabuleiro do jogo Pistas Químicas. Os espaços para colocar as cartas e a ampulheta estão destacados em amarelo, e as casas de pistas destacadas em lilás.

Figura 17 - Tabuleiro do jogo



Fonte - Elaborado pela autora.

As quarenta e três casas do tabuleiro foram divididas em: Casa da Sala de Reuniões; Casas Verdes; Casas Azuis; Casas de Pistas; Casa da Sala de

Conferências, e Casa do Investigador Sagaz. A seguir são apresentadas cada uma destas casas e suas funções no tabuleiro:

- (i) Casa da Sala de Reuniões: casa de onde os peões saem e o jogo inicia;
- (ii) Casas Verdes: nestas casas, o grupo recebe uma carta que pode ser de sorte, revés ou charada química, que são misturadas e agrupadas em um local específico no tabuleiro. As cartas de sorte trazem um bônus para o grupo, as cartas de revés trazem um ônus para o grupo e as cartas de charada química trazem uma charada que, se for corretamente resolvida pelo grupo, permite o acesso automático ao professor para tirar dúvidas sobre as pistas recebidas e sobre o raciocínio lógico traçado pelo grupo para a resolução do caso escolhido;
- (iii) Casas Azuis: casas neutras; isto é, nada ocorre ao cair nelas. O grupo de jogadores aguarda até a próxima rodada do jogo;
- (iv) Casas de Pistas: nestas casas, o grupo recebe o dado de pistas de seis faces, onde existem as opções de Pista de Biblioteca, Pista de Tabela Periódica e Pista de Laboratório. A face do dado que cai para cima orienta o tipo de carta de pista que o grupo recebe. A carta de pista é fornecida ao grupo, que tem dois minutos, marcados na ampulheta ou no cronômetro do relógio, para lê-la silenciosamente, anotar as principais informações no DI, e o jogo prossegue. Em hipótese alguma as pistas recebidas podem voltar a ser lidas durante o jogo; portanto, ao receber uma carta de pista, o grupo anota as informações fornecidas, respeitando o tempo da ampulheta, por mais que algumas possam parecer insignificantes. Por vezes, uma informação aparentemente sem importância pode ser essencial para elucidar o caso;
- (v) Casa da Sala de Conferências: ao cair nesta casa, ou ao passar por ela, o grupo de jogadores tem a possibilidade de dar a solução para o caso, se achar que já possui pistas suficientes para isso. Caso o grupo ainda não tenha informações suficientes para solucionar o caso, o jogo prossegue;
- (vi) Casa do Investigador Sagaz: é a última casa do jogo. O grupo que chega nesta casa dá, obrigatoriamente, uma solução para o caso escolhido, apresentando-

a somente ao professor. Se a resposta estiver errada, o grupo volta à Casa da Sala de Reuniões para coletar mais pistas com o propósito de chegar à correta solução para o caso. O primeiro grupo a responder de forma correta termina o jogo em 1º lugar. Caso o professor opte por finalizar o jogo nesse momento, o grupo vencedor apresenta para a turma a resposta correta para o caso investigativo.

O desenho das casas do tabuleiro foi pensado de modo a fazer uma alusão às diferentes teorias atômicas que foram surgindo e evoluindo ao longo dos tempos. Desta forma, e com uma visão simplista e aproximada, a Casa da Sala de Reuniões, a Casa da Sala de Conferências, e a Casa do Investigador Sagaz, representam, respectivamente, os modelos atômicos de Thomson, de Rutherford-Bohr e o modelo atômico moderno que traz Schrödinger como o centro das atenções. Já as Casas Verdes, Azuis e de Pistas, representam o modelo atômico de Dalton.

4.1.1.4.4 Tipos de cartas

As cartas do jogo são divididas em: Cartas de Pista, Cartas de Sorte ou Revés, e Cartas de Charada Química. Quanto as Cartas de Pista, estas são divididas em três tipos, mediante a natureza da informação fornecida, sendo elas: Pista de Biblioteca, Pista de Tabela Periódica e Pista de Laboratório (Figura 18).

Figura 18 - Frente das Cartas de Pista de biblioteca, tabela periódica, e laboratório



Fonte - A autora (2024).

Estas cartas apresentam sentenças com informações para a solução do caso, através de fatos e circunstâncias como, por exemplo, propriedades físicas, químicas, estrutura atômica, configuração eletrônica, função química, reatividade, processo de obtenção industrial ou em laboratório, relacionadas ao elemento químico envolvido no contexto do CI escolhido. A organização das informações constantes nestas cartas se baseou nas ementas das disciplinas de química geral ministradas nas turmas do ciclo

básico dos cursos técnicos integrados oferecidos pelo IFRJ/CRJ. No ANEXO A, estão destacados em negrito e sublinhado os conteúdos de química geral selecionados, que foram organizados de acordo com o tipo de carta de pista, como mostrado no Quadro 15.

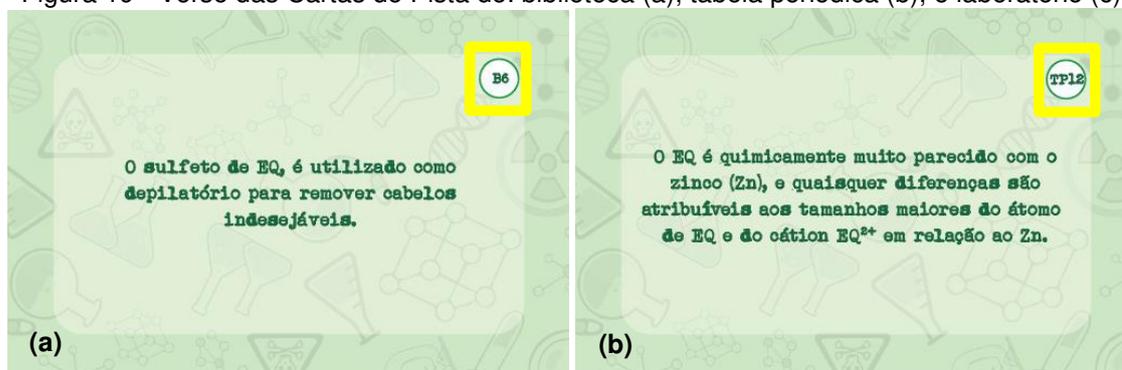
Quadro 15 - Conteúdos químicos abordados de acordo com o tipo de carta de pista

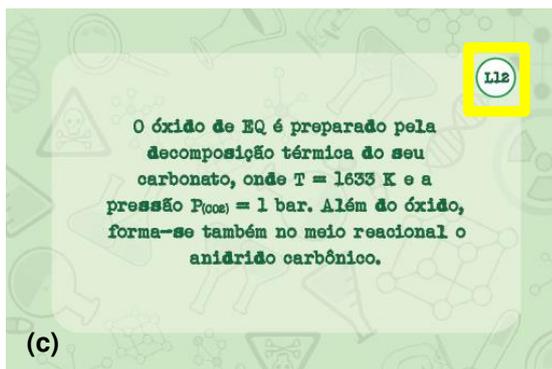
Tipo de carta de pista	Conteúdos Químicos Abordados
Biblioteca	Teoria atômico-molecular (fórmulas químicas, estrutura fundamental das substâncias, substâncias puras simples e compostas, misturas), ligações químicas, radioatividade, descoberta, extração, abundância e aplicações
Tabela Periódica	Propriedades físicas (pontos de fusão e de ebulição, massa específica), estrutura atômica (números atômico e de massa, isótopos, íons e espécies isoeletrônicas), configuração eletrônica e tabela periódica, propriedades periódicas (raios atômico e iônico, energia de ionização, afinidade eletrônica e eletronegatividade)
Laboratório	Processos de obtenção industrial ou em laboratório, funções químicas (ácidos, bases, óxidos e sais), solubilidade e reações químicas

Fonte - A autora (2024).

Na Figura 18 são apresentados, respectivamente, exemplos de informações contidas nas cartas de pistas de biblioteca, tabela periódica e laboratório. As cartas de pista são identificadas através de um código alfanumérico que engloba suas iniciais, seguidas de um número em algarismos arábicos como, por exemplo, B1 para a pista de biblioteca número 1, TP1 para a pista de tabela periódica número 1, ou L1 para a pista de laboratório número 1, e assim sucessivamente. Este sistema de códigos ajuda os jogadores a organizarem as pistas coletadas durante o jogo no DI. Na Figura 19, destacam-se em amarelo exemplos de códigos alfanuméricos utilizados nas cartas.

Figura 19 - Verso das Cartas de Pista de: biblioteca (a), tabela periódica (b), e laboratório (c)





Fonte - A autora (2024).

As cartas de pista selecionadas por um grupo de alunos/jogadores voltam a ser misturadas e agrupadas com as demais do mesmo tipo, dando a possibilidade de outros grupos acessarem a mesma pista.

No caso das Cartas de Sorte ou Revés (Figura 20), elas trazem um bônus ou um ônus para o grupo como, por exemplo, “avançar casas”, “ganhar uma pista”, “voltar casas” ou “ficar uma rodada sem jogar”. Quando selecionadas por um grupo, essas cartas não voltam para o jogo.

Figura 20 - Frente e verso das cartas de sorte ou revés



Fonte - A autora (2024).

Em virtude de as disciplinas de química geral serem teórico-práticas, estas cartas apresentam sentenças envolvendo procedimentos experimentais que foram escritos de modo que o aluno possa refletir criticamente sobre suas vivências nas aulas de laboratório. No ANEXO A estão destacados em negrito e sublinhado os conteúdos dos procedimentos práticos selecionados e abordados nas cartas de sorte ou revés do jogo Pistas Químicas. Após serem selecionados, estes conteúdos foram organizados, como mostrado no Quadro 16.

Quadro 16 - Conteúdos dos procedimentos práticos abordados nas cartas de sorte ou revés

Cartas de Sorte ou Revés	
Conteúdos Práticos Abordados	Noções elementares de segurança em laboratório e apresentação de material básico de laboratório, técnicas de medidas de volume e transferência de reagentes, técnicas de pesagem e determinação de densidade, e técnicas de aquecimento

Fonte - A autora (2024).

Já as Cartas de Charada Química (Figura 20) apresentam uma charada que os alunos precisam responder, mas que não possuem relação com os casos investigativos elaborados para o jogo. Elas englobam piadas químicas²⁴ com o intuito de mostrar uma nova e inusitada visão dos conteúdos de química, tão temidos e detestados por muitos. Estas cartas fazem os jogadores entenderem que a química pode ser divertida e curiosa, e servem para deixar o ambiente do jogo mais descontraído. Se a charada química for corretamente resolvida, o grupo tem acesso automático ao professor para tirar dúvidas sobre as pistas recebidas e sobre o raciocínio que está sendo traçado para a resolução do caso. As cartas de charadas químicas selecionadas por um grupo não voltam para o jogo.

As cartas de charadas químicas são identificadas através de um código alfanumérico que engloba suas iniciais, seguidas de um número em algarismos arábicos como, por exemplo, CQ1 para a charada química número 1, e assim sucessivamente. Este sistema de códigos ajuda o professor a achar a resposta da charada química, disponibilizada no arquivo de respostas. Na Figura 21 destaca-se em amarelo um exemplo de código alfanumérico utilizado nas cartas de charada química.

Figura 21 - Frente e verso das cartas de charada química



Fonte - A autora (2024).

²⁴ Referências: BARONI, I.; GIOLO, L.F.; POURRAT, P. **Piadas nerds**: as melhores piadas de química. Campinas: Verus, 2012. BARONI, I.; GIOLO, L.F.; POURRAT, P. **Piadas nerds**: as melhores piadas de física. Campinas: Verus, 2014.

Por fim, foram criadas 32 cartas de sorte ou revés e 32 cartas de charadas químicas, que são comuns a todos os seis casos do jogo, enquanto as cartas de pista são específicas para cada um dos casos. O Quadro 17 apresenta o quantitativo de cartas de pista de biblioteca, de tabela periódica e de laboratório, elaboradas para cada caso.

Quadro 17 - Quantitativo de cartas de pista de biblioteca, de tabela periódica e de laboratório por caso investigativo

Identificação	Biblioteca	Tabela Periódica	Laboratório
Caso 1: O caso do combustível misterioso	12	9	10
Caso 2: O brilho da morte	9	12	14
Caso 3: O <i>serial killer</i> da Barra da Tijuca	11	10	17
Caso 4: Um desastre anunciado	13	15	16
Caso 5: A fumaça branca da morte	15	11	14
Caso 6: O enigma do quebra-ossos	10	13	11
Total	70	70	82

Fonte - A autora (2024).

4.1.1.4.5 Manual do professor e do aluno

Para nortear professores e alunos na utilização do jogo, foram elaborados dois manuais, o manual do professor e o manual do aluno (Figura 21). O manual do aluno é dividido nas seguintes seções: objetivo do jogo; casos investigativos; diário do investigador, e regras do jogo. Já o manual do professor engloba as seguintes seções: objetivo do jogo; indicação; participantes; estrutura do jogo; regras do jogo, e sugestões.

Figura 22 - Manual do professor e manual do aluno



Fonte - A autora (2024).

O manual do aluno é mais sintético e apresenta informações referentes ao objetivo a ser alcançado pelos alunos/jogadores em cada partida, à dinâmica do jogo

por rodada, isto é, a forma de jogar propriamente dita, as principais peças do jogo e suas funções específicas. A ideia é fornecer um panorama geral do jogo aos alunos/jogadores de forma clara e objetiva para que se inicie uma partida sem perda excessiva de tempo ensinando a dinâmica do jogo.

O manual do professor é mais detalhado e apresenta informações referentes ao objetivo a ser alcançado pelos professores ao longo de cada partida do jogo, e como o docente deve conduzir cada rodada de modo que os estudantes participem ativamente da resolução do caso investigativo selecionado. O manual engloba indicações para que o docente faça uso do jogo da melhor maneira possível dentro de sua realidade escolar, levando em consideração a turma em que o jogo for aplicado e o objetivo pedagógico do docente (revisar, reforçar, sintetizar, destacar e organizar conceitos já abordados), bem como a forma de organização dos participantes (grupos de alunos/jogadores). Além disto, ele traz uma descrição minuciosa das peças do jogo, destacando as principais peças e suas funções específicas. A ideia é fornecer um panorama mais aprofundado do jogo aos professores, de modo que possam esclarecer as dúvidas dos alunos/jogadores de forma clara, objetiva e rápida, e que usem o jogo dentro de suas realidades escolares, aproveitando seu potencial para discutir os conteúdos químicos envolvidos nos casos, sanando dúvidas, detectando e corrigindo possíveis falhas e erros conceituais, provenientes do processo de ensino e aprendizagem.

Por fim, o manual do professor apresenta sugestões para uma melhor organização do material que envolve cada um dos seis CIs a serem usados no jogo (“kit do caso investigativo”), do material que cada grupo de alunos/jogadores utiliza nas partidas disputadas (“kit do jogador”), e para a condução do debate a ser realizado após o término de cada partida.

No “kit do caso investigativo” sugerimos que o professor compre pastas envelope vai e vem verticais tamanho ofício de cor cristal, sendo uma pasta para cada caso investigativo, que seriam compostas pelo livreto do caso investigativo, as cartas de pistas de biblioteca, tabela periódica e laboratório relacionadas ao caso, o arquivo de respostas, e o manual com as regras do jogo para o professor. A Figura 23 apresenta o “kit do caso investigativo” montado para um dos casos.

Figura 23 - Kit do caso investigativo e seus componentes



Fonte - A autora (2024).

Como sugestão também propomos ao professor organizar pastas com elástico tamanho $\frac{1}{2}$ ofício, nas cores dos peões utilizados no jogo, para montar o “kit do jogador”, que seria composto pelo diário do investigador, a tabela periódica e o manual com as regras do jogo para o aluno. A Figura 24 apresenta o exemplo de um “kit do jogador” montado.

Figura 24 - Kit do jogador e seus componentes



Fonte - A autora (2024).

Após o término do jogo existe a sugestão da realização de um debate, em que cada grupo apresenta para os demais participantes as principais informações extraídas das pistas recebidas, e o raciocínio que os levou à solução do caso investigativo. Este momento seria importante para o professor discutir os conteúdos químicos envolvidos no caso, sanando dúvidas, detectando e corrigindo possíveis falhas e erros conceituais.

4.1.2 Descrição teórica do jogo Pistas Químicas

Indo ao encontro de Lima e Messeder Neto (2021), entende-se o jogo Pistas Químicas como um jogo educativo, didático ou pedagógico, com os termos sendo intercambiáveis à luz da psicologia histórico-cultural.

Seguindo a classificação proposta por Caillois (2017), o jogo Pistas Químicas associa os elementos *paidia* e *ludus*, dentro de uma combinação das categorias fundamentais de jogo competição-simulacro-sorte (*agôn-mimicry-alea*), pois foi estruturado como um jogo de tabuleiro que conjuga o uso de cartas e o de dados para que os jogadores possam resolver os CIs propostos e vencer uma partida. Ademais, por ter um caráter investigativo, transporta o estudante para um contexto típico de investigação. Neste cenário, a combinação *agôn-mimicry-alea* representa um jogo independente da vontade do jogador, em que o prazer surge de ter que tirar o melhor partido possível de uma situação criada pelo jogo, ou de peripécias que somente em parte o jogador pode conduzir, em que incorpora o personagem fictício de um investigador.

Quanto aos casos investigativos produzidos para o jogo Pistas Químicas, estes se enquadram como uma adaptação do método de pequenos grupos (Herreid, 1998b, 2011). No formato adaptado para o jogo, os casos são narrativas envolvendo um problema que deve ser solucionado e diz respeito a temas relacionando a química à aspectos científicos, tecnológicos, ambientais e sociais, além de envolver praticamente todos os conteúdos de química geral normalmente abordados em cursos técnicos integrados ao ensino médio de química e áreas afins, incluindo aspectos vinculados a atividades experimentais, parte importante na formação de futuros técnicos. Outra característica essencial é que os casos são analisados por grupos pequenos de estudantes que trabalham em colaboração/cooperação. O professor reproduz o podcast do caso ou, se preferir, lê a narrativa no livreto do caso em voz alta. O problema é colocado de forma fechada, ficando a cargo dos estudantes resolver os CIs propostos, com base em pistas que são fornecidas e aparecem na forma de informações.

Ressalta-se que há uma linha tênue entre os termos solução do caso e resolução do caso. No contexto do jogo, cada caso possui uma única solução, assim sendo, considera-se que a solução do caso é a resposta para o problema colocado, isto é, é a indicação do elemento químico abordado. Já a resolução do caso diz

respeito ao processo desenvolvido pelos estudantes no sentido de coletar as informações das pistas fornecidas, interpretá-las, correlacioná-las e discuti-las em grupo, ações que se repetem até a proposição de uma solução para o caso abordado. Portanto, no contexto do jogo, há variadas maneiras de se resolver o caso investigativo, já que cada equipe de estudantes/jogadores coleta um conjunto diferente de cartas de pista durante a partida. Como a quantidade de cartas de pista desenvolvidas para cada caso é grande, considera-se baixa a probabilidade de duas equipes coletarem exatamente as mesmas pistas em uma mesma partida. Assim sendo, o processo de resolução do caso se dá de acordo com o conjunto de informações diferentes que cada equipe possui para analisar, discutir e correlacionar. Neste processo, o trabalho é colaborativo/cooperativo, os debates ocorrem em grupo, há conflito, e os estudantes usam a argumentação para elaborar o raciocínio lógico que os leva à tomada de decisão que culmina com a solução para o caso²⁵.

Além disto, o uso de pistas envolvendo variados conteúdos de química dá a possibilidade de o professor utilizá-las como mais um momento de discussão em sala de aula, permitindo explorar o jogo como uma opção para ensinar novos conteúdos, e para favorecer a correlação entre conceitos de forma problematizada e participativa.

O jogo Pistas Químicas é um jogo de regras explícitas e, segundo Soares (2015, p. 42):

Nas regras explícitas são as próprias limitações do material que acabam por direcioná-lo, segundo uma lógica ou rotina. [...] As regras explícitas são as próprias regras declaradas e consensuais de um jogo, as implícitas são as habilidades mínimas necessárias para que se possa praticar um jogo em que há regras explícitas. [...] É importante salientar que os jogadores podem fazer uso de certos materiais, brinquedos e atividades lúdicas somente com as regras implícitas. As explícitas podem ser acrescentadas e depois alteradas pelos próprios jogadores, estabelecendo-se assim novas regras e convenções, pois, [...], elas são e devem ser livremente consentidas pelo grupo.

No jogo de regras, as convenções sociais estão postas no próprio jogo (Messeder Neto, 2012). Concordamos com o autor em relação à ideia de que o respeito às regras, o controle de conduta, esperar a vez de jogar, por exemplo, são relações sociais que são evidenciadas no jogo de regras.

²⁵ O Diário do investigador é importante neste processo, pois é nele que os alunos anotam as principais informações das pistas coletadas na partida, assim como suas ideias e suposições sobre o elemento químico abordado no caso. Com esta sistematização os alunos podem estruturar seus argumentos de modo a solucionar o caso.

A compreensão e o uso das regras mudam conforme se desenvolve o nosso psiquismo. No jogo com regras a criança começa a entender que tem objetivos a alcançar (Messeder Neto, 2012). Destaca-se que entender que o jogo tem objetivos é fundamental para o desenvolvimento posterior da atividade de estudo de uma disciplina em específico (Leontiev, 2010a).

Para Vigotski (2003, p. 105) o jogo de regras está “ligado à resolução de problemas de conduta bastante complexos e exigem do jogador: tensões, conjeturas, sagacidade e engenho. E tudo isso numa ação conjunta combinada das mais diversas aptidões e forças”. Com base nisto, Souza (2005) relaciona o jogo com regras e a aprendizagem argumentando que ambos envolvem uma situação de desafio. Discute que o desafio “permite que se mobilizem conhecimentos prévios, que se busque novas informações e que se elabore novas estratégias de pensamento” (Souza, 2005, p. 123), ideia com a qual concordamos. Pontua que nas situações de jogo com regras explícitas encontra-se um espaço privilegiado para observar as interações que ocorrem entre indivíduos mais e menos experientes da cultura, algo desejado para que se possa compreender os dois níveis de desenvolvimento propostos por Vigotski: o real e o iminente.

4.2 APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO DO JOGO PISTAS QUÍMICAS: PREPARANDO O SOLO COM OS ESTUDANTES

Nesta seção apresentamos a aplicação do jogo didático, em que se optou pelo uso do caso 1 intitulado “O caso do combustível misterioso”, acompanhada de sua avaliação e, por último, com base nas observações dos estudantes e nos apontamentos do diário de aula da pesquisadora, são analisados os ajustes necessários ao aprimoramento do jogo. Como consta no percurso metodológico, o jogo foi avaliado em relação a dois aspectos: o pedagógico e o estrutural.

4.2.1 Aplicação do jogo Pistas Químicas

O jogo Pistas Químicas foi aplicado ao final do primeiro semestre letivo, em agosto de 2022, em uma turma de segundo período dos cursos técnicos integrados do IFRJ/CRJ e contou com a participação de vinte e quatro alunos. Para tal, utilizou-se o total de quatro tempos seguidos de aula da turma, com quarenta e cinco minutos

cada tempo. Apesar da extensão da duração da atividade, os estudantes não quiseram parar para fazer intervalo e ficaram presentes até o final da atividade.

Para esta aplicação, como professora da turma optei por utilizar o caso 1 intitulado “O caso do combustível misterioso”, que abordou o elemento químico hidrogênio (H), por conta da simplicidade de sua estrutura atômica e de suas propriedades químicas ricas e variadas que o levam a formar mais compostos do que qualquer outro elemento químico (Shriver *et al.*, 2008). Acreditei ser o hidrogênio o elemento químico adequado para iniciar a etapa de aplicação do jogo, pois a partir do caso investigativo elaborado era possível trabalhar diversas questões, a saber: conteúdos químicos, aspectos ambientais envolvendo uma discussão sobre a utilização de combustíveis fósseis e seu impacto ambiental, e a importância da substituição dos combustíveis fósseis por outras fontes de energia renováveis.

Tudo foi planejado para que a atividade fosse desenvolvida na própria sala de aula da turma, mas foi transferida para a sala de reuniões do campus, uma sala mais ampla e que estava com o ar condicionado funcionando, pois acomodaria a turma de forma mais confortável. Escremin e Calefi (2018) destacam o local de aplicação do jogo como fator importante para o sucesso da atividade, e recomendam que a atividade lúdica ocorra em um ambiente adequado para evitar tumulto, preferencialmente amplo e organizado.

Em atenção às recomendações dos autores citados, a sala de reuniões foi arrumada para a atividade. Colocou-se uma mesa em posição de destaque no centro da sala para acomodar o tabuleiro, de modo que todas as equipes pudessem vê-lo e acompanhar cada rodada da partida. Após isto, cinco mesas foram colocadas ao redor da mesa contendo o tabuleiro, cada uma com cadeiras para acomodar os alunos e favorecer a comunicação entre eles durante a partida (Figura 25). Esta organização da sala de reuniões pareceu ser vantajosa por permitir uma disposição dos estudantes diferente da usual de sala de aula, no intuito de favorecer uma maior interação entre eles, fato importante para o desenvolvimento da atividade proposta (Soares, 2015).

Conforme os alunos entravam na sala era solicitado que se organizassem em cinco equipes, da seguinte forma: quatro equipes de cinco jogadores e uma equipe de quatro jogadores. Na sequência, as equipes se acomodaram nas mesas dispostas ao redor do tabuleiro e os estudantes passaram a observar atentamente cada detalhe ao seu redor. Neste primeiro contato visual com o ambiente e com o jogo, eles demonstraram uma certa ansiedade misturada com uma pitada de curiosidade em

relação ao desenvolvimento da atividade. Enquanto alguns olharam a caixa do jogo, o tabuleiro, os dados numéricos e de pistas, outros manusearam as cartas de pista, sorte ou revés e charadas químicas dispostas no tabuleiro, antes mesmo do início da apresentação do jogo e suas regras.

Figura 25 - Arrumação da sala de reuniões para a aplicação do jogo



Fonte - A autora (2024).

Alguns instantes após a euforia inicial, os estudantes fizeram silêncio para ouvir a professora/pesquisadora que deu início a apresentação: explicou o objetivo do jogo e suas regras; mostrou os tipos de casas presentes no tabuleiro do jogo e sua respectiva função; apresentou cada tipo de carta de pista elaborada para o jogo e sua respectiva função; explicou o papel do diário do investigador e a importância dele ser preenchido de forma clara e organizada pelas equipes; informou que ao final da partida a professora iria conversar com cada equipe para que pudesse entender melhor o raciocínio que os levou a solucionar o caso investigativo e, por fim, comunicou que após o encerramento da atividade receberiam um questionário a partir da plataforma google formulários para que fizessem uma avaliação individual do jogo didático aplicado.

Em seguida, dúvidas em relação à apresentação do jogo foram sanadas e a partida se iniciou. De início os estudantes pareceram tímidos e fiquei com uma sensação de que havia uma certa tensão no ar. Ao final da partida, os alunos relataram que por conta do volume de informações iniciais sentiram certa dificuldade e acharam a atividade proposta difícil de ser executada e, além disto, complexa por abordar conteúdos químicos. Imaginei que os alunos ficariam confusos no início da partida com tantas informações e, em virtude disto, entreguei a cada equipe o “Manual do aluno”, de modo que pudessem acessar, a qualquer momento da partida, as principais informações sobre a forma de jogar, as principais peças do jogo e suas funções

específicas. Ademais, anotei no quadro branco da sala de reuniões algumas informações que poderiam gerar dúvidas durante a partida, para que os alunos pudessem acessar de forma rápida e direta.

Ao final da atividade os estudantes disseram que, após duas ou três rodadas da partida, entenderam que o jogo era simples e que suas regras eram claras, o que aumentou o empenho e o grau de comprometimento com a atividade proposta, os levando a discutir com seus pares as pistas coletadas e a se divertirem com as charadas químicas elaboradas para o jogo. Em relação as regras, Soares (2015) ressalta que elas são a maior preocupação do professor que faz uso de jogos em sala de aula pois, na maioria das vezes em que não se obtém sucesso na aplicação de um jogo, tal fato está relacionado às regras. Pontua que o professor deve apresentar as regras de forma clara, sendo essencial que ele as explique tantas vezes quantas forem necessárias, até que a dinâmica do jogo fique clara. Por fim, o clima da partida mudou por completo, os alunos ficaram mais soltos e o ludismo²⁶ tomou conta do ambiente.

Quando a partida terminou, os estudantes fizeram diversas perguntas como, por exemplo: “o jogo vai ficar disponível na escola?”, “onde você vai deixar o jogo para a gente jogar?”, “como a tabela tem vários elementos químicos, você pretende fazer mais casos?”, e “podemos jogar novamente no semestre que vem?”. Neste cenário, o retorno positivo dos alunos foi gratificante, consegui incentivar a participação de todos, bem como identifiquei que, de fato, eles gostaram do que foi apresentado e da atividade como um todo. Como professora, pude finalizar o semestre com a sensação de que fiz um bom trabalho com a turma, e com um sentimento profundo de que meu dever enquanto educadora foi cumprido.

Para finalizar, durante a atividade os alunos anotaram as pistas coletadas no decorrer da partida no DI. Esta sistematização ajudou os alunos a estruturarem seus argumentos de modo a solucionar o caso. Indícios disso foram apresentados nas entrevistas feitas com as equipes participantes ao final de cada partida.

Aqui cabe um recorte com foco nestas entrevistas. Cada equipe participante permaneceu em sua mesa até a aproximação da professora que, de posse do roteiro das entrevistas, iniciou os questionamentos seguindo a ordem das perguntas que constavam no roteiro. Após cada pergunta, era fornecido um tempo para que cada

²⁶ Nesta pesquisa consideramos o ludismo como uma característica do participante da atividade lúdica, que se envolve na diversão e vivencia os aspectos relacionados ao jogo, conforme a definição de Soares (2015).

estudante da equipe pudesse se posicionar e responder, passando para a pergunta seguinte e, de acordo com as respostas, a professora promovia discussões mais detalhadas sempre que identificava a necessidade de sanar dúvidas e erros conceituais. Após entrevistar a última equipe encerrou-se a atividade. No mesmo dia da aplicação do jogo na turma, a professora enviou aos estudantes um questionário a partir da plataforma google formulários para que pudessem avaliar individualmente o jogo didático aplicado. Vale destacar que a entrevista e o questionário pós-jogo não fazem parte das regras do jogo, sendo ações específicas para a coleta de dados da pesquisa visando a avaliação do jogo Pistas Químicas, apresentada nas próximas seções.

4.2.2 Avaliação pedagógica do jogo Pistas Químicas

A avaliação pedagógica do jogo foi realizada com base nas observações da pesquisadora no diário de aula, no diário do investigador e na entrevista com as equipes após a aplicação do jogo. Para manter a confidencialidade e assegurar o sigilo quanto as identidades dos participantes, ao longo do texto, eles são apresentados através de um código alfanumérico que contém as iniciais “EQP” de equipe participante, seguida de um número em algarismos arábicos variando de um a cinco. Iniciou-se a avaliação com comentários sobre a turma, seguida de uma visão geral das equipes organizadas para a atividade, finalizando com a análise dos diários do investigador.

De um modo geral, a turma apresentava alunos: retraídos; com dificuldade de interagir entre si; pouco participativos em sala de aula no sentido de questionar, tirar dúvidas sobre os conteúdos abordados e interagir com a professora, principalmente nos momentos de correção de exercícios propostos; que possuíam dificuldade na aprendizagem dos conteúdos químicos abordados ao longo do semestre; descompromissados, e com notas variando de baixas a medianas. Do total de alunos desta turma, apenas cinco eram exceções, e se destacaram ao longo do semestre por apresentar: bastante entusiasmo em relação aos conteúdos químicos abordados; boa participação em sala de aula e interação com a professora; facilidade na aprendizagem dos conteúdos químicos abordados; compromisso, e notas altas. Imaginei que este comportamento da turma se deu em virtude da pandemia causada pelo SARS-CoV-2, em que as autoridades sanitárias recomendaram o isolamento

social, o que forçou um distanciamento social por aproximadamente dois anos, obrigando estes estudantes a aderir ao ensino remoto, pois a instituição de ensino envolvida na pesquisa suspendeu as aulas presenciais. O Quadro 18 apresenta um panorama das equipes participantes e a ordem na qual solucionaram o caso investigativo.

Destacaram-se as equipes EQP2 e EQP3 em que um estudante de cada equipe permaneceu completamente alheio à atividade do início ao fim, sem interagir com seus pares, isto é, não participou da resolução do caso. Soares (2015) associa o ludismo a uma qualidade do jogador que representa o seu grau de comprometimento com a diversão e o prazer que um jogo proporciona, e afirma que “um jogador sem ludismo não é jogador” (p. 74). Explica que quando o professor apresenta um jogo para uma turma ele não pode obrigá-los a jogar. O docente deve esperar até que os estudantes descompromissados de início, espontaneamente, interajam com os demais participantes durante a atividade em busca de afirmação. Caso isto não ocorra, não deve insistir, visto que se os estudantes não estiverem acostumados a jogar, eles não irão aderir à atividade imediatamente (Soares, 2015).

Quadro 18 - Impressões sobre as equipes participantes e a ordem de resolução do caso investigativo

Equipe	Total de Alunos	Impressões sobre a Equipe	Ordem de Resolução
EQP1	5	Interessados em participar da atividade, ansiosos por jogar os dados numéricos e andar com o peão pelas casas do tabuleiro, concentrados ao ler e anotar as informações das cartas de pista e interativos discutindo e debatendo as informações das pistas coletadas	1º
EQP2	4	Interessados em participar da atividade, concentrados ao ler e anotar as informações das cartas de pista e interativos discutindo e debatendo as informações das pistas coletadas. Apenas um estudante pareceu desinteressado e alheio à atividade do início ao fim	2º
EQP3	5	Interessados em participar da atividade, concentrados ao ler e anotar as informações das cartas de pista e interativos discutindo e debatendo as informações das pistas coletadas. Apenas um estudante pareceu desinteressado e alheio à atividade do início ao fim	3º
EQP4	5	Desinteressados em participar da atividade, imaturos, agitados e falantes durante grande parte da atividade. Equipe que reuniu os estudantes com maior dificuldade de aprendizagem e baixa autoestima	4º
EQP5	5	Interessados em participar da atividade, concentrados ao ler e anotar as informações das cartas de pista e interativos discutindo e debatendo as informações das pistas coletadas. Equipe que reuniu os estudantes de maior destaque ao longo do semestre	5º

Fonte - A autora (2024).

Outro comportamento que chamou atenção foi o da EQP4, formada por cinco estudantes com as maiores dificuldades de aprendizagem da turma. No início da atividade apresentaram um comportamento imaturo, falta de disposição para o jogo, agitação e conversa paralela, demonstrando baixa autoestima e pouca confiança em relação aos conhecimentos necessários a resolução do caso abordado. O comportamento da equipe mudou quando desistiram de responder a uma charada química por se acharem “burros demais para saberem a resposta correta”, e posteriormente souberam que dariam a resposta certa. A professora aproveitou para mostrar que todos tinham capacidade de estar ali e jogar, fosse errando ou acertando. A partir deste momento, a equipe passou a demonstrar mais disposição, discutindo e debatendo as informações das pistas coletadas e rivalizando de forma saudável e amistosa com as outras equipes. Neste viés, a atmosfera do jogo permitiu que os estudantes se arriscassem mais do que de costume, dessem sua opinião e interagissem com seus pares. Com isto, os alunos ficaram mais conscientes do que já sabiam, do que não sabiam e de sua capacidade de ir além e aprender (Messeder Neto, 2015). Houve indícios de uma melhora na autoestima destes estudantes que se tornaram mais seguros e confiantes em relação a seus desempenhos, conforme observado por Pinheiro, Frison e Migueis (2022) em seu trabalho. Sobre este aspecto, foi possível notar que, de um modo geral, a inserção do jogo em sala de aula possibilitou, ao mesmo tempo, discutir o conhecimento científico e mobilizar a função emoção/sentimento²⁷ dos indivíduos envolvidos na atividade. Ressalta-se que a mobilização desta função foi evidenciada a todo instante durante a dinâmica do jogo na medida em que ficou visível na expressão dos estudantes o sentimento de felicidade ao compreender alguma explicação de um colega de equipe ou quando uma das cartas de pista, sorte ou revés, e charadas químicas selecionadas abordava algo que eles gostavam ou tinham conhecimento.

Pela análise das informações contidas no Quadro 18, observou-se que todas as equipes resolveram o caso investigativo e, mesmo naquelas que relataram que “a dificuldade foi mais a química mesmo”, os estudantes acharam o caso fácil.

Seguindo com a análise das informações presentes no DI, de modo a identificar como os alunos organizaram seu pensamento para solucionar o caso abordado, no

²⁷ Para a análise da mobilização da função emoção/sentimento foram consideradas as falas e/ou relatos em que os alunos expressaram ou demonstraram de forma clara emoções/sentimentos positivos e/ou negativos durante a dinâmica do jogo, adaptado de Silva (2020).

Quadro 19 são destacadas as anotações contidas na área de “Anotações sobre o caso” e/ou na “Área para rascunho”, bem como o número de pistas coletadas por cada grupo ao longo do jogo.

Quadro 19 - Principais informações do DI das equipes de participantes²⁸

Equipe	Informações do DI	Pistas Coletadas
EQP1	Na área para rascunho há a seguinte anotação: “Hidrogênio elemento mais simples”	3
EQP2	Na área de anotações sobre o caso há uma menção ao nome de um dos personagens do caso, o Sr. Túlio	4
EQP3	Na área para rascunho há as seguintes anotações: “halogenio, enxofre e nitrogênio surge da reação do aquecimento dos m do bloco s (ex: Be)” e “O sol é formado por hidrogênio e, com fusões nucleares, transforma-o em Hélio”	2
EQP4	Na área para rascunho há as seguintes anotações: “carbono”, “iodo”, “nitrogênio” e “hidrogênio”	4
EQP5	Na área de anotações sobre o caso há a seguinte anotação: “elemento que possa ser usado como combustível renovável”	6

Fonte - A autora (2024).

Na área de rascunho a EQP1 escreveu parte do texto de uma das cartas de pista coletadas, a pista (iii), como destacado no texto em negrito (Quadro 20). Esta pista foi marcada com um asterisco, um sinal de que ela pode ter sido essencial para a resolução do caso. Na área de anotações a EQP2 escreveu o nome de um dos personagens do caso, o Sr. Túlio, que também é o nome de um elemento químico cujo símbolo é Tm, levando a supor que os estudantes entenderam que este elemento químico era uma possibilidade para a solução do caso. Já na área de rascunho a EQP3 destacou os textos marcados em negrito (Quadro 20), que pertencem as cartas de pistas (i) e (ii), enquanto na área de rascunho da EQP4 encontraram-se anotações referentes aos nomes de quatro elementos químicos, a saber, carbono, iodo, nitrogênio e hidrogênio. Por último, a EQP5 destacou uma informação da história narrada no podcast, sugerindo que ela foi útil para resolverem o caso. Por esta análise fica claro que apenas com base nas informações presentes no DI não foi possível vislumbrar o caminho utilizado pela equipe para resolver o caso investigativo, sendo necessário avaliar as respostas fornecidas pelos alunos na entrevista realizada após a aplicação do jogo.

²⁸ As respostas dos alunos são apresentadas na forma como foram escritas, incluindo os erros gramaticais.

Quadro 20 - Cartas de pista coletadas e possível solução para o caso investigativo de acordo com o DI das equipes

Equipe	Cartas de Pista Coletadas	Solução do Caso
EQP1	<p>(i) Metais alcalinos reagem vigorosamente com a água, liberando uma base forte e o gás diatômico formado pelo EQ. Como essas reações de deslocamento são muito exotérmicas, não são as mais adequadas para a síntese de pequenas quantidades do gás diatômico formado pelo EQ em laboratório</p> <p>(ii) O gás diatômico, EQ₂, não é muito reativo em condições ambiente. Essa baixa reatividade é explicada em virtude da força de ligação EQ–EQ formada. Cada ligação EQ–EQ armazena 436 KJ.mol⁻¹</p> <p>(iii) O EQ é o mais simples dos átomos. A simplicidade de sua estrutura atômica faz com que ele seja de grande importância na química teórica, e foi crucial no desenvolvimento das teorias atômica e de ligação</p>	Hidrogênio (H) e zinco (Zn)
EQP2	<p>(i) Pequenas quantidades do gás diatômico formado pelo EQ podem ser sintetizadas em laboratório por reações de deslocamento entre ácidos diluídos e metais adequados, como por exemplo, o Ferro (Fe) e o Zinco (Zn). A partir dessas reações, também se forma um sal no meio reacional</p> <p>(ii) O EQ, normalmente encontrado em sua forma molecular, é um gás inflamável, incolor, inodoro e moderadamente solúvel em todos os solventes</p> <p>(iii) O EQ forma uma molécula diatômica do tipo EQ₂. As ligações covalentes encontradas nesta molécula são anormalmente fortes para uma ligação simples em uma molécula diatômica</p> <p>(iv) O EQ é o mais simples dos átomos. A simplicidade de sua estrutura atômica faz com que ele seja de grande importância na química teórica, e foi crucial no desenvolvimento das teorias atômica e de ligação</p>	Hidrogênio (H) e Túlio (Tm)
EQP3	<p>(i) Os hidretos dos metais do bloco s (exceto o Be) podem ser obtidos pelo aquecimento do metal com a molécula diatômica EQ₂. Já os hidretos dos halogênios, de enxofre e de nitrogênio são preparados pela reação desses elementos com a molécula diatômica EQ₂ em condições adequadas</p> <p>(ii) A energia solar que aquece a Terra vem da fusão nuclear dos átomos do EQ que formam a maior parte da massa do Sol</p>	Hidrogênio (H)
EQP4	<p>(i) O EQ é o único elemento que possui diferentes nomes comuns para identificar cada um de seus três isótopos</p> <p>(ii) O EQ é o mais simples dos átomos, ele consiste em um próton e um elétron</p> <p>(iii) O EQ é o terceiro elemento mais abundante na Terra, onde ocorre principalmente na forma de água ou combinado com carbono em hidrocarbonetos, material vegetal e animal</p> <p>(iv) O gás diatômico, EQ₂, reage com os halogênios, onde X = F, Cl, Br ou I, formando haletos do EQ nos quais são encontradas ligações covalentes</p>	Carbono (C) e Hidrogênio (H)
EQP5	<p>(i) A massa específica e os pontos de fusão e de ebulição do EQ são muito baixos ($\rho = 0,090\text{g.dm}^{-3}$ a 273 K; $P_F = 13,66\text{ K}$ e $P_{Eb} = 20,13\text{ K}$)</p> <p>(ii) A eletronegatividade (ELN) do EQ é 2,2. Esse valor pode ser considerado baixo, se comparado à ELN do Flúor (F), o elemento mais eletronegativo da tabela periódica, que apresenta um valor de 4,0</p> <p>(iii) O gás diatômico formado pelo EQ sofre combustão em presença de ar atmosférico, produzindo água e energia química, que é eficientemente convertida em energia elétrica</p>	Hidrogênio (H) e Nitrogênio (N)

	<p>(iv) O EQ forma uma molécula diatômica do tipo EQ₂. Entre essas moléculas, são encontradas forças de dispersão de London, as únicas encontradas entre molécula apolares</p> <p>(v) Na atmosfera terrestre, o EQ é normalmente encontrado em sua forma molecular, EQ₂, e ocorre em uma quantidade de menos de 1 ppm por volume, mas as atmosferas de Júpiter, Netuno, Saturno e Urano, os chamados planetas gasosos, contêm grandes quantidades de EQ₂</p> <p>(vi) A principal aplicação industrial do gás diatômico formado pelo EQ é no processo Haber-Bosch, para a produção industrial da amônia. Apesar de ter grande importância industrial, essa reação de síntese é extremamente lenta, sendo essencial a manipulação da temperatura e da pressão do sistema, bem como o uso de um catalisador</p>	
--	--	--

Fonte - A autora (2024).

Na entrevista, um estudante da EQP1 relatou que ao escutar o caso investigativo no podcast suspeitou do elemento químico hidrogênio, mas ao argumentar com os demais alunos da equipe, não conseguiu convencê-los por completo. Os demais componentes relataram que o podcast, por si só não ajudou muito, os deixando em dúvida entre o hidrogênio e outros elementos químicos como, por exemplo, o Zinco (Zn). Neste cenário, para a EQP1, duas das três pistas coletadas foram essenciais para a resolução do caso: a pista (i) e a pista (iii) (Quadro 20). Os estudantes explicaram que a pista (i) os ajudou a eliminar “mais da metade da tabela periódica”. Ao coletar esta pista lembraram do que discutiram em sala de aula e em uma série de experimentos efetuados no laboratório de química, semanas antes da aplicação do jogo, sobre o conteúdo envolvendo as reações químicas de deslocamento. De modo a completar o seu raciocínio, eles explicaram que a pista (iii), combinada com a história narrada no podcast, os fez concluir que o hidrogênio era a resposta do caso. Quanto ao relato destes alunos, houve indícios de mobilização das FPS percepção²⁹, memória³⁰ e pensamento/linguagem³¹.

Para a EQP2, todas as pistas coletadas foram cruciais para a resolução do caso. Os estudantes relataram que as pistas (i) e (ii) (Quadro 20), os lembrou de questões discutidas em sala de aula e em experimentos efetuados no laboratório de

²⁹ Para a análise da mobilização da função percepção foram consideradas as falas e/ou relatos em que os alunos demonstraram de forma clara indícios de conhecimento proporcionado pelo jogo, a partir de uma situação objetiva por meio de objetos como o livreto ou o podcast do caso investigativo, situações proporcionadas pelo jogo ou mesmo pela troca de informações com os colegas de equipe, adaptado de Silva (2020).

³⁰ Para a análise da mobilização da função memória foram consideradas as falas e/ou relatos em que os alunos expuseram de forma clara lembranças de ideias, concepções ou conhecimentos científicos adquiridos nas aulas de química geral ou de outras disciplinas, adaptado de Silva (2020).

³¹ Para a análise da mobilização das funções pensamento/linguagem foram consideradas as falas e/ou relatos em que os alunos se manifestaram de forma clara expondo um ponto de vista, uma opinião, um pensamento ou um conhecimento, adaptado de Silva (2020).

química envolvendo as reações químicas de deslocamento. Apontaram que nos experimentos a professora falou sobre a solubilidade do gás hidrogênio (H_2), e que esta informação, somada àquelas coletadas nas pistas (iii) e (iv) (Quadro 20), os levou a conclusão de que o hidrogênio era a solução do caso. Quanto ao relato desta outra equipe de estudantes, houve indícios de mobilização das FPS percepção, memória e pensamento/linguagem.

Em relação ao caminho percorrido pelas duas equipes para a resolução do caso, destaca-se o uso dos conhecimentos científicos abordados nas aulas de química geral da turma, que os alunos acessaram como um fator primordial para a interpretação das informações coletadas das cartas de pista e da narrativa do caso. Além disto, pude notar que com o jogo os estudantes puderam rever conceitos já discutidos em sala de aula e, a partir das discussões geradas foi possível detectar alguns erros conceituais que foram trabalhados, bem como sanei algumas dúvidas pontuais dos estudantes. Por meio do erro foi possível problematizar, polemizar os assuntos e refinar o conteúdo ou o conceito equivocado, de modo a minimizar o déficit do estudante, conforme defendido por Cunha (2012) e Soares (2015).

A EQP3 relatou que ao ouvir na história do caso narrado no podcast o termo “efeito estufa”, suspeitou de alguns elementos químicos. Informaram que a pista (ii) (Quadro 20) foi importante na resolução do caso, e que junto com o termo “combustível inovador” chegou ao hidrogênio como solução para o caso. Nesta entrevista não ficou claro se os conhecimentos científicos adquiridos pelos alunos nas aulas de química os orientaram na interpretação das informações coletadas das cartas de pista e da narrativa do caso. Na verdade, ao entrevistar esta equipe, houve indícios de que a solução do caso ocorreu mais de forma intuitiva do que com base na mobilização dos conhecimentos químicos necessários para a construção de um raciocínio lógico de modo a solucionar o caso. Quanto ao relato destes estudantes, houve indícios de mobilização das FPS percepção e pensamento/linguagem.

Já a EQP4 contou ter consultado o livreto impresso com a narrativa do caso investigativo durante a atividade para obter mais informações. A partir desta leitura, os estudantes fizeram relação com uma aula em que a professora de geografia abordou o assunto “efeito estufa” que os fez suspeitar de dois elementos químicos: o carbono e o hidrogênio. A partir daí, começaram a utilizar as informações da pista (iv) (Quadro 20) com as quais concluíram que podia ser o hidrogênio ou qualquer outro ametal da tabela periódica, seguida pela pista (ii), de que o elemento químico consistia

em um próton e um elétron, o que os fez lembrar de uma expressão usada pela professora de química em sala de aula: “o número atômico é a impressão digital do átomo”. Isto os levou a concluir que o elemento químico envolvido no caso possuía número atômico um e, só podia ser o hidrogênio. Neste contexto, os estudantes ressaltaram que a pista mais importante para a resolução do caso foi, “sem dúvida”, a pista (ii). Quanto ao relato desta equipe, houve indícios de mobilização das FPS percepção, memória e pensamento/linguagem. Ademais, como já discutido anteriormente, o nível de discussão feita pelos estudantes no momento da entrevista apontou indícios de uma melhora na autoestima dos alunos da EQP 4 que se mostraram mais seguros e confiantes em relação a seus conhecimentos científicos e desempenhos, ratificando que a função emoção/sentimento foi mobilizada durante a dinâmica do jogo.

Em relação ao relato da EQP4, devido a fatores diversos, muitas vezes, os conhecimentos são apresentados aos alunos de forma desconexa, afastados da realidade que os permeia e distantes de uma abordagem interdisciplinar (Pinto Júnior, 2021). Na medida em que estes alunos correlacionaram diferentes áreas do conhecimento, entendi que o jogo elaborado foi um recurso didático que contribuiu em fomentar a interdisciplinaridade. Quanto ao tema,

a interdisciplinaridade pode ainda fomentar a criação de diferentes olhares sobre um mesmo objeto de estudos, auxiliando os alunos a estabelecerem relações de complementaridade entre as diferentes áreas do conhecimento, de suma importância na busca por tornar mais significativo o conhecimento exposto na escola (Pinto Júnior, 2021, p.134).

Por último, os estudantes da EQP5 disseram que ao escutar na narrativa do podcast do caso o termo “combustível renovável”, suspeitaram do elemento químico hidrogênio, mas acharam que, por ser um elemento químico simples, não seria a resposta, pois isto tornava o caso “fácil demais”. Então começaram a coletar pistas e, analisando as informações da pista (i) (Quadro 20), especificamente, os pontos de fusão e de ebulição do elemento químico abordado no caso, imaginaram que se tratava de um gás nas condições ambientes. Analisando o valor da eletronegatividade (ELN) do elemento químico informado na pista (ii), acharam ser um valor alto para o hidrogênio e, combinado com a pista (vi), que informou que a principal aplicação industrial do gás diatômico formado pelo elemento químico era no processo Haber-Bosch, para a obtenção industrial da amônia, os confundiu ainda mais e os levou a suspeitar do nitrogênio para solução do caso. Na opinião da EQP5, se eles tivessem

escutado apenas a narrativa do podcast do caso, o teriam solucionado com maior rapidez, enquanto as pistas coletadas confundiram mais do que ajudaram. Quanto ao relato destes alunos, houve indícios de mobilização das FPS percepção, memória, imaginação³² e pensamento/linguagem.

Nas entrevistas com as equipes EQP4 e EQP5, respectivamente, detectei alguns erros conceituais envolvendo os temas “Estrutura Atômica da Matéria” e “Propriedades Periódicas dos Elementos Químicos”, o que gerou discussões e debates com grande interação aluno-aluno e aluno-professor. Aqui cabe um recorte para discutir alguns aspectos em relação às interações aluno-aluno e aluno-professor em uma situação de jogo, para entender como estas interações ajudaram na apropriação do conhecimento científico na perspectiva da psicologia histórico-cultural de Vigotski.

A zona de desenvolvimento iminente é um dos conceitos utilizados por Vigotski em suas pesquisas, apontando que o processo educativo não pode se restringir apenas ao que o indivíduo sabe, mas também para o que ele pode fazer em colaboração com o par mais capaz. Na entrevista com as equipes fiz diversas perguntas relacionadas às pistas e ao conteúdo químico abordado e os estudantes discutiram sobre as pistas coletadas e explicaram como elas os ajudaram a desvendar o caso abordado. Nos entremeios destas discussões, sempre que eu percebia erros conceituais envolvendo os conceitos químicos abordados nas pistas coletadas, iniciava um debate com os alunos de modo a corrigir estes erros e a sanar outras dúvidas que surgiam.

Durante este processo, os alunos tentaram se ajudar e intervieram nas falas uns dos outros sempre que percebiam que um colega cometia um erro. Observei que estas intervenções ajudaram o colega a reformular seu pensamento e a chegar a uma conclusão correta sobre o conceito químico discutido. Neste cenário, a relação entre os pares se mostrou positiva na construção e apropriação do conhecimento. Portanto, houve indícios de que a colaboração dos demais alunos da equipe combinada com a ação docente atuou na ZDI do colega que cometeu um erro e contribuiu para impulsionar o desenvolvimento deste indivíduo.

³² Para a análise da mobilização da função imaginação foram consideradas as falas e/ou relatos em que os alunos indicaram de forma clara a elaboração de imagens, ideias e concepções a partir de situações das quais não tinham experiência direta no momento da dinâmica do jogo, adaptado de Silva (2020).

Quanto à ação docente, Vigotski (2009) deixa claro que o par mais capaz no ambiente escolar é, por excelência, o professor. Sendo assim, cabe ao professor retomar o conteúdo e fazer as sínteses necessárias de modo a aproximar, mais uma vez, o aluno do conhecimento científico. Cavalcanti (2018) afirma que a intervenção do professor tem como consequência imediata a detecção de falhas conceituais nos jogadores. Mesmo em uma aula com jogos o professor precisa exigir dos seus alunos respostas completas, evidenciando os “porquês” (Messeder Neto, 2015). Neste cenário, a aplicação do jogo elaborado possibilitou a minha intervenção para trabalhar as falhas no pensamento dos estudantes, corrigir e os levar à resolução dos problemas de forma correta, sem que os alunos percebessem que estavam sendo avaliados, dentro da atmosfera de liberdade gerada pelo jogo.

No momento em que reconhecia a dificuldade dos alunos frente às questões propostas, eu dialogava em forma de perguntas, o que ajudava os estudantes na elaboração do pensamento. Vigotski (2009) explica que isto permite uma atuação efetiva na ZDI do aluno com a possibilidade de aprendizagem mediada pela ação docente, que sabe fazer as perguntas necessárias para direcionar os estudantes de modo a concretizar o aprendizado.

Outra questão relevante, apontada por Messeder Neto (2015) é o medo dos alunos adolescentes de falar em público e se expor ao ridículo. Neste viés, foi notório que a atmosfera do jogo deixou os alunos mais à vontade para opinarem sem medo de errar e fez com que eles trabalhassem de forma lúdica a expressão oral. Neste viés, a liberdade caracterizada no jogo conferiu aos jogadores uma participação maior do que na aula tradicional, pois mesmo errando, os alunos não deixaram de participar das discussões. Sobre este aspecto, percebi que a maioria das equipes discutiam as informações retiradas da história do podcast do caso abordado e as informações obtidas nas cartas de pista coletadas, mesmo quando sua vez de jogar já tinha passado, no intuito de elaborar uma resposta que pudesse levar à resolução do caso abordado. Sendo assim, houve indícios de mobilização da função atenção³³ da maioria dos estudantes durante a atividade lúdica desenvolvida.

³³ Para a análise da mobilização da função atenção foram consideradas as falas e/ou relatos em que os alunos demonstraram de forma clara que estavam fixando a mente sobre algo relacionado à dinâmica do jogo, seja quando estava na sua vez de jogar ou não, mantendo a atenção fixada na partida, adaptado de Silva (2020).

Aqui cabe uma ressalva em relação ao uso do DI, que não foi empregado como um instrumento formal de avaliação da aprendizagem. Para a pesquisa, seu objetivo foi o de servir como um instrumento para coleta de dados que, em conjunto com as anotações do diário de aula da pesquisadora e a entrevista com os alunos, permitiria realizar a avaliação pedagógica do jogo. Para o jogo, o DI foi delineado para o aluno fazer anotações de forma livre, visando auxiliar na organização do seu raciocínio no intuito de resolver o caso abordado pelo professor. O DI pode ser utilizado pelos professores como um instrumento para fazer algum tipo de avaliação formal com os estudantes participantes? Até pode, mas este não foi o objetivo ao elaborar o DI para o jogo.

De modo a finalizar esta discussão, o jogo Pistas Químicas se mostrou um recurso didático que contribuiu em aspectos emocionais, sociais e colaborativos/cooperativos no ambiente escolar, atendendo a várias finalidades como: sanar lacunas geradas durante o processo de ensino e de aprendizagem; revisar conceitos; promover a participação dos estudantes no processo de construção e apropriação do conhecimento, e incentivar a resolução de problemas de forma mais dinâmica e menos formal. Observei que os alunos se comprometeram com a atividade proposta, encararam seus erros de maneira natural e positiva, e houve indícios de desenvolvimento: (i) da habilidade de leitura e interpretação de texto, (ii) da capacidade de expressão oral e escrita, (iii) do engajamento no processo de aprendizagem, (iv) da criatividade, (v) do raciocínio lógico, e (vi) da capacidade de interagir com seus pares e com a docente.

Em relação aos itens (iii) e (vi), Cavalcanti (2011) ressalta que a combinação da função lúdica aliada à função educativa contribui de maneira significativa para a inserção do participante em um grupo social e a interação do mesmo com seus pares. Neste sentido, o jogo Pistas Químicas contribuiu para uma melhora em relação ao comportamento geral da turma, de modo a minimizar, ao menos de forma pontual, algumas das consequências que podem ter sido geradas pela pandemia causada pelo SARS-CoV-2 e o longo período de isolamento social pelo qual os alunos passaram.

Adicionalmente, houve indícios de que o jogo Pistas Químicas tem potencial para mobilizar em maior escala as FPS percepção, atenção, memória, pensamento, linguagem e emoção/sentimento, com a função imaginação sendo mobilizada em menor escala, indo ao encontro de outras pesquisas que demonstraram que o jogo de

regras explícitas, em qualquer idade, mobiliza as principais FPS dos indivíduos envolvidos (Silva, 2020; Pinheiro; Frison; Migueis, 2022).

A avaliação pedagógica do jogo permitiu analisar a relevância do jogo na verificação da aprendizagem de conceitos químicos, e na possibilidade de ser um recurso mobilizador para aprendizagem dos conteúdos de química geral, favorecendo a correlação entre conceitos químicos na resolução de problemas, proporcionando a discussão entre os pares, e oportunizando mais um momento de ganho conceitual, visto que os alunos utilizaram conhecimentos científicos adquiridos nas aulas de química para interpretar as informações coletadas nas cartas de pista e na narrativa do caso abordado; correlacionaram estas informações entre si e também com diferentes áreas do conhecimento, o que fomentou a interdisciplinaridade, além de favorecer a participação dos alunos no processo de construção e apropriação do conhecimento.

4.2.3 Avaliação estrutural do jogo Pistas Químicas

A avaliação estrutural do jogo ocorreu com base no ponto de vista dos vinte e quatro estudantes envolvidos na pesquisa, que responderam ao questionário após a aplicação do jogo didático, a partir da plataforma google formulários. Para manter a confidencialidade e assegurar o sigilo quanto as identidades dos participantes, ao longo do texto, eles são apresentados através de um código alfanumérico que contém as iniciais “AP” de aluno participante, seguida de um número em algarismos arábicos variando de um a vinte e quatro.

A primeira pergunta do questionário englobou critérios para avaliação de jogos educacionais adaptada de Savi *et al.* (2010), cuja estrutura e respostas são apresentadas no Quadro 21. Nele, os itens de i a xiii apresentam os dados relativos aos quatro critérios para avaliação do modelo ARCS para avaliação do nível de motivação: atenção, relevância, confiança e satisfação. A análise dos resultados aponta que se atingiu com clareza os objetivos propostos pelo parâmetro Motivação (ARCS), visto que a soma das respostas C + CT foi de cerca de 83,3% (20 estudantes) a 100% (24 estudantes) das avaliações.

Quadro 21 - Respostas fornecidas à primeira pergunta do questionário pós-jogo aplicado aos estudantes

Critério para Avaliação	Item Analisado	Grau de Concordância dos Estudantes para cada Afirmação				
		DT	D	NO	C	CT
Atenção	i. A estrutura do jogo, o formato das cartas e do tabuleiro capturaram minha atenção e me atraíram	----	--	----	7	17
	ii. Ao ver o conteúdo do jogo e as regras senti vontade de jogar	----	1	2	13	8
	iii. A utilização do jogo capturou minha atenção e senti vontade de participar da atividade proposta	----	--	3	8	13
Relevância	iv. Eu percebi com clareza que o conteúdo do jogo informa sobre situações do cotidiano que envolvem conteúdos químicos	----	--	4	8	12
	v. Eu relatei os conteúdos químicos abordados nos textos das cartas com situações já discutidas em sala de aula	----	1	----	10	13
	vi. Eu relatei os conteúdos químicos abordados nos textos das cartas com situações vivenciadas em meu cotidiano	----	4	4	9	7
	vii. Jogando tive a oportunidade de aprender algumas coisas que não sabia	----	--	1	14	9
Confiança	viii. Jogando percebi rapidamente que era um jogo competitivo	1	8	2	8	5
	ix. Jogando percebi rapidamente que era um jogo cooperativo	----	1	2	11	10
	x. As regras do jogo estavam claras, o que favoreceu a competição	----	3	1	10	10
Satisfação/competência	xi. Eu me senti bem ao conseguir finalizar o jogo	----	--	1	3	20
	xii. Eu me senti capaz de entender as informações contidas nos textos das cartas e fui compreendendo as regras do jogo	----	--	3	9	12
	xiii. Senti que eu e minha equipe atingimos o objetivo final do jogo	----	--	----	8	16
Imersão/desafio	xiv. Eu não percebi o tempo passar enquanto jogava e gostei de jogar	----	--	3	8	13
	xv. Eu me esforcei para ajudar minha equipe a resolver o caso investigativo abordado no jogo	----	--	----	10	14
	xvi. O jogo foi adequadamente desafiador para mim	----	1	4	14	5
Competitividade/interação social	xvii. Jogando percebi por que a cooperação entre os jogadores é importante para finalizar o jogo	----	--	----	8	16
	xviii. A dinâmica do jogo estimula a cooperação entre os jogadores e a interação social	----	---	1	7	16
	xix. A competitividade foi importante para finalizar o jogo	2	7	3	6	6
	xx. Achei o jogo muito divertido e jogaria novamente	----	---	2	10	12
	xxi. O jogo foi entediante e me irritei com algumas coisas	15	7	1	1	----

Impacto na aprendizagem/conhecimento	xxii. Jogando aumentei minha compreensão sobre os conteúdos químicos abordados no jogo	----	---	6	9	9
	xxiii. Depois do jogo consigo lembrar de mais informações relacionadas aos conteúdos químicos abordados no jogo	----	---	4	12	8
	xxiv. Depois do jogo sinto que consigo aplicar melhor os conteúdos químicos relacionados com o jogo	----	1	6	8	9
	xxv. O jogo facilitou o entendimento de conteúdos químicos já discutidos em sala de aula	----	--	3	11	10
	xxvi. Jogando aprendi novos conteúdos químicos ainda não discutidos em sala de aula	----	4	11	6	3

Legenda: DT = Discordo totalmente; D = Discordo; NO = Não tenho opinião; C = Concordo; CT = Concordo totalmente.

Fonte - A autora (2024).

As únicas exceções foram as respostas aos itens vi e viii. Quanto ao item vi, cerca de 16,7% (4 estudantes) dos participantes sentiram dificuldade em relacionar os conteúdos químicos abordados nos textos das cartas de pista com situações vivenciadas no cotidiano, enquanto aproximadamente 16,7% (4 estudantes) não conseguiram opinar em relação à proposição do item analisado. Em relação ao item viii, a soma das respostas DT + D totalizou cerca de 37,5% (9 estudantes) dos participantes que demoraram para entender que se tratava de um jogo competitivo, enquanto aproximadamente 8,3% (2 estudantes) não conseguiram formar opinião sobre a afirmação proposta.

Nos itens xi a xxi (Quadro 21) analisou-se componentes da experiência do usuário em jogos para avaliar a experiência de interação do jogador com o jogo elaborado, que revelaram um grau de aprovação elevado para o jogo Pistas Químicas. A análise dos resultados indicou que para a maioria dos itens avaliados a soma das respostas C + CT foi de cerca de 87,5% (21 estudantes) a 100% (24 estudantes) das avaliações. A contraprova apareceu nas respostas ao item xxi, cuja proposta foi saber se o jogo era entediante e se possuía algum componente que irritava o usuário. Neste caso, o índice de discordância DT + D totalizou aproximadamente 91,7% (22 estudantes), confirmando o elevado grau de aprovação do jogo elaborado. As únicas exceções foram as respostas aos itens xvi e xix. No item xvi, apenas um estudante não concordou que o grau de desafio proporcionado foi adequado, enquanto aproximadamente 16,7% (4 estudantes) não conseguiram opinar em relação à proposição. Já quanto ao item xix, a soma das respostas DT + D totalizou cerca de 37,5% (9 estudantes) dos participantes, que discordaram que a competitividade foi

determinante para a finalização do jogo, enquanto aproximadamente 12,5% (3 estudantes) não conseguiram formar opinião sobre a afirmação proposta.

Os itens xxii a xxvi (Quadro 21) foram analisados com base nos princípios da taxonomia de Bloom, avaliando o impacto na aprendizagem/conhecimento, obtendo-se um alto índice de concordância com as afirmações propostas, com a soma das respostas C + CT para a maioria dos itens analisados figurando em cerca de 75% (18 estudantes) a 87,5% (21 estudantes) das avaliações. As únicas exceções foram as respostas aos itens xxiv e xxvi. Em relação ao item xxiv, aproximadamente 79,8% (17 estudantes) concordaram que finalizaram a atividade proposta com um entendimento de que conseguiram aplicar melhor os conhecimentos químicos que foram abordados no jogo, enquanto apenas um aluno discordou da proposição. Além disso, cerca de 25% (6 estudantes) não conseguiram se posicionar a respeito. Já em relação ao item xxvi o grau de concordância foi menor, e aproximadamente 37,5% (9 estudantes) dos participantes afirmaram que jogando foi possível aprender novos conteúdos químicos ainda não discutidos em sala de aula, enquanto cerca de 45,8% (11 estudantes) não conseguiram opinar a respeito, e apenas quatro estudantes (16,7%) não concordaram com a proposição em análise.

Aqui cabe um recorte para discutir as concepções de ação e atividade, que são pontos centrais na psicologia histórico-cultural de Vigotski, para entender a relação entre o desenvolvimento dos processos funcionais e a aprendizagem em uma situação de jogo. Messeder Neto (2015) explica que a maioria dos processos educativos surge como uma ação que, no decorrer do percurso, se torna uma atividade. Neste viés, para que um processo possa ser considerado uma atividade ele precisa, do ponto de vista psicológico, que aquilo que fez o sujeito agir (o motivo), coincida com o objetivo para o qual o processo se dirige e, para tal, o sujeito precisa de motivação³⁴. Sobre este aspecto, quando o objetivo do processo de estudar for o próprio conteúdo abordado pela disciplina, ele se torna uma atividade de estudo da disciplina. Já quando o objetivo do processo de estudar for, por exemplo, apenas o de passar em uma prova, ele é chamado de ação. Portanto, a ação é um processo cujo

³⁴ Cabe esclarecer que quando falamos de motivação neste trabalho, vamos ao encontro de Messeder Neto (2015, p. 182) e entendemos “que ela se refere àquilo que faz o sujeito realizar uma tarefa, de modo que essa tarefa ganha um status de atividade se o motivo de que faz coincide com a tarefa realizada”. Portanto, é necessário que o docente encaminhe a tarefa para que os alunos desenvolvam o interesse pela química, não se restringindo a seus interesse imediatos (a atividade lúdica em si).

motivo não coincide com o seu objetivo (com aquilo para o qual ele se dirigia) (Leontiev, 2010a).

Os resultados da primeira pergunta do questionário para o critério avaliado impacto na aprendizagem/conhecimento apontaram um alto índice de concordância com as afirmações propostas, indicando que a maioria dos alunos obteve um resultado positivo em relação à aprendizagem dos conteúdos químicos abordados no jogo. Suponho que, de alguma maneira o jogo motivou os estudantes para que eles saíssem da partida com um sentimento de que conseguiam aplicar os conhecimentos químicos abordados e/ou de que foi possível aprender novos conteúdos químicos ainda não discutidos em sala de aula.

Considero que a partir da aplicação do jogo os estudantes realizaram uma atividade de estudo de química, pois do ponto de vista objetivo eles se relacionaram com o mundo de modo a atender uma necessidade social colocada de aprender química e, do ponto de vista subjetivo, o motivo que os levou a jogar coincidiu com os conceitos químicos abordados visto que, eu deixei claro para os estudantes que a participação na aplicação do jogo não seria vinculada a qualquer tipo de avaliação formal da disciplina que geraria uma nota. Com este direcionamento, procurei ir ao encontro de Messeder Neto (2015) que defende que, ao aplicar jogos em sala de aula, o professor deve direcionar o seu trabalho de modo que os alunos percebam com clareza que o motivo que os leva a jogar é o próprio conhecimento químico.

Ainda assim, Messeder Neto (2015) ressalta que a potencial transformação de motivos não é suficiente para garantir que o estudante avance em direção à evolução de suas FPS. Neste sentido, como o docente sabe se a aplicação do jogo contribuiu para o processo de aprendizagem escolar? Para embasar esta resposta é necessário retomar os conceitos de motivos eficazes e motivos compreensíveis. Os motivos eficazes são os que de fato fazem o sujeito realizar uma determinada ação, enquanto os motivos compreensíveis fazem a pessoa entender que realizar uma determinada ação é importante, mas não são suficientes para fazê-la agir (Messeder Neto, 2015). O autor explica que os motivos compreensíveis podem se transformar em motivos eficazes e, na possibilidade desta transformação de motivos reside a potencialidade do jogo.

Com base nestes conceitos, notei que o jogo foi um motivo eficaz, que foi conduzido de modo a levar os estudantes ao real objetivo do processo que era transformar o processo de estudar química em atividade de estudo de química e, deste

modo, contribuiu para aumentar o interesse³⁵ dos participantes pelos conceitos científicos. Não foi possível afirmar que a mudança de sentido e a vontade de estudar química apareceram para estes estudantes, e que eles saíram da atividade para a biblioteca para estudar química. O que percebi foi que, parafraseando Messeder Neto (2015), o jogo Pistas Químicas assumiu o papel da chave que abriu a porta para promover uma mudança de motivos nos meus alunos.

Apesar dos resultados positivos, a aceitação não foi universal, visto que cerca de 91,7% (22 estudantes) concordou totalmente (CT) ou concordou (C) com a afirmação “achei o jogo muito divertido e jogaria novamente” do item xx, e apenas dois alunos não formaram uma opinião a respeito. De forma simétrica, aproximadamente 91,7% (22 estudantes) discordou totalmente (DT) ou discordou (D) da afirmação do item xxi, “o jogo foi entediante e me irritei com algumas coisas”, ademais, um aluno concordou com a afirmação e um aluno não opinou a respeito.

Sobre este aspecto, Silva (2020) discorre que nem sempre o sentimento causado nos alunos é o de felicidade. O único estudante que concordou com a afirmação do item xxi respondeu a terceira pergunta deste questionário apontando o seguinte, “não gosto muito de trabalhos em grupo”. Infelizmente não foi possível identificar a origem do sentimento negativo causado no aluno, entretanto, sugerimos que pode ter sido pelo fato de ser um jogo colaborativo/cooperativo, e buscamos apoio no trabalho de Furtado, Catanhede e Catanhede (2020) que ratificam o fato de que alguns alunos podem avaliar o trabalho em grupo de forma negativa e pouco proveitosa por motivos diversos. Mesmo assim, entendeu-se que a atividade proposta foi proveitosa para a maioria dos participantes.

Na segunda pergunta do questionário os alunos apontaram o que gostaram no jogo. As respostas foram classificadas em sete categorias de análise: estrutura, estética, socialização, competitividade, conteúdo e aprendizagem, ludicidade e outros. Na primeira categoria de análise, estrutura, figuram as respostas nas quais os estudantes apreciaram a forma como o jogo foi organizado, apresentando termos como “a dinâmica mais leve”, “a forma que estimulou a gente a pensar”, “as regras em si”, “o fato de ser um jogo de detetive”, “dos tipos de cartas”, “toda a estrutura do tabuleiro” e “as charadas”. O estudante AP11 gostou da proposta de lançar os dados

³⁵ Neste trabalho entendemos o termo interesse como aquele que vai para além do interesse imediato do aluno, isto é, o interesse pelo conteúdo científico e não o interesse pelo recurso que o introduziu (neste caso, o jogo Pistas Químicas).

e ficar na expectativa de contar com a sorte para percorrer o tabuleiro e obter pistas suficientes para resolver o caso. A sorte se relaciona com a função lúdica do jogo, portanto, trouxe diversão ao jogo e foi um componente lúdico para que ele não deslocasse o equilíbrio apenas para a função educativa, como alertado por Cavalcanti (2011).

Na segunda categoria de análise, estética, estão as respostas em que os estudantes destacam o aspecto visual do jogo, isto é, questões de desenho e apresentação, apontando termos como “layout fofo” e “o design da tabela periódica, do diário do investigador e do tabuleiro também são muito bonitos”. Como sugerido por Wanderley *et al.* (2020), a elaboração do jogo envolveu uma vasta gama de informações visuais para embasar suas ações, o que demandou a orientação do design e do design da informação na estruturação de seu processo de ideação lógica e construção física. Os autores explicam que, enquanto o profissional de design trabalha de forma expressiva com a estética e a simbologia, qualificações indispensáveis para qualquer processo de comunicação e produção, o profissional de design da informação, por sua vez, otimiza os processos de aquisição e gerenciamento da informação visual. Portanto, o jogo de tabuleiro com seu caráter lúdico, pedagógico, engajador e, especialmente, comunicacional, necessita destas preocupações e qualificações para garantir sua eficácia geral (Wanderley *et al.*, 2020). Neste cenário, o design do jogo Pistas químicas atuou como um instrumento facilitador na interpretação clara e integral dos problemas propostos, de modo a contribuir para sua possível solução.

Dentre as razões para terem gostado do jogo, destacam-se na terceira categoria de análise, socialização, o fato de que foi jogado em equipe e permitiu a interação social, o que tornou o seu desenvolvimento “mais interativo e divertido”. Geronimo e Gatti (2020) explicam que o jogo cooperativo/colaborativo incentiva e exige que os jogadores trabalhem juntos para atingirem um objetivo em comum com os outros jogadores, que é o de vencer o jogo. Soares (2015) ressalta que, mesmo em um cenário competitivo, o adversário não é um inimigo, mas sim um outro participante cujo objetivo também é o de aprender se divertindo.

Já na quarta categoria de análise, competitividade, os alunos gostaram do jogo por conta do fator competição, que a docente incentivou ao separar a turma em equipes, envolvendo respostas como “gostei da competição entre as equipes”. Na quinta categoria, conteúdo e aprendizagem, ficam as respostas em que os

participantes mencionaram a natureza e a forma como o conteúdo foi apresentado no jogo, bem como a facilidade que ele proporcionou para a aprendizagem de conceitos químicos, envolvendo termos como “ter me ajudado a entender a matéria” e “ajudar a entender o conteúdo dado em sala de aula”.

A sexta categoria de análise, ludicidade, traz um termo que, segundo Soares (2015), reflete a qualidade de uma atividade lúdica, significando o quanto ela foi divertida e prazerosa para os participantes. Destaca-se que é neste sentido que usamos o termo ludicidade nesta pesquisa. Nesta categoria, os estudantes indicaram que gostaram do jogo apresentando respostas como o fato de “ser interativo e divertido”, “descontrair a turma” e “trabalhar o conteúdo abordado em sala de aula de uma forma mais divertida”. Na sétima e última categoria de análise, outros, figuram as respostas dos participantes que não deixaram clara a razão de terem gostado do jogo.

Na terceira pergunta do questionário foi solicitado aos alunos que indicassem o que não gostaram no jogo. Neste caso, na maioria das respostas apontaram que eles não identificavam pontos negativos no jogo, ou deram respostas desconexas e que não contemplavam à pergunta feita, de modo que não foram classificadas em categorias de análise. Os poucos estudantes que apontaram pontos que não gostaram no jogo mencionaram partes de sua estrutura, como a organização, o desenho do tabuleiro, a natureza de algumas cartas, ou o fato de ser cooperativo/colaborativo e envolver questões de sorte.

Na quarta pergunta os alunos apontaram sugestões para melhorar o jogo. Dos vinte e um alunos que responderam ao questionário, dez enviaram sugestões, enquanto onze não identificaram pontos que necessitassem de ajustes. Tendo em vista a importância destas respostas para o aprimoramento no jogo, optou-se por analisar e trazer individualmente pontos de destaque presentes nas respostas, de modo que não foram classificadas em categorias de análise. O Quadro 22 apresenta as respostas dos dez alunos com as sugestões para melhoria do jogo.

Quadro 22 - Respostas contendo sugestões fornecidas à quarta pergunta do questionário dos estudantes

Estudante	Resposta
AP2	A dica de quando acerta a charada podia ficar até o fim do jogo pra gente usar quando precisasse
AP8	O bônus das charadas poderiam ser usadas depois, se a equipe não quise usar na mesma rodada que ganhou
AP10	Guardar a dúvida para depois caso não tenho no momento

AP12	Quando acertamos a resposta da carta e podemos tirar uma dúvida, eu acho que essa dúvida pode ser guardada até o momento que o grupo coletar pista o suficiente e quiser tirar a dúvida
AP13	As três equipes primeiras que desvendarem o caso, deveriam fazer uma partida final com um novo caso, e a equipe campeã ganhar um prêmio, como por exemplo uma medalha ou um doce, acho que ficaria mais divertido!
AP14	Dois dados disponíveis ou dois tipos de casos ocorrendo no mesmo momento
AP15	Poderia enquanto uma equipe estar vendo a pista e os dois minutos passando, outra equipe já jogar para não demorar muito e não ser entediante
AP17	Ter mais de uma da mesma carta de pista. (para facilitar/agilizar a anotação de informação sobre os casos)
AP20	Mais cartas de charada química
AP21	Em relação as dúvidas, caso o jogador não tenha naquele momento, ele poderia guardar pelo menos 1 para outro momento do jogo

Fonte - A autora (2024).

As respostas fornecidas por AP2, AP8, AP10, AP12 e AP21 trazem sugestões relacionadas as casas verdes do tabuleiro. Pelas regras do jogo, quando caíssem em uma destas casas as equipes tinham a possibilidade de coletar uma carta de charada química que, se corretamente resolvida, permitia o acesso automático ao professor para tirar dúvidas. Em relação a esta regra, durante a aplicação do jogo observou-se que ao poderem consultar a professora os alunos relataram que ainda não haviam coletado pistas, logo, não tinham questionamentos a fazer ou dúvidas para tirar, ou que haviam coletado pistas, mas com informações que não geraram questionamentos ou dúvidas a sanar. Por conta disto, estas equipes sugeriram guardar a carta de charada química respondida de forma correta para que pudessem acessar a professora em rodadas subsequentes, na medida em que tivessem questionamentos a fazer ou dúvidas a sanar.

O aluno AP13 sugeriu que as três primeiras equipes que solucionassem o caso deviam participar de uma nova partida envolvendo outro caso investigativo para identificar a equipe campeã. Ademais, ainda sugeriu que a equipe campeã recebesse um prêmio. Durante a elaboração do jogo não se pensou nesta possibilidade, mas foi uma proposta interessante. Contudo, para esta pesquisa foram utilizados quatro tempos seguidos de aula com quarenta e cinco minutos cada tempo, portanto, o tempo disponibilizado para a aplicação do jogo pode ser um entrave para a aplicação desta proposta.

A utilização de dois dados numéricos, em vez de apenas um, foi a sugestão do AP14. Esta sugestão dava aos peões das equipes a possibilidade de percorrer o tabuleiro com maior velocidade, de modo a atingir mais rapidamente a última casa do jogo. Pela experiência obtida na pesquisa, percebeu-se que percorrer o tabuleiro de

forma mais rápida diminuía a probabilidade de as equipes caírem em casas de pistas, o que faria com que o número de pistas coletadas durante o jogo fosse menor e, como efeito disto, a equipe poderia atingir a última casa do tabuleiro sem informações suficientes para elucidar o caso.

Pelas regras do jogo, assim que caísse em uma das casas de pista do tabuleiro a equipe lançava o dado de pistas, e a face do dado que caísse para cima orientava o tipo de carta de pista recebida pela equipe. Na sequência, a carta de pista era fornecida ao grupo, que tinha dois minutos para lê-la silenciosamente, anotar as principais informações no DI, e o jogo prosseguia. Em relação a esta regra, durante a aplicação do jogo observou-se que enquanto uma equipe estava anotando as principais informações da pista coletada no DI, as demais equipes ficaram ociosas e, algumas delas demonstraram agitação e conversas paralelas que, de certa forma, atrapalharam a atividade em curso. Por conta disto, o AP15 sugeriu que durante este intervalo de dois minutos o professor continuasse o jogo para que as demais equipes não ficassem ociosas e agitadas com a demora, o que tornava o processo menos tedioso.

O aluno AP 20 sugeriu a ampliação do número de cartas de charada química. Entendeu-se que o número total de cartas de charada química elaboradas para o jogo (32 cartas) atendeu a demanda, visto que a ideia de as inserir na dinâmica do jogo era deixar o ambiente mais descontraído e levar os jogadores a entenderem que a química era divertida e curiosa. Em relação a esta proposta, entendeu-se que a opção por ampliar o número de cartas de charada química era do professor que aplicasse o jogo em sua sala de aula. Caso a decisão for de ampliar este número, a sugestão é que isso seja feito com a ajuda dos estudantes, pois envolvê-los na construção ou na ampliação de um jogo já existente é uma estratégia que não só os instiga a jogar, mas também a compreender como é a rotina do professor ao elaborar um jogo. Alguns autores apontam que com a contribuição dos alunos, o processo torna-se mais criativo e construtivo (Soares, 2015; Escremin; Calefi, 2018; Pinheiro; Soares, 2020).

A avaliação estrutural do jogo apontou que ele atende aos critérios avaliados de atenção, relevância, confiança, satisfação/competência, imersão/desafio, competitividade/interação social e impacto na aprendizagem/conhecimento. Sua estrutura e organização foi considerada boa, sendo possível identificar que ele possui boa jogabilidade, é lúdico e contribui positivamente para um avanço na aprendizagem dos conteúdos químicos abordados.

4.2.4 Um toque de esmero à estrutura do jogo Pista Químicas

A aplicação do jogo possibilitou identificar sugestões dos estudantes, que aliadas as observações do diário de aula da pesquisadora, permitiram a realização de ajustes visando sua melhoria para a etapa de replicação. Quanto as sugestões apontadas pelos alunos no questionário, basicamente as propostas se relacionaram às casas verdes do tabuleiro, que foram consideradas válidas e a modificação sugerida foi realizada. Desta forma, quando uma equipe cair em uma casa verde do tabuleiro, ela coleta uma carta de charada química e se a responder corretamente, escolhe se acessa automaticamente a professora ou se guarda a carta para utilizar em uma rodada subsequente, na medida em que tiver questionamentos a fazer ou dúvidas a tirar com a docente.

Outra proposta interessante diz respeito ao tempo de dois minutos disponibilizado a equipe para anotar e discutir aspectos relacionados a pista obtida, momento no qual a rodada fica parada. Alterou-se esta regra de modo que, enquanto uma equipe estiver lendo silenciosamente a carta e anotando as informações no DI, os dois minutos são contados na ampulheta e, durante este intervalo, a professora dá continuidade ao jogo, momento em que a equipe seguinte lança os dados e avança seu peão de acordo com os pontos obtidos, e assim sucessivamente, tornando o jogo mais rápido.

As demais sugestões dos alunos podem ser contempladas, como a opção por utilizar um ou dois dados numéricos, aumentar o número de cartas ofertadas e alterar o momento de término do jogo, mas não pareceram interessantes o suficiente, tendo em vista os objetivos que foram delineados para o jogo nesta pesquisa, de modo que não foram contempladas nos ajustes realizados. Desta forma, encerra-se a discussão dos aspectos envolvidos na primeira aplicação do jogo e, a seguir, são apresentados os resultados dos aspectos envolvidos na replicação do jogo Pistas Químicas.

4.3 REPLICAÇÃO DO JOGO PISTAS QUÍMICAS: UMA BOA HISTÓRIA A SE CONTAR

A replicação do jogo Pistas Químicas ocorreu em cinco turmas do segundo período dos cursos técnicos integrados do IFRJ/CRJ, realizadas em dezembro de 2022, janeiro e junho de 2023, sendo: três turmas de regência de docentes de química

geral que atuam no ciclo básico de formação dos cursos técnicos integrados do CRJ, e duas turmas de regência da pesquisadora. Visando manter a confidencialidade e assegurar o sigilo quanto as identidades dos participantes, ao longo do texto, eles são apresentados através de um código alfanumérico que contém as iniciais “DPC” de docente participante, seguida de um número em algarismos arábicos variando de um a três.

Nesta etapa o jogo foi replicado com as regras modificadas conforme as sugestões dos estudantes, e optou-se pelo uso dos demais CIs elaborados. Fez-se esta opção em virtude do desejo de analisar e organizar os casos tendo como critério o seu grau de dificuldade. Neste sentido, o foco desta seção não foi o de realizar uma discussão detalhada, como a realizada na aplicação do caso 1 e sim uma análise visando identificar se: a história narrada nos CIs é clara, e de fácil interpretação e compreensão; os estudantes conseguem resolver o caso com o material disponibilizado no “kit do caso investigativo”; os ajustes realizados contribuíram de forma positiva para uma melhora na dinâmica e fluidez do jogo, e se os estudantes trariam novas impressões, opiniões, críticas e sugestões em relação ao jogo e sua dinâmica. A pesquisadora participou de todas as dinâmicas, inclusive as ocorridas nas turmas de regência de outros docentes. Esta etapa contou com as observações da pesquisadora registradas no diário de aula, comentários e observações feitas pelos docentes, e entrevista com as equipes de estudantes utilizando um roteiro próprio (APÊNDICE B).

Na semana que antecedeu a replicação do jogo os docentes receberam um e-mail contendo as seguintes informações: regras do jogo, síntese dos CIs e os textos contendo a narrativa dos CIs acompanhados dos *QRcodes* para acesso aos podcasts. A ideia foi promover um primeiro contato dos docentes com o jogo, antes mesmo que o vissem de forma presencial. Neste mesmo e-mail uma reunião presencial foi agendada, na qual a pesquisadora explicou o objetivo do jogo e suas regras, mostrou os tipos de casas presentes no tabuleiro e sua respectiva função, apresentou o “kit do caso investigativo” e o “kit do jogador”, e informou que ao final da partida conversaria com as equipes para entender melhor o raciocínio que os levou a solucionar o caso investigativo, bem como obter suas impressões, opiniões, críticas e sugestões em relação ao jogo e sua dinâmica.

Dando sequência à reunião, a pesquisadora propôs simular algumas rodadas do jogo para que os professores se familiarizassem com ele, de modo que pudessem

se sentir à vontade para apresentar o jogo e suas regras nas dinâmicas em suas turmas. Este momento foi importante para sanar dúvidas. Após a simulação de algumas rodadas, os professores afirmaram que o material previamente disponibilizado por e-mail foi claro, de fácil interpretação e compreensão. Apesar disto, todos solicitaram que a pesquisadora participasse das dinâmicas em suas turmas, e ficasse à vontade para intervir durante a atividade sempre que achasse necessário. Para finalizar a reunião, os docentes opinaram sobre as histórias narradas e o grau de dificuldade de cada caso investigativo.

Com base nesta conversa e no perfil dos estudantes traçado pelos professores, selecionou-se o caso a ser aplicado em cada turma. O caso 1, “O caso do combustível misterioso”, foi excluído deste processo pois já havia sido utilizado na primeira aplicação do jogo. O Quadro 23 apresenta uma visão geral das turmas e o caso investigativo trabalhado.

Quadro 23 - Visão geral das turmas e caso investigativo trabalhado

Turma	Total de Alunos	Docentes Participantes	Impressões sobre a Turma	Caso investigativo
A	25	DPC1 e Pesquisadora	Interessados em participar da atividade, ansiosos por jogar os dados numéricos e andar com o peão pelas casas do tabuleiro, concentrados ao ler e anotar as informações das cartas de pista e interativos discutindo e debatendo as informações das pistas coletadas, imaturos, agitados e falantes durante grande parte da atividade. Turma reuniu estudantes com dificuldade de aprendizagem e baixo rendimento em química geral.	Caso 6: O enigma do quebra-ossos
B	20	DPC2 e Pesquisadora	Interessados em participar da atividade, concentrados ao ler e anotar as informações das cartas de pista e interativos discutindo e debatendo as informações das pistas coletada e tranquilos durante toda a atividade. Turma reuniu estudantes com bom rendimento em química geral	Caso 3: O <i>serial killer</i> da Barra da Tijuca
C	22	Pesquisadora	Interessados em participar da atividade, concentrados ao ler e anotar as informações das cartas de pista e interativos discutindo e debatendo as informações das pistas coletadas e agitados durante grande parte da atividade. Turma reuniu estudantes com dificuldade de aprendizagem e baixo rendimento em química geral	Caso 2: O brilho da morte
D	20	Pesquisadora	Interessados em participar da atividade, ansiosos por jogar os dados numéricos e andar com o peão pelas casas do tabuleiro, concentrados ao ler e anotar as informações das cartas de pista e interativos discutindo e	Caso 5: A fumaça branca da morte

			debatendo as informações das pistas coletadas, imaturos, agitados e falantes durante grande parte da atividade. Turma reuniu estudantes com dificuldade de aprendizagem, baixo rendimento em química geral e com dificuldade de interagir entre si	
E	29	DPC3 e Pesquisadora	Interessados em participar da atividade, concentrados ao ler e anotar as informações das cartas de pista e interativos discutindo e debatendo as informações das pistas coletadas e tranquilos durante toda a atividade. Turma reuniu estudantes com bom rendimento em química geral	Caso 4: Um desastre anunciado

Fonte - A autora (2024).

Esta etapa contou com a participação de 116 alunos (Quadro 23), e a atividade foi desenvolvida na própria sala de aula das turmas, sendo usado em cada turma o total de quatro tempos seguidos de aula com quarenta e cinco minutos cada tempo. Apesar da extensão da duração da atividade, os estudantes não pararam para fazer intervalo e mantiveram-se presentes até o final da atividade.

Em todas as turmas, no primeiro contato visual com o jogo, os alunos demonstraram uma mistura de ansiedade com curiosidade em relação a atividade. Alguns instantes após a euforia inicial fizeram silêncio, de modo a ouvir atentamente aos professores que iniciaram a apresentação: explicou-se o objetivo do jogo e suas regras; mostrou-se os tipos de casas presentes no tabuleiro e sua respectiva função; apresentou-se cada tipo de carta de pista elaborada e sua respectiva função; falou-se sobre o papel do DI e a importância dele ser preenchido de forma clara e organizada e, por fim, informou-se que ao final da partida a pesquisadora conversaria com cada equipe.

Na sequência, algumas dúvidas em relação à apresentação do jogo foram sanadas pelos professores e a partida iniciou. Os estudantes pareciam muito tímidos e, assim como a pesquisadora, os docentes participantes notaram que havia uma certa tensão no ar. Ao final da partida, em todas as turmas os alunos relataram que por conta do volume de informações iniciais sentiram certa dificuldade e acharam a atividade proposta difícil de ser executada. Entretanto, após duas ou três rodadas da partida, logo entenderam que o jogo era “fácil de entender, apesar de ter muitas informações no início” e, “legal e intuitivo”. Em relação a isto, o DPC1 pontuou que, como condutor da dinâmica, achou tudo claro e que o jogo funcionou bem em sua turma, visto que após a terceira rodada os alunos já estavam imersos no jogo e a partida “foi se gerindo e fluindo”. Ainda sobre o tema, o DPC2 comentou que, em

relação às regras, “tinha muitos detalhes, mas conforme a dinâmica começou foi fluindo e funcionou bem” em sua turma.

Assim como na aplicação do caso 1, cada equipe recebeu no início da partida o “Manual do aluno”, de modo que pudessem acessar, a qualquer momento durante a partida, as principais informações sobre a forma de jogar propriamente dita, e as principais peças do jogo e suas funções específicas. Ademais, os professores anotaram no quadro branco da sala algumas informações que poderiam gerar dúvidas durante a partida para que os alunos pudessem acessar de forma mais rápida e direta.

De um modo geral, os estudantes elogiaram bastante a arte do jogo e concordaram que: (i) a dinâmica do jogo foi boa; (ii) o tempo de dois minutos para leitura, interpretação e anotação das informações contidas nas cartas de pista foi suficiente e adequado; (iii) os textos das cartas de pista, de sorte ou revés e charadas químicas foram bem formulados e as informações fornecidas estavam claras; (iv) o manual do aluno, os livretos dos casos investigativos e os respectivos podcasts foram muito bem organizados e produzidos; (v) o jogo em equipe integrou os alunos proporcionando a discussão com os pares e uma melhor organização das ideias; (vi) o caráter investigativo do jogo combinado à abordagem de conteúdos químicos deixou o ambiente, “divertido e mais leve”, facilitando a aprendizagem; (vii) a competitividade se deu de forma natural e sadia, e (viii) o fator aleatoriedade e a sorte deixaram o jogo ainda mais divertido e instigante.

Em relação ao item (iii), os estudantes relataram que as informações fornecidas nas cartas de pista foram importantes para solucionar os casos abordados. Sobre o tema, o docente DPC1 ressaltou que a ideia de dividir as cartas de pista em três tipos distintos (biblioteca, tabela periódica e laboratório) ficou interessante, pois cada uma apresentou um conjunto de informações específicas que contribuiu, de diferentes formas, para a resolução do caso. Além disto, a ideia de abordar acertos e erros dos alunos envolvendo procedimentos experimentais no laboratório de química geral nas cartas de sorte ou revés fez os estudantes refletirem sobre suas vivências nas aulas de laboratório. Isto ficou claro, pois muitos relataram que, especificamente, ao coletar uma carta de revés, se identificaram com o erro descrito na carta de modo que pararam para refletir com seus pares sobre como corrigir o erro descrito. Sobre as cartas de charadas químicas, todos concordaram que, de um modo geral, elas deixaram o ambiente do jogo mais descontraído, porém, algumas trouxeram piadas químicas que não foram tão engraçadas ou, por serem mais antigas, foram mais

difíceis de serem compreendidas pelos alunos. Quanto a isto, o DPC1 ressaltou que algumas piadas químicas se perdiam “com e no tempo”, o que demandava sua revisão e atualização pelos docentes que utilizassem o jogo. Indo ao encontro do DPC1, os estudantes sugeriram a atualização de algumas das cartas de charadas químicas com temas relativos a séries e filmes mais atuais.

Quanto ao item (iv), especificamente, sobre as histórias narradas nos casos abordados, os estudantes destacaram que as narrativas foram bem elaboradas, foram claras, de fácil interpretação e compreensão, e trouxeram informações cruciais que, combinadas com as informações extraídas das cartas de pista coletadas, foram essenciais para solucionar os casos abordados. Todos concordaram que a história narrada no podcast, com personagens e vozes diferentes, ficou mais atrativa do que na forma escrita no livreto do caso, além de ter chamado atenção de todos os participantes o fato de que as narrativas foram baseadas em fatos reais.

Os estudantes ainda deram uma sugestão em relação a dinâmica envolvendo a finalização do jogo. Pelas regras delineadas, quando uma equipe caísse ou passasse pela “Casa da Sala de Conferências”, o grupo de jogadores poderia dar a solução para o caso se achasse que já possuía pistas suficientes para isto. Caso contrário, o jogo prosseguia até a equipe alcançar a última casa do jogo, a “Casa do Investigador Sagaz”, quando a equipe devia, obrigatoriamente, solucionar o caso apresentando a resposta ao professor que analisava se a resposta estava certa ou errada. A ideia era que desde o instante em que a equipe caísse ou passasse pela “Casa da Sala de Conferências”, até atingir a última casa do tabuleiro, a equipe poderia dar um “chute” e tentar solucionar o caso desde que fosse a sua vez de jogar. Durante as replicações ficou claro que o fato de poder dar diversos “chutes” para solucionar o caso incomodou os estudantes, fato que não havia acontecido com os alunos que participaram da aplicação do caso 1.

Nas replicações os alunos sugeriram limitar o número de “chutes” para solucionar o caso após cair ou passar pela “Casa da Sala de Conferências”, para que as respostas fossem menos intuitivas e aleatórias, e sim, mais centradas nas informações coletadas e nas discussões entre os jogadores. Por conta disto, os estudantes sugeriram dar apenas dois “chutes” sendo o primeiro ao cair ou passar pela “Casa da Sala de Conferências”, e o segundo, obrigatoriamente, ao alcançar a última casa do tabuleiro. Em relação a esta proposta, entendo que a opção por limitar

o número de “chutes” para solucionar o caso após cair ou passar pela “Casa da Sala de Conferências” pode ser do professor que aplicar o jogo em sua sala de aula.

Seguindo a discussão, destacam-se alguns comentários mais específicos dos estudantes e docentes de cada turma. Na turma A, uma das equipes relatou que as informações extraídas das cartas de pista “não foram muito elucidativas”. Na entrevista esta equipe demonstrou dificuldade em relação aos conhecimentos científicos necessários para a resolução do caso, especificamente, em relação a uma importante propriedade física da matéria: a massa específica (ρ). Aproveitei o momento para sanar as dúvidas relatadas pelos alunos e, após a finalização da atividade, relatei ao professor regente da turma, o DPC1, as dificuldades demonstradas por estes alunos. Além disto, nesta turma, duas equipes notaram que havia um contexto histórico associado à narrativa do caso abordado, e pontuaram que isto era uma oportunidade para que professores de outras disciplinas, especificamente, o professor de história, utilizasse o jogo em sua aula. Neste viés, na medida em que estes alunos correlacionaram diferentes áreas do conhecimento, ficou claro que o jogo elaborado é um recurso didático com caráter interdisciplinar e, por conta disto, pode ser utilizado para fomentar a interdisciplinaridade no ambiente escolar.

Durante a aplicação do jogo o DPC1 disse que ficou com a sensação de que o caso aplicado na sua turma, o caso 6 (Quadro 24), foi um caso difícil, visto que das cinco equipes participantes apenas três conseguiram resolvê-lo durante o tempo estabelecido para a dinâmica. O docente foi além e disse que, apesar da turma reunir alunos com dificuldade de aprendizagem e baixo rendimento em química geral, as dúvidas apresentadas durante a dinâmica foram pertinentes, percebendo que “eles tinham uma linha de raciocínio nem sempre tão coeso, mas tinham”. Neste contexto, o DPC1 afirmou que as informações contidas nas cartas de pista elaboradas para o caso 6 “conseguiram dar conta do papel que elas tinham no jogo”. Com base nas entrevistas feitas com os estudantes, e no relato do docente, o caso 6 foi classificado como um caso difícil (Quadro 24).

Na turma B, os estudantes aproveitaram a oportunidade para tirar dúvidas de alguns conteúdos químicos estudados e que apareceram nas informações das cartas de pista coletadas durante a partida, a saber: configuração eletrônica dos elementos químicos; número de oxidação dos elementos químicos; solubilidade de sais (carbonatos e sulfatos), e propriedades periódicas (raio atômico, energia de ionização

e sucessivas energias de ionização). Apesar da quantidade de perguntas, compreendi que eles estavam aproveitando o momento como forma de revisar estes conteúdos, já que as discussões tiveram um nível que considerei elevado. Este entendimento fazia sentido, visto que o docente DPC2 relatou que os estudantes de sua turma possuíam um bom rendimento em química geral.

Quadro 24 - Turmas participantes da dinâmica e o CI aplicado

Turma	CI Aplicado	Elemento Químico Abordado	Data da Aplicação	Total de Equipes a Resolver o CI	Grau de Dificuldade do CI
A	Caso 6: O enigma do quebra-ossos	Cádmio	Dezembro 2022	3	Difícil
B	Caso 3: O <i>serial killer</i> da Barra da Tijuca	Bário	Janeiro 2023	Todas	Médio
C	Caso 2: O brilho da morte	Césio	Janeiro 2023	Todas	Fácil
D	Caso 5: A fumaça branca da morte	Chumbo	Janeiro 2023	1	Difícil
E	Caso 4: Um desastre anunciado	Mercúrio	Junho 2023	4	Fácil

Fonte - A autora (2024).

Ao final da aplicação, o DPC2 ressaltou que apesar de todas as equipes terem solucionado o caso, uma delas teve ajuda de outra equipe que estava próxima, e que “soprou” a solução do caso para eles. Para finalizar, o DPC2 sugeriu organizar os casos de acordo com o grau de dificuldade, e pontuou que o caso 3 aplicado em sua turma foi de dificuldade média. Com base neste relato do docente, e nas entrevistas feitas com os estudantes da turma, classificou-se o caso 3 como de dificuldade média.

Já na turma C, de regência da pesquisadora, as equipes relataram que a história narrada no podcast do caso “entregou a resposta”, pois já conheciam a história real do acidente envolvendo o césio-137 ocorrido em Goiânia no ano de 1987. Então, os alunos acharam o caso 2 fácil e relataram ter utilizado as informações contidas nas cartas de pista apenas para confirmar a resposta que solucionava o caso.

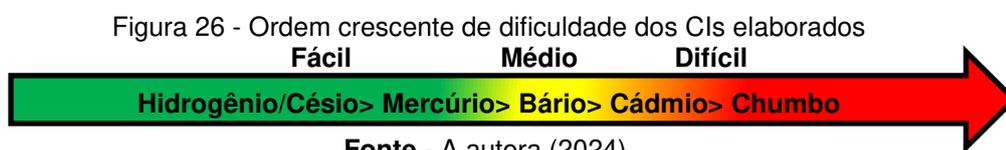
Além disto, os alunos aproveitaram para tirar dúvidas de alguns conteúdos químicos estudados e que apareceram nas informações das cartas de pista, a saber: átomos isótopos, isóbaros e isótonos; diferença entre metais, semimetais e ametais; solubilidade de sais (cloretos), e reações químicas. Nesta turma a quantidade de perguntas foi menor do que na turma B, e percebi que os estudantes estavam aproveitando o momento como forma de sintetizar, destacar e organizar estes conteúdos químicos. Aqui, as discussões não alcançaram um nível tão elevado quanto

na turma B. Este entendimento fazia sentido, visto que, a turma reuniu estudantes com dificuldade de aprendizagem e baixo rendimento em química geral.

Continuando a discussão, a turma D, também de regência da pesquisadora, reuniu estudantes com dificuldade de aprendizagem, baixo rendimento em química geral e com dificuldade de interagir entre si. Em virtude disto, os estudantes demonstraram durante a partida muita dificuldade para utilizar as informações coletadas nas cartas de pista para solucionar o caso. Nesta turma os alunos demonstraram falhas conceituais grosseiras em relação aos seguintes conteúdos: ligação iônica, compostos iônicos, e carga de cátions e de ânions; número de oxidação dos elementos químicos; propriedades periódicas (raio atômico e eletronegatividade), e solubilidade dos sais. Neste cenário, os estudantes relataram que tiveram muita dificuldade para resolver o caso 5, não sendo à toa que apenas uma das quatro equipes o solucionou. Com base no que foi descrito, o caso 5 foi classificado como um caso difícil (Quadro 24).

Por fim, na turma E, os estudantes de uma das equipes participantes observaram que havia um contexto histórico associado à narrativa do caso abordado, ratificando mais uma vez o potencial do jogo como um recurso didático com caráter interdisciplinar. Adicionalmente, o DPC3, professor regente da turma, mencionou durante a aplicação do jogo que notou que os estudantes estavam aproveitando mais as informações extraídas da narrativa do caso abordado, do que as informações coletadas das cartas de pista do caso. Por último, os estudantes disseram que o mercúrio não era um elemento químico tão simples assim, mas o caso 4 poderia ser classificado como fácil (Quadro 24), já que na época da dinâmica na turma diversas emissoras de rádio, televisão e jornais impressos disponibilizaram notícias envolvendo a contaminação pelo mercúrio que ocorreu na Amazônia, por conta do garimpo ilegal em áreas indígenas. Então, quando ouviram o podcast do caso, pensaram no mercúrio como uma possível resposta para solucionar o caso, o que foi confirmado com as informações das cartas de pista coletadas.

Encerrando esta discussão, na Figura 26 os casos investigativos elaborados foram organizados em ordem crescente de grau de dificuldade.

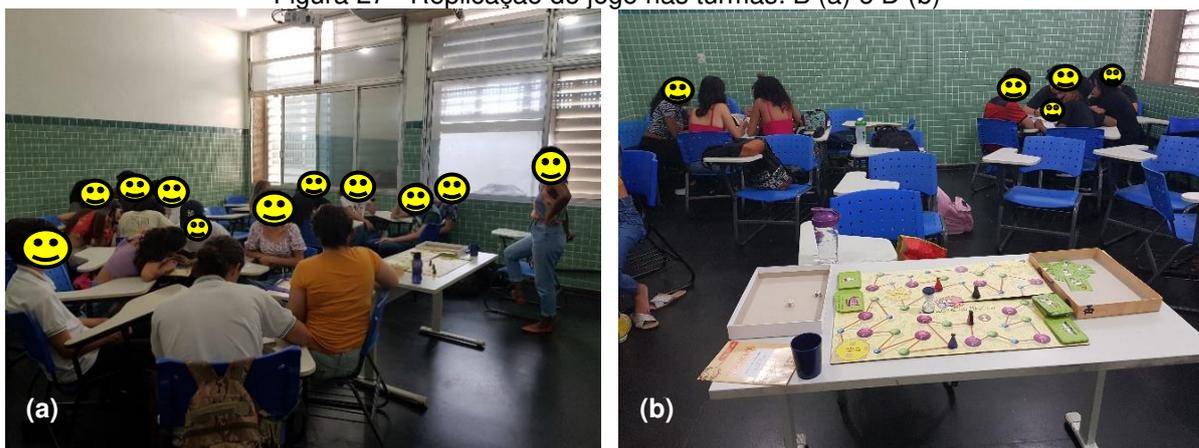


Fonte - A autora (2024).

Diante do cenário apresentado considerei que o retorno dos alunos foi positivo, pois foi possível incitar a participação da maioria deles, bem como identificar que, de fato, eles gostaram do que foi apresentado e da atividade realizada como um todo. A Figura 27 ilustra a dinâmica de replicação do jogo didático nas turmas B e D.

Em relação aos ajustes feitos para a etapa de replicação, observei que eles contribuíram de forma positiva para a dinâmica e fluidez do jogo. Quanto ao ajuste feito em relação as casas de pista do tabuleiro, especificamente, durante a dinâmica em sua turma, o DPC1 achou que a ideia de utilizar a ampulheta e o auxílio de um cronômetro de relógio para marcar o tempo de dois minutos funcionou bem, e deu uma acelerada no jogo deixando as equipes ociosas por menos tempo. Sendo assim, a versão final do jogo Pistas Químicas ficou demarcada como sendo a usada nesta etapa de replicação.

Figura 27 - Replicação do jogo nas turmas: B (a) e D (b)



Fonte - A autora 92024).

Já quanto a possibilidade de o jogo Pistas Químicas ser utilizado por outros professores, com base nos comentários e observações dos docentes houve indícios de que o jogo mostrou potencial para ser replicado, bem como para ser utilizado com objetivos pedagógicos diversos, a saber: revisar, reforçar, sintetizar, destacar e organizar conteúdos já abordados.

4.4 VALIDAÇÃO DO JOGO PISTAS QUÍMICAS: PLANTANDO A SEMENTE COM OS DOCENTES

Para a validação do jogo Pistas Químicas foram convidados os três docentes de química geral do IFRJ/CRJ que participaram da etapa de replicação. Neste cenário,

as discussões aqui realizadas se basearam no questionário (APÊNDICE C) que os professores responderam, a partir da plataforma google formulários. Quando necessário, comentários e observações feitas pelos docentes durante a replicação do jogo, e registradas pela pesquisadora no diário de aula, foram usados para complementar a análise realizada. Para manter a confidencialidade e assegurar o sigilo quanto as identidades dos participantes, ao longo do texto, eles foram apresentados através de um código alfanumérico que contém as iniciais “DPC” de docente participante, seguida de um número em algarismos arábicos variando de um a três.

A primeira pergunta do questionário envolveu uma série de itens baseados na estrutura de critérios para avaliação de jogos educacionais adaptada de Savi *et al.* (2010). O Quadro 25 apresenta os critérios para avaliação e as respostas fornecidas pelos três docentes.

Quadro 25 - Respostas fornecidas à primeira pergunta do questionário aplicado aos docentes

Critério para Avaliação	Item Analisado	Grau de Concordância dos Estudantes para cada Afirmação				
		DT	D	NO	C	CT
Atenção	i. A estrutura do jogo, o formato das cartas e do tabuleiro capturaram minha atenção e me atraíram	----	--	-----	1	2
	ii. A utilização do jogo capturou minha atenção e senti vontade de participar da atividade proposta	----	--	-----	--	3
Relevância	iii. Os conteúdos químicos abordados no jogo são relevantes	----	--	-----	1	2
	iv. Os conteúdos químicos abordados nos textos das cartas permitem que os alunos façam conexões com situações já discutidas em sala de aula	----	--	-----	1	2
	v. Os conteúdos químicos abordados nos textos das cartas permitem que os alunos façam conexões com situações vivenciadas no cotidiano	----	--	-----	2	1
Confiança	vi. As regras do jogo estavam claras, o que favoreceu a competição com transparência	----	--	-----	1	2
	vii. O objetivo do jogo estava claro	----	--	-----	--	3
Habilidade/competência	viii. O jogo possibilita que o aluno desenvolva sua capacidade de buscar informações	----	--	-----	1	2
	ix. O jogo possibilita que o aluno desenvolva a capacidade de se comunicar	----	--	-----	1	2
	x. O jogo possibilita que o aluno desenvolva sua capacidade de resolver problemas	----	--	-----	--	3

	xi. O jogo possibilita que o aluno desenvolva sua capacidade de tomar decisões	----	--	-----	1	2
	xii. O jogo possibilita que o aluno desenvolva sua capacidade de trabalhar em equipe	----	--	-----	--	3
Imersão/desafio	xiii. O desafio proporcionado pelo jogo é adequado ao público-alvo sugerido	----	--	-----	--	3
Competitividade/interação social	xiv. A dinâmica do jogo estimula a cooperação entre os alunos e a interação social	----	--	-----	--	3
	xv. A dinâmica do jogo estimula a cooperação entre os alunos e o professor	----	--	-----	--	3
	xvi. Achei o jogo divertido e o utilizaria novamente em outras turmas	----	--	-----	--	3
Impacto na aprendizagem/conhecimento	xvii. O jogo contribui para a ampliação do conhecimento do aluno sobre os conteúdos químicos abordados	----	--	-----	--	3
	xviii. O jogo facilita o entendimento de conteúdos químicos já discutidos em sala de aula	----	--	-----	1	2
	xix. O jogo contribui para a aprendizagem de conteúdos químicos ainda não abordados em sala de aula	----	--	-----	1	2

Legenda: DT = Discordo totalmente; D = Discordo; NO = Não tenho opinião; C = Concordo; CT = Concordo totalmente.

Fonte - A autora (2024).

Os itens de i a vii compõem o modelo ARCS (Keller, 2009), utilizado para investigar aspectos motivacionais envolvidos na aplicação de jogos educacionais, nos itens viii a xvi foram analisados componentes da experiência do usuário em jogos (Tullis; Albert, 2008), enquanto os itens xvii a xix apresentam pontos a serem analisados com base nos princípios da taxonomia de Bloom para avaliação do impacto na aprendizagem do aluno (Bloom, 1956).

O Quadro 25 apresenta os dados relativos aos três critérios para avaliação: atenção, relevância e confiança. A análise dos resultados apontou que se atingiu com clareza os objetivos propostos pelo parâmetro Motivação (ARCS), visto que a soma das respostas C + CT foi obtida em 100% das avaliações. Nos itens que foram de viii a xvi o grau de aprovação do jogo foi muito alto, e a análise dos resultados indicou que para todos os itens avaliados a soma das respostas C + CT foi obtida em 100% das avaliações. No critério, impacto na aprendizagem/conhecimento, também se obteve um alto índice de concordância dos docentes com as afirmações propostas, com a soma das respostas C + CT para todos os itens analisados figurando em 100% das avaliações.

Os resultados desta primeira pergunta foram favoráveis em relação a todos os critérios avaliados: atenção, relevância, confiança, habilidade/competência, imersão/desafio, competitividade/interação social e impacto na aprendizagem/conhecimento. Em virtude disto, entendi que o jogo Pistas Químicas foi considerado pelos professores um jogo didático, pois abordou conteúdos de química geral relevantes, as regras e objetivos estavam claros, e englobou aspectos que possibilitam ao aluno desenvolver suas capacidades de buscar informações, se comunicar, resolver problemas, tomar decisões, e trabalhar em equipe. Ainda contribuiu para a ampliação do conhecimento sobre os conteúdos químicos abordados, auxiliou na aprendizagem de conteúdos vistos em sala de aula, e contribuiu para a aprendizagem de conteúdos químicos ainda não abordados. Além disto, o jogo apresenta boa jogabilidade, com os três docentes afirmando que o jogo foi adequado ao público-alvo sugerido, foi divertido e iriam utilizá-lo novamente em outras turmas.

A segunda pergunta do questionário buscou saber se o tempo sugerido para uma partida do jogo era adequado para uso em sala de aula. Os três docentes responderam de forma afirmativa, visto que o jogo foi elaborado para ser aplicado nas turmas do ciclo básico dos diversos cursos técnicos integrados oferecidos pelo IFRJ/CRJ, cuja carga horária da disciplina de química geral é de seis tempos de aula por semana. Neste viés, o DPC1 não recomendou a aplicação do jogo se a disponibilidade do professor for de apenas um tempo de aula com quarenta e cinco ou cinquenta minutos por semana. Adicionalmente, o docente disse achar que “o ideal é ao menos uma hora e meia para que o jogo possa fluir bem, porém, se for uma turma que nunca jogou, será necessário maior tempo para explicação e ambientação do jogo e a dinâmica”.

Neste contexto, considero que o jogo Pistas Químicas pode ser aplicado em dois tempos de aula de quarenta e cinco ou cinquenta minutos cada tempo, especificamente, se o professor abordar um dos casos classificados como “fácil”, entretanto, o docente deve disponibilizar o “Manual do aluno”, ao menos, uma semana antes da aplicação do jogo. Esta estratégia permite que os estudantes tenham um primeiro contato com as regras, as principais peças do jogo e suas funções específicas, permitindo que o professor disponibilize menos tempo da aula para a apresentação inicial do jogo. Devido ao tempo disponível para aplicação do jogo nas

turmas selecionadas para esta pesquisa, este teste não foi realizado. Portanto, identifiquei esta como sendo uma demanda para futuros trabalhos.

Já o DPC2 pensou que, para ser aplicado em outras escolas em que, geralmente, a disciplina de química possui uma carga horária semanal de apenas dois tempos de aula, o professor precisa fazer ajustes para se adequar ao tempo disponível para realizar a atividade. Neste contexto, o docente sugeriu as seguintes adaptações: (i) diminuir o número de casas do tabuleiro, (ii) deslocar a “Casa da Sala de Conferências” para uma posição intermediária no tabuleiro, ou (iii) replicar o jogo em mais turmas de modo a abordar um caso diferente em cada uma delas.

Em relação ao item (iii), o DPC2 recomendou marcar o tempo médio necessário para que uma das equipes de jogadores conseguisse solucionar cada caso abordado, tomando este tempo como base para o planejamento da atividade em outras turmas com uma carga horária semanal menor. O docente ainda pontuou que, caso o professor opte por esta adaptação, deve finalizar o jogo assim que a primeira equipe solucionar o caso. As adaptações sugeridas pelo DPC2 são pertinentes, o que pode levar à elaboração de uma versão mais “compacta” do jogo originando mais uma demanda para futuros trabalhos.

Na terceira pergunta do questionário os docentes apresentaram sugestões visando melhorar o jogo Pistas Químicas. O DPC3 relatou que o jogo deu oportunidade a alguns alunos que, “normalmente se sentem intelectualmente excluídos”, de participar da atividade e contribuir de alguma forma para a solução do caso investigativo. Logo, o DPC3 apontou que o jogo poderia ser usado como forma de verificar a aprendizagem de conteúdos de química geral, e ainda, que tinha potencial para “entrosar” os estudantes da turma, especialmente, aqueles repetentes ou com mais dificuldade de aprendizagem com seus pares.

Sob o ponto de vista do DPC3, “a socialização é importante para alunos com mais dificuldades e repetentes se sentirem integrados e úteis”. Indo ao encontro do docente, observei o potencial do jogo para interferir não só no processo de aprendizagem de conteúdos de química, mas também na socialização dos estudantes, o que poderia ser um incentivo, por exemplo, para que eles criassem o hábito de estudar em pequenos grupos. Com base nisto, o DPC3 sugeriu aos docentes aplicar o jogo ao iniciar a disciplina sob sua regência, de modo a proporcionar uma atmosfera de “grande interação entre os estudantes”. Neste viés, o jogo poderia ser utilizado nas turmas de 2º período do ciclo básico de formação, e nas

turmas do ciclo técnico de formação, especificamente, nas disciplinas de química inorgânica também ministradas por professores da equipe de química geral.

Adicionalmente, o DPC3 pontuou que a pesquisadora “criou uma dinâmica (casos investigativos) com um formato (jogo de tabuleiro), portanto, um arcabouço que outro professor pode utilizar para abordar os conteúdos da sua disciplina em específico”. O docente foi além sugerindo que a ideia futuramente se transformasse em um projeto no âmbito do IFRJ/CRJ, envolvendo professores de outras disciplinas, além da química geral, isto é, em um “projeto interno interdisciplinar”. Neste cenário, o DPC1 pontuou que o jogo elaborado era “um instrumento interdisciplinar que alinha eventos históricos, questões geográficas, conceitos químicos, aspectos filosóficos, artes e conteúdos biológicos”. Indo ao encontro da sugestão de ambos os docentes, a pesquisadora relatou que sua intenção era de dar continuidade à pesquisa após a defesa de sua tese de doutorado, reunindo professores de outras disciplinas em um projeto interdisciplinar.

O DPC2 relatou que as equipes utilizaram bem as informações contidas nas cartas de pista para solucionar o caso abordado em sua turma. Entretanto, o docente relatou ter sentido falta de uma discussão mais aprofundada das informações contidas nas cartas de pista para que o professor pudesse verificar a aprendizagem dos conteúdos químicos abordados no jogo. Adicionalmente, o DPC2 sugeriu ampliar o público-alvo definido nesta pesquisa para viabilizar a aplicação do jogo nas turmas de 1º período do ensino superior dos cursos de graduação oferecidos pelo IFRJ/CRJ, como forma de verificar a aprendizagem dos conteúdos químicos abordados no ensino médio. O DPC2 ainda foi além e sugeriu que o jogo poderia ser utilizado nas turmas do ciclo técnico de formação, especificamente, nas disciplinas de química inorgânica também ministradas por professores da equipe de química geral. Neste último caso, o intuito seria o de verificar a aprendizagem dos conteúdos químicos abordados no ciclo básico de formação. Concordei com o DPC2 em relação a esta sugestão, e identifiquei mais demandas para futuros trabalhos.

O DPC1 pontuou que, como o jogo era um recurso didático com caráter interdisciplinar, tinha potencial para ser utilizado como instrumento formal de avaliação do desempenho dos alunos em outras disciplinas. Ademais, sugeriu introduzir na dinâmica do jogo “perguntas e respostas ou charadas que não necessariamente se relacionem com o caso estudado”, com o intuito deste ser mais um momento de verificação da aprendizagem de conteúdos de química. Quanto a esta sugestão,

entendo que o professor que considere pertinente inserir na dinâmica do jogo mais perguntas, respostas e charadas envolvendo conteúdos de química não relacionados com o caso abordado, e sim, com as aulas ministradas por ele em sua turma, pode realizar essas mudanças! Neste caso, considero que isto fica a critério do professor.

Nas respostas fornecidas à terceira pergunta do questionário, tanto o DPC2 quanto o DPC3 relataram que, durante a dinâmica do jogo, os estudantes ficaram ainda mais animados, participativos e se envolveram mais na atividade proposta do que normalmente ocorria nas aulas tradicionais de química em sala de aula ou no ambiente do laboratório. Em relação a isto, durante as aplicações do jogo nas turmas destes professores, observei que os estudantes, de um modo geral, prestaram atenção a um determinado foco por mais tempo do que normalmente ocorria nas aulas tradicionais de química. Notei que, a maioria das equipes discutiam as informações retiradas da história do podcast do caso abordado e as informações obtidas nas cartas de pista coletadas, mesmo quando sua vez de jogar já tinha passado, no intuito de elaborar uma resposta que pudesse levar à resolução do caso abordado.

Nas aplicações que fiz nas turmas sob minha regência tive a mesma compreensão, o que mostrou o potencial do jogo para desenvolver a capacidade de concentração e a atenção voluntária dos alunos que, de acordo com Messeder Neto (2015), são essenciais na apropriação do conhecimento científico. O autor entende que a atenção voluntária é um processo social e que a escola tem responsabilidade no desenvolvimento desta função cognitiva. Neste sentido, concordo com o autor que ainda afirma que, o desenvolvimento desta função cognitiva é responsabilidade de todos os professores desde o ensino básico até o ensino superior. Messeder Neto (2015) ressalta que, ao ter clareza disto, o docente deve buscar formas de desenvolver a atenção voluntária dos estudantes. Indo ao encontro do autor, defendo que o jogo Pistas Químicas é uma opção plausível para tal fim.

De modo a finalizar esta seção, considero que o processo de validação do jogo Pistas Químicas foi positivo, com os docentes manifestando a vontade de fazer novamente uso do jogo, além de identificar a possibilidade de seu uso em outras condições além das inicialmente propostas, abrindo um leque de opções para o desenvolvimento de novos projetos.

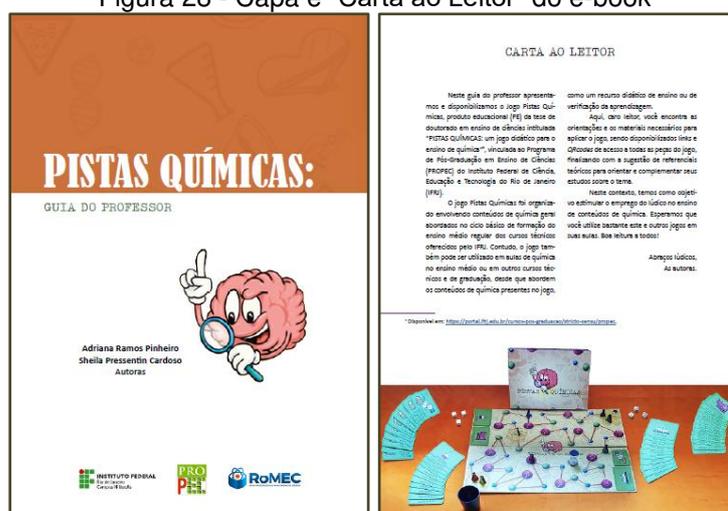
4.5 GUIA DO PROFESSOR: DISPONIBILIZANDO O JOGO PISTAS QUÍMICAS

O produto educacional desta tese é o jogo Pistas Químicas, um jogo de tabuleiro para ser usado de forma presencial. Após finalizar sua estrutura, uma questão surgiu: Qual seria a melhor forma de disponibilizar um produto físico, de modo que ele pudesse circular de maneira rápida, ampla, e com o objetivo de atingir o maior número de docentes? Considerei que um produto físico necessitava de um contraponto digital, e a melhor maneira de disponibilizá-lo seria através de um e-book. Sendo assim, idealizei a estrutura do e-book, denominado Pistas Químicas: Guia do Professor, como um artefato que disponibiliza o produto educacional para os professores, além de indicar locais na internet que disponibilizem jogos didáticos, casos investigativos e referenciais teóricos para que os professores, possam ampliar os seus conhecimentos sobre os temas abordados.

4.5.1 Estrutura do Guia do Professor

O artefato³⁶ foi estruturado iniciando com a “Carta ao Leitor”, que apresenta aos docentes seu objetivo, o material e as informações que poderão acessar, destacando que está associado a uma tese de doutorado, caso desejem conhecer a pesquisa desenvolvida, finalizando com um convite para a leitura do texto. A Figura 28 ilustra a capa e a carta ao leitor do e-book.

Figura 28 - Capa e “Carta ao Leitor” do e-book



Fonte - A autora (2024).

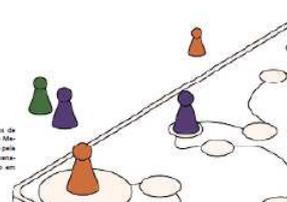
³⁶ O e-book pode ser acessado no site do IFRJ, disponível em: <https://portal.ifrj.edu.br/cursos-pos-graduacao/stricto-sensu/propec>, e no site do eduCapes, disponível em: <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/921616>.

Seguindo com a descrição do conteúdo do e-book, sua estrutura foi organizada de modo que o professor encontra orientações e os materiais necessários para produzir e aplicar o jogo, sendo disponibilizados links e *QRcodes* de acesso as suas peças, finalizando com sugestões de locais que disponibilizam jogos didáticos e casos investigativos, bem como referenciais teóricos complementares para que os docentes possam ampliar o seu conhecimento sobre os temas. Na Figura 29 é apresentado o “Sumário” do e-book.

Vale esclarecer que a maioria dos títulos das seções do e-book foram inspirados em uma faixa musical do álbum “A festa do Menino Maluquinho - O Disco”³⁷, em uma homenagem póstuma ao ilustre Ziraldo falecido em abril de 2024.

Figura 29 - “Sumário” do e-book

SUMÁRIO*	
UM TEMPO QUE SÓ EXISTE NA INFÂNCIA: O JOGO PISTAS QUÍMICAS	5
GRUDA FEITO CHOCLETE, FEITO ESPERANÇA: ESTRUTURA DO JOGO	6
VIDA DE MENINA É VIDA BOA: PEÇAS DO JOGO	10
CASOS INVESTIGATIVOS	15
CASO 1: O CASO DO COMBUSTÍVEL MISTERIOSO	18
CASO 2: O SÍMBOLO DA MORTE	19
CASO 3: O SÍMBOLO VERDE DA SANGRIA DA TUAÇA	20
CASO 4: UM DESASTRE ANUNCIADO	21
CASO 5: A FUMAÇA BRANCA DA NOITE	22
CASO 6: O ENIGMA DO QUEREM-OSOSS	23
DÍARIO DO INVESTIGADOR	24
CASAS DO TABULEIRO	25
TIPOS DE CARTAS	27
MANUAL DO PROFESSOR E DO ALUNO	33
SUGESTÕES	34
REFERÊNCIAS	38
PARA SABER UM POUCO MAIS SOBRE... ..	40



* Os títulos do sumário são adaptações de uma faixa musical do álbum “A festa do Menino Maluquinho - O Disco”, distribuído pela PolyGram do Brasil LTDA, e é uma homenagem póstuma ao ilustre Ziraldo falecido em abril de 2024.

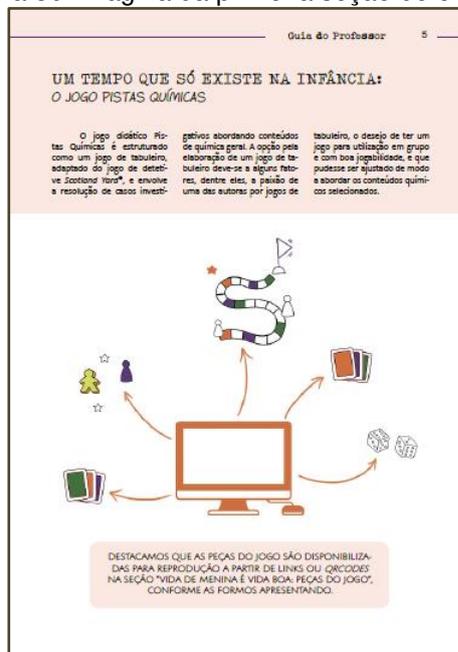
Fonte - A autora (2024).

O e-book foi estruturado trazendo orientações e os materiais necessários para que o docente possa aplicar o jogo Pistas Químicas, sendo disponibilizados links e *QRcodes* de acesso às peças do jogo, possibilitando sua reprodução. A Figura 30 apresenta sua primeira seção, “Um tempo que só existe na infância: o jogo Pistas Químicas”, na qual são fornecidas informações básicas sobre o jogo Pistas Químicas, que permitem ao professor identificar que se trata de um jogo de tabuleiro estruturado para ser jogado em grupo, possuindo conteúdos químicos ancorados em seu escopo,

³⁷ Títulos das seções inspirados no álbum distribuído pela PolyGram do Brasil LTDA. (1996). (39 min).

e que suas peças serão disponibilizadas a partir de links e *QRcodes*, conforme forem sendo apresentadas.

Figura 30 - Página da primeira seção do e-book



Fonte - A autora (2024)

A segunda seção, “Gruda feito chiclete, feito esperança: estrutura do jogo”, apresenta o objetivo do jogo, como ele pode ser usado pelos docentes, e suas regras. Na Figura 31 é apresentada a página inicial da segunda do e-book.

Figura 31 - Página da segunda seção do e-book



Fonte - A autora (2024).

A terceira seção “Vida de menina é vida boa: peças do jogo” está dividida em seis seções secundárias em que o professor é informado sobre como o jogo foi estruturado, e as peças do jogo são apresentadas e descritas, além de serem fornecidas sugestões de materiais que, alternativamente, podem ser usados em sua confecção. Destaco que, conforme as peças vão sendo apresentadas, são disponibilizadas para reprodução do docente a partir de links e *QRcodes*. Ao final da terceira seção são dadas sugestões para que o professor possa organizar melhor o material que envolve cada um dos seis CIs elaborados para o jogo, bem como o material utilizado pelos alunos/jogadores em cada partida. A Figura 32 ilustra a página inicial da terceira seção do e-book.

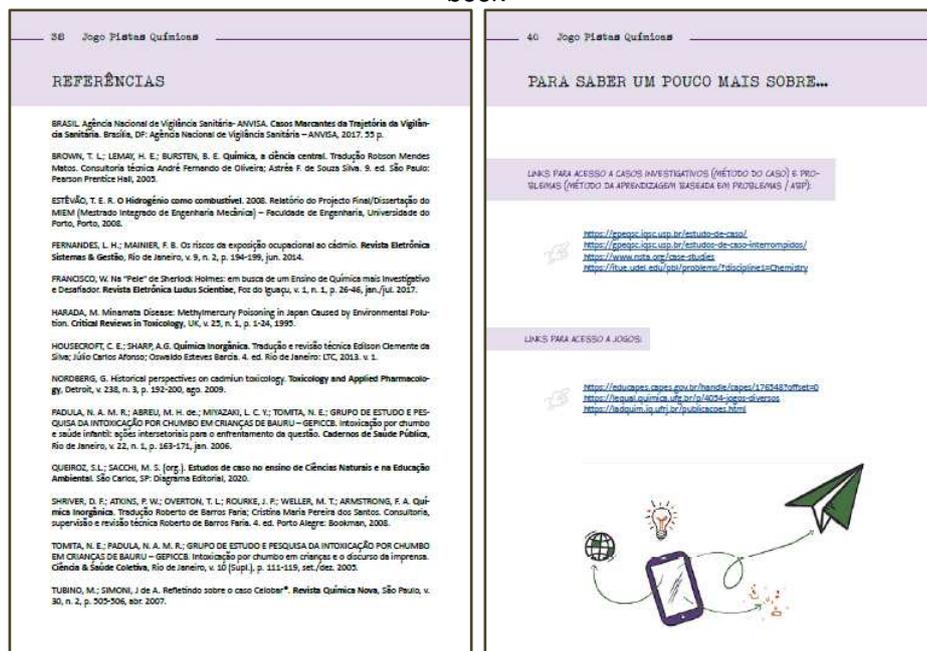
Figura 32 - Página da terceira seção do e-book



Fonte - A autora (2024).

O e-book termina com a apresentação dos referenciais teóricos utilizados, seguida da seção “Para saber um pouco mais sobre...”, que apresenta links de acesso à locais disponíveis na internet onde os docentes podem encontrar outros jogos didáticos e casos investigativos, além de sugestões de outros referenciais teóricos para que os professores possam complementar seus estudos relacionados aos temas abordados no Guia do Professor. A Figura 33 apresenta a página de abertura das referências bibliográficas utilizadas na elaboração do Guia do Professor, e a página inicial da seção “Para saber um pouco mais sobre...”.

Figura 33 - Página dos referenciais teóricos e da seção “Para saber um pouco mais sobre...” do e-book



Fonte - A autora (2024).

Finalizando, destaco que a forma de organização do Guia do Professor incentiva os professores a usarem o jogo Pistas Químicas, já que o e-book apresenta toda estrutura do jogo, bem como referenciais teóricos para ampliar o conhecimento dos docentes em relação ao uso do lúdico e de casos investigativos no ensino de química, caso desejem se preparar melhor para inserir o jogo em seu planejamento didático, conduzir sua aplicação, e discutir e avaliar as contribuições deste recurso didático na formação dos seus alunos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste ponto chegamos ao momento de finalizar a escrita da tese, após a apresentação e discussão da pesquisa realizada. Na busca por um ensino de química em que a construção do conhecimento possa ocorrer de forma problematizada, participativa e favorecendo a correlação entre conceitos, e tendo por base minha prática docente, busquei responder a seguinte pergunta: Um jogo envolvendo casos investigativos tem potencial para ser aplicado em cursos técnicos integrados para identificar se os alunos utilizam e correlacionam conceitos de química geral na resolução de problemas, proporcionando a discussão entre pares e oportunizando um novo momento de aprendizagem?

Nesta perspectiva, esta tese apresentou um estudo de caso envolvendo estudantes de cursos técnicos integrados do IFRJ/CRJ, e docentes que lecionam a disciplina de química geral nesta mesma instituição, tendo como objetivo geral desenvolver um jogo didático baseado na resolução de casos investigativos, levando o estudante a discutir, utilizar e correlacionar conceitos de química geral, revendo conteúdos estudados e com a possibilidade de um novo momento de aprendizagem, permitindo ao professor acompanhar e analisar este processo. Os objetivos específicos envolveram a organização do jogo como produto educacional e sua avaliação pelo olhar da pesquisadora e dos alunos, sua replicação em outras turmas após ajustes, sua validação por professores de química, e a organização de um artefato para disponibilizar o jogo aos docentes.

Iniciou com a organização do jogo Pistas Químicas, desenvolvido na forma de um jogo de tabuleiro envolvendo um problema a ser solucionado a partir de pistas apresentando conteúdos de química, unindo o lúdico com o uso de casos investigativos. A avaliação pedagógica do jogo considerou as respostas dos estudantes no diário do investigador, as entrevistas feitas com as equipes após a aplicação do jogo, e as observações da pesquisadora no diário de aula. A partir das respostas dos alunos foi possível identificar que a forma como o jogo foi organizado permitiu seu uso como um recurso didático para analisar e contribuir na aprendizagem de conteúdos de química. Foi observado que os estudantes conseguiram aprender e correlacionar conteúdos básicos de química geral abordados ao longo de seu primeiro ano em um curso técnico integrado na instituição, contudo, a aprendizagem de

determinados conceitos não ocorreu na plenitude, mas é aí que reside a vantagem do uso do jogo. Durante sua aplicação foi possível detectar falhas conceituais nos estudantes e aproveitar o momento para discutir, organizar, reforçar e rever conceitos, de forma lúdica, problematizada e participativa. Além disto, também foi possível constatar que o caráter interdisciplinar do jogo fez com que os estudantes tivessem diferentes olhares sobre um mesmo objeto de estudos, favorecendo a correlação entre conceitos e o estabelecimento de relações de complementaridade entre diferentes áreas de conhecimento. Neste viés, o jogo Pistas Químicas incentivou os alunos a refletirem sobre os conteúdos abordados na escola, de modo a tomarem consciência da realidade que os cerca, tornando a aprendizagem mais significativa e impactando positivamente na sua formação.

Já a avaliação estrutural do jogo considerou as respostas dos estudantes ao questionário pós-jogo e as observações da pesquisadora no diário de aula. A partir das respostas dos alunos foi possível perceber que sua estrutura e organização foram consideradas boas, havendo um elevado grau de aprovação do jogo, além de possuir boa jogabilidade, ser lúdico, visualmente atraente, competitivo e socializador. Poucos foram os pontos negativos apontados pelos estudantes, que versaram sobre sua organização, o desenho do tabuleiro, a natureza de algumas cartas, e o fato de ser cooperativo e envolver questões de sorte. As sugestões consideradas interessantes, tendo em vista os objetivos delineados para o jogo, foram contempladas nos ajustes realizados visando sua melhoria para a etapa de replicação.

Na replicação do jogo a coleta de dados considerou as entrevistas feitas com os alunos após a aplicação do jogo, os comentários dos docentes das turmas participantes, e as observações feitas no diário de aula pela pesquisadora. A partir das respostas dos alunos foi possível comprovar que as modificações feitas no jogo foram positivas, que todos os casos investigativos propostos foram bem-organizados e de possível resolução, sendo classificados em ordem crescente de dificuldade. Tomando como base os comentários e observações dos professores, o jogo Pistas Químicas mostrou potencial para ser replicado por outros docentes.

A validação do jogo contou com a participação dos professores envolvidos na replicação do jogo, envolvendo as respostas dadas ao questionário aplicado após o uso do jogo, e os comentários e observações feitas durante a sua replicação, registradas no diário de aula da pesquisadora. A partir das respostas dos docentes foi possível constatar que a estrutura e organização do jogo foram consideradas boas,

com os docentes manifestando interesse em usá-lo novamente, além de verificar a possibilidade de uso do jogo com outros objetivos pedagógicos como, por exemplo, o de revisar, reforçar, sintetizar, destacar e organizar conteúdos já abordados, bem como para interferir na socialização dos estudantes no ambiente escolar.

Voltando a atenção para os docentes, optou-se por apresentar o jogo a partir do artefato intitulado Pistas Químicas: Guia do Professor, no qual o jogo é apresentado e disponibilizado aos docentes, além de informar locais na internet que disponibilizam jogos, casos investigativos e referenciais teóricos para consulta, esperando que façam uso do jogo e possam aprofundar seus conhecimentos sobre o tema.

Por fim, mediante a aplicação do jogo Pistas Químicas foi possível responder, de forma afirmativa, a pergunta norteadora da pesquisa. O jogo Pistas Químicas se mostrou um recurso didático efetivo para uso no ensino de química e, por isto, encorajo os docentes a usarem e divulgarem a aplicação do jogo como recurso didático para suas aulas. Ademais, espero que o produto educacional e as informações apresentadas nesta tese possam contribuir para que os professores se apropriem de conceitos fundamentais que permeiam a educação lúdica, de modo que se sintam instigados a continuar percorrendo este caminho. Que a partir deste percurso, possam fomentar discussões sobre a educação lúdica com base em um referencial teórico e metodológico consistente, utilizando ou desenvolvendo jogos para o ensino de química que tenham como compromisso favorecer a atribuição de sentido às aprendizagens dos estudantes.

REFERÊNCIAS

- ABREU, N. S.; MAIA, J. L. O ensino de química usando tema Baía de Guanabara: uma estratégia para aprendizagem significativa. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 38, n. 3, p. 261-268, ago. 2016.
- ALBANO, W. M.; DELOU, C. M. C. Principais dificuldades descritas no aprendizado de química para o ensino médio: revisão sistemática. **Debate em educação**, Maceió, v. 16, n. 38, p. e16890, jan./dez. 2024.
- ALMEIDA, P. N. de. **Educação lúdica**: Teorias e práticas. São Paulo: Loyola, 2013. (Reflexões e fundamentos, 1. Série Educação lúdica).
- ALVES, D. F. S.; SILVA, J. F. M. Jogos digitais: uma revisão sobre definições, fundamentos e aplicações no ensino de ciências. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae**, Foz do Iguaçu, v. 4, n. 1, p. 80-94, jan./jul. 2020.
- ANDRÉ, M. E. D. A. Estudo de caso: seu potencial na educação. **Caderno de Pesquisa**, São Paulo, v. 49, p. 51-54, maio 1984.
- ARNAUD, A. A. Jogos e atividades lúdicas no ensino de química: a experiência de planejar e implementar uma disciplina. **Revista Química Nova**, São Paulo, v. 46, n. 4, p. 243-250, 2024.
- ASTLEITNER, H.; WIESNER, C. An Integrated Model of Multimedia Learning and Motivation. *Journal of Education Multimedia and Hypermedia*, North Carolina, v. 13, n. 1, p. 3-21, jan. 2004.
- BARBOSA, D. M.; ROCHA, T. R. Jogos didáticos em um curso de formação inicial docente: aspectos teórico-práticos para a abordagem de conteúdos de físico-química. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 44, n. 1, p. 45-56, fev. 2022.
- BARBOZA, R. J. O.; SILVA, J. R. R. da.; NETO, J. E. S. Análise de um jogo educativo *energeia* para abordagem do conceito de energia: experiência com licenciandos e licenciados em química. **Revista Química Nova**, São Paulo, v. 46, n. 4, p. 358-359, 2024.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Tradução Luís Antero Reto; Augusto Pinheiro. 1. ed. rev. e aum. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BELTRAN, N.O. Ideais em movimento. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 5, n. 5, p. 14-17, maio 1997.
- BENEDETTI FILHO, E.; CAVAGIS, A. D. M.; SANTOS, K. O. do.; BENEDETTI, L. P. S. do. Um jogo de tabuleiro envolvendo conceitos de mineralogia no ensino de química. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 43, n. 2, p. 167-175, maio 2021.

BIANCONI, G. V.; AMARAL, F. F. A produção de jogos educacionais no contexto do mestrado profissional em educação profissional e tecnológica (PROFEPET). **SciELO Preprints**, São Paulo, 2024. DOI: 10.1590/SciELOPreprints.9420. Disponível em: <https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/9420>. Acesso em: 9 jan. 2025.

BLOOM, B.S. **Taxonomy of educational objectives: The Classification of Educational Goals – Handbook 1, Cognitive Domain**. Michigan: Longmans, 1956.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. **Casos Marcantes da Trajetória da Vigilância Sanitária**. Brasília, DF: Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, 2017. 55 p.

BROUGÈRE, G. **Jogo e educação**. Tradução Patrícia Chittoni Ramos. Revisão técnica e apresentação à edição brasileira Gisela Wajskop. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

BROUGÈRE, G. **Brinquedo e cultura**. Revisão técnica e versão brasileira Gisela Wajskop. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2010. (Coleção Questões da nossa época, 20).

BROWN, T. L.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E. **Química, a ciência central**. Tradução Robson Mendes Matos. Consultoria técnica André Fernando de Oliveira; Astréa F. de Souza Silva. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

CAILLOIS, R. **Os jogos e os homens: a máscara e a vertigem**. Tradução Maria Ferreira. Revisão técnica da tradução Tânia Ramos Fortuna. Petrópolis: Vozes, 2017.

CAVALCANTI, E. L. D. **O lúdico e avaliação da aprendizagem: possibilidades para o ensino e a aprendizagem de química**. 2011. Tese (Doutorado em Química) – Instituto de Química, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

CAVALCANTI, E. L. D. **Role playing game e ensino de química**. Curitiba: Appris, 2018.

CLEOPHAS, M. G. das; 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: CLEOPHAS, M. G. das; SOARES, M. H. F. B. (org.). **Didatização lúdica no ensino de química/ciências: teorias de aprendizagem e outras interfaces**. São Paulo: Livraria da Física, 2018. p. 33-43.

CLEOPHAS, M. G. das. *Alternate Reality Game (ARG): breve histórico, definições e benefícios para ensino e aprendizagem da química*. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 41, n. 4, p. 335-343, nov. 2019.

CLEOPHAS, M. G. das.; CAVALCANTI, E. L. D. *Escape Room no ensino de química*. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 42, n. 1, p. 45-55, fev. 2020.

COLE, M.; JOHN-STEINER, V.; SCRIBNER, S.; SOUBERMAN, E. (org.) **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores** / L. S. Vigotski. Tradução José Cipolla Neto; Luís Silveira Menna Barreto; Solange Castro Afeche. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007. (Coleção Psicologia e pedagogia).

CUNHA, M.B. **Jogos didáticos de química**. Santa Maria, RS: Grafos, 2000

CUNHA, M.B. da. Jogos no ensino de química: considerações teóricas para sua utilização em sala de aula. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 92-98, maio 2012.

CUNHA, P. L. R. da.; QUEIROZ, S. L.; CABRAL, P. F. O. Recursos lúdicos na apresentação da resolução de estudos de estudos de caso por graduandos de química. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 46, n. 4, p. 527-535, nov. 2024.

CURI, E.; GAZIRE, E. S.; RÔÇAS, G.; RIZZATTI, I, M.; ALVES, J. A. P. O. Doutorado profissional - Desafios da implantação dos quatro primeiros cursos da área de ensino. **Revista Ciências & Ideias**, Nilópolis, v. 12, n. 1, p. 217-227, jan./abr. 2021.

ELKONIN, D. B. **Psicologia do jogo**. Tradução Álvaro Cabral. 2. ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2009. (Coleção Textos de psicologia).

ESCREMIN, J. V.; CALEFI, P. S. **Jogos, ensino e formação de professores reflexivos**. Curitiba: Appris, 2018. (Educação, tecnologias e transdisciplinaridade).

ESTÊVÃO, T. E. R. **O Hidrogénio como combustível**. 2008. Relatório do Projecto Final/Dissertação do MIEM (Mestrado Integrado de Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2008.

FERNANDES, L. H.; MAINIER, F. B. Os riscos da exposição ocupacional ao cádmio. **Revista Eletrônica Sistemas & Gestão**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 2, p. 194-199, jun. 2014.

FERREIRA, W. M.; NASCIMENTO, S. P. F. do. Utilização do jogo de tabuleiro – ludo – no processo de avaliação da aprendizagem de alunos surdos. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 36, n. 1, p. 28-36, fev. 2014.

FIALHO, N. N. **Jogos no ensino de Química e Biologia**. Curitiba: Intersaberes, 2013. (Coleção Metodologia do ensino de biologia e química, 8).

FIGUEIREDO, M. C.; SOUZA, A. R. de. Jogo digital e o conceito de aleatoriedade: aplicação e potencialidades para o ensino e a aprendizagem. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 43, n. 3, p. 278-286, ago. 2021.

FILATRO, A.; CAVALCANTI, C.C. **Metodologias inov-ativas na educação presencial, a distância e corporativa**. São Paulo: Saraiva Educação, 2018.

FOCETOLA, P.B.M.; CASTRO, P. J.; SOUZA, A. C. J. de.; GRION, L. S.; PEDRO, N. C. S.; IACK, R. S.; ALMEIDA, R. X. de.; OLIVEIRA, A. C. de.; BARROS, C. V. T. de.; VAITSMAN, E.; BRANDÃO, J. B.; GUERRA, A. C. O.; SILVA, J. F. M. da. Os Jogos Educacionais de Cartas como Estratégia de Ensino em Química. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 34, n. 4, p. 248-255, nov. 2012.

FRANCISCO, W. **Casos investigativos e a relação com o saber**: estreitando laços no ensino de química em nível superior. 2015. Tese (Doutorado em Química) – Instituto de Química, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

FRANCISCO, W. Na “Pele” de Sherlock Holmes: em busca de um Ensino de Química mais Investigativo e Desafiador. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae**, Foz do Iguaçu, v. 1, n. 1, p. 26-46, jan./jul. 2017.

FRANÇA, J. L. V.; MARQUES, C. K. M.; NASCIMENTO, T. L.; BEZERRA, D. P. RPG no ensino de tabela periódica: uma atividade lúdica aplicada ao ensino médio integrado. **Revista Química Nova**, São Paulo, v. 46, n. 4, p. 338-345, 2024.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa docente. 61. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2019.

FREITAS-REIS, I; FARIA, F. L. de. Abordando o Tema Alimentos Embutidos por Meio de uma Estratégia de Ensino Baseada na Resolução de Casos: Os Aditivos Alimentares em Foco. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 37, n. 1, p. 63-70, fev. 2015.

FURTADO, R. K. M.; CATANHEDE, L. B.; CATANHEDE, S. C. S. Atividades em grupo comuns versus aprendizagem cooperativa: percepções de estudantes no ensino médio de química. **Educação Química em Ponto de Vista**, Foz do Iguaçu, v. 4, n. 1, p. 62-80, ago. 2020.

GAMA, B. M.; ALVES, A. A. R. Reelaboração de um jogo: recurso didático como facilitador do processo de ensino e de aprendizagem no ensino de química. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 44, n. 1, p. 17-25, fev. 2022.

GARCEZ, E.S.C. **O lúdico em ensino de Química**: um estudo do estado da arte. 2014. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Pró-Reitora de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

GERONIMO, R. R.; GATTI, D. C. Jogos de tabuleiro e ensino, em busca de interfaces. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae**, Foz do Iguaçu, v. 4, n. 1, p. 36-48, jan./jul. 2020.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas em pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

HARADA, M. Minamata Disease: Methylmercury Poisoning in Japan Caused by Environmental Pollution. **Critical Reviews in Toxicology**, UK, v. 25, n. 1, p. 1-24, 1995.

HERREID, C. F. Case Studies in Science - A Novel Method of Science Education. **Journal of College Science Teaching**, New York, v. 23, n. 4, p. 221-229, feb. 1994.

HERREID, C. F. What is a case? Bringing to Science Education the Established Teaching Tool of Law and Medicine. **Journal of College Science Teaching**, New York, v. 27, n. 2, p. 92-94, nov. 1997.

HERREID, C. F. What Makes a Good Case? Some Basic rules of Good Storytelling Help Teachers Generate Student Excitement in the Classroom. **Journal of College Science Teaching**, New York, v. 27, n. 3, p. 163-165, dec. 1997/jan. 1998a.

HERREID, C. F. Sorting Potatoes for Miss Bonner. Bringin Order to Case-Study Methodology through a Classification Scheme. **Journal of College Science Teaching**, New York, v. 27, n. 4, p. 236-239, fev. 1998b.

HERREID, C. F. The Interrupted Case Method. **Journal of College Science Teaching**, New York, v. 35, n. 2, p. 4-5, oct. 2005.

HERREID, C. F. (ed.). **Start with a story: the case study method of teaching college science**. Arlington, Virginia: NSTA Press, 2007.

HERREID, C. F. Case Study Teaching. **New Directions for Teaching and Learning**, New York, n. 128, p. 31-40, Winter, 2011.

HOUSECROFT, C. E.; SHARP, A.G. **Química Inorgânica**. Tradução e revisão técnica Edilson Clemente da Silva; Júlio Carlos Afonso; Oswaldo Esteves Barcia. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013. v. 1.

HUANG, W.; HUANG, W.; TSCHOPP, J. Sustaining iterative game playing processs in DGBL: The relationship between motivational processing and outcome processing. **Computers & Education**, Oxford, UK, v. 55, n. 2, p. 789-797, set. 2010.

HUIZINGA, J. **Homo ludens**: o jogo como elemento da cultura. Tradução João Paulo Monteiro. Revisão Mary Amazonas Leite de Barros. Produção Ricardo W. Neves; Sérgio Kon. 8. ed. São Paulo: Perspectiva, 2018. (Coleção Estudos).

KELLER, J. M. **Motivational Design for Learning and Performance**: The ARCS Model Approach. Flórida: Springer, 2009.

KIRKPATRICK, D. L.; KIRKPATRICK, J. D. **Evaluating Training Programs**: The Four Levels. 3. ed. Califórnia, USA: Berrett-Koehler, 2006.

KISHIMOTO, T.M. O Brinquedo na Educação: Considerações Históricas. **Ideias**, São Paulo, n. 7, p. 39-45, jun. 1990.

KISHIMOTO, T.M. O jogo e a educação infantil. *In*: KISHIMOTO, T.M. (org.). **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação**. 14. ed. São Paulo: Cortez, 2011. p. 15-48.

KISHIMOTO, T.M. **O jogo e a educação infantil**. 1. ed. rev. São Paulo: Cengage Learning, 2018.

LEAL, E. A.; OLIVEIRA, R. L. de. O método de estudo de caso aplicado no ensino em cursos de pós-graduação em ciências contábeis. **Revista Contemporânea de Contabilidade**, Santa Catarina, v. 15, n. 35, p. 69-87, abr./jun. 2018.

LEONTIEV, A.N. Os princípios psicológicos da brincadeira pré-escolar. *In*: VIGOTSKII, L.S.; LURIA, A.R.; LEONTIEV, A.N. (org.). **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. Produção José Carlos Santa Luzia. Revisão Lucy de Fátima Guello dos Santos. Alice Miyashiro. Jonas Pereira dos Santos. 11. ed. São Paulo, SP: Ícone, 2010a. p. 119-142. (Coleção Educação Crítica).

LEONTIEV, A.N. Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psique infantil. *In*: VIGOTSKII, L.S.; LURIA, A.R.; LEONTIEV, A.N. (org.). **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. Produção José Carlos Santa Luzia. Revisão Lucy de Fátima Guello dos Santos. Alice Miyashiro. Jonas Pereira dos Santos. 11. ed. São Paulo, SP: Ícone, 2010b. p. 59-83. (Coleção Educação Crítica).

LIKERT, R. A technique for measurement of attitudes. **Archives of Psychology**, Chicago, v. 22, n. 140, p. 5-55, jun. 1932.

LIMA, L. R. F. C.; MESSEDER NETO, H. S. de. O debate conceitual do jogo no ensino de química/ciências: nem todos os “is” tem pingo. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae**, Foz do Iguaçu, v. 5, n. 1, p. 182-194, jan./dez. 2021.

LIMA, M. S. de.; OLIVEIRA, I. M.; QUEIROZ, S. L. Estudo de caso interrompido na promoção de conhecimento ambiental de graduandos em química: resíduos sólidos urbanos em foco. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 44, n. 2, p. 149-159, maio 2022.

LOPES, M. D. **A utilização de jogos e atividades lúdicas como auxílio no ensino de química**. 2019. Monografia (Graduação em Licenciatura em Química) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Urutaí, Goiás, 2019.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2. ed. reimpr. Rio de Janeiro: E. P. U., 2017.

LUZ, S. F. da.; VAZ, W. F. Sociedade do conhecimento frente às concepções pedagógicas contemporâneas. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIAS/ENCONTRO DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA, 4 (1). 2018, São Carlos, SP. **Anais...**São Carlos, SP: PKP, 2018. p. 1-12.

MARTINS, L. M. **O desenvolvimento do psiquismo e a educação escolar: contribuições à luz da psicologia histórico-cultural e da pedagogia histórico-crítica**. São Paulo: Autores Associados, 2013. (Coleção Educação contemporânea).

MARTINS, L.M.; ARCE, A. Educação infantil e o Ensino Fundamental de nove anos. *In*: ARCE, A.; MARTINS, L.M. (org.). **Quem tem medo de ensinar na educação infantil? Em defesa do ato de ensinar**. São Paulo: Alínea, 2010.

MARTINS, L. M.; CAVALCANTI, H. L. B. Supernova: um jogo didático que aborda a tabela periódica e os elementos químicos utilizando a astronomia. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 45, n. 3, p. 187-194, ago. 2023.

MESSEDER NETO, H. da S. **Abordagem contextual lúdica e o ensino e a aprendizagem do conceito de equilíbrio químico**: o que há atrás dessa cortina. 2012. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Universidade Federal da Bahia, Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2012.

MESSEDER NETO, H. da S. **Contribuições da Psicologia Histórico-Cultural para Ludicidade e Experimentação no Ensino de Química**: Além do Espetáculo, Além da aparência. 2015. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Universidade Federal da Bahia, Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2015.

MESSEDER NETO, H. S. **O lúdico no ensino de Química na perspectiva histórico-cultural**: Além do espetáculo, além da aparência. Curitiba: Prismas, 2016.

MESSEDER NETO, H. S.; MORADILLO, E. F. de. O jogo no ensino de química e a mobilização da atenção e da emoção na apropriação do conteúdo científico: aportes da psicologia histórico-cultural. **Revista Ciência e Educação**, Bauru, v. 23, n. 2, p. 523-540, 2017.

NOGUEIRA, J. S.; SANTOS, W. M. G. dos.; CAVALCANTI, E. L. D. Atitudes e intencionalidades com um jogo educativo formalizado: reflexões sobre a ação de um programa de formação de professores de química. **Revista Química Nova**, São Paulo, v. 46, n. 3, p. 192-202, ago. 2024.

NONNENMACHER, E.; LAZAROTO, A. C.; ALONÇO, M.; FIORESI, C. A.; SOARES, L. C. Trilha do metano: uma proposta de jogo didático sobre saneamento básico e aproveitamento energético do esgoto sanitário para o ensino de química. **Revista Química Nova**, São Paulo, v. 45, n. 1, p. 5-13, fev. 2023.

NORDBERG, G. Historical perspectives on cadmium toxicology. **Toxicology and Applied Pharmacology**, Detroit, v. 238, n. 3, p. 192-200, ago. 2009.

PADULA, N. A. M. R.; ABREU, M. H. de.; MIYAZAKI, L. C. Y.; TOMITA, N. E.; GRUPO DE ESTUDO E PESQUISA DA INTOXICAÇÃO POR CHUMBO EM CRIANÇAS DE BAURU – GEPICCB. Intoxicação por chumbo e saúde infantil: ações intersectoriais para o enfrentamento da questão. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 1, p. 163-171, jan. 2006.

PINHEIRO, R. S. G.; SOARES, M. H. F. B. O lúdico e a formação de professores: elaboração e confecção do jogo Mega Senha da Química. **Revista Debates em Ensino de Química**, Recife, v. 6, n. 1, p. 258-272, ago. 2020.

PINHEIRO, S. N. S.; FRISON, L. M. B.; MIGUEIS, M. R. Análise de uma intervenção por meio de jogos em crianças com histórico de insucesso escolar. **Psicologia Revista**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 114-137, out. 2022.

PINHEIRO, A. R.; CARDOSO, S. P. Atividades lúdicas no ensino de química: perspectiva de professores sobre o tema. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae**, Foz do Iguaçu, v. 7, n. 1, p. 25-41, jan./dez. 2023.

PINTO JÚNIOR, A. G. T.; GOMES, C. V. B.; FELIZARDO, C. T.; PORTO, M. B. D. S.; BRAUN, P. Perfil das ciências: trabalhando a interdisciplinaridade das ciências da natureza através de jogo educacional. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae**, Foz do Iguaçu, v. 5, n. 1, p. 132-148, jan./dez. 2021.

POELS, K.; KORT, Y. D.; IJSSELSTEIJN, W. "It is always a lot of fun!": exploring dimensions of digital game experience using focus group methodology. *In: PROCEEDINGS OF THE 2007 CONFERENCE ON FUTURE PLAY*, 07., 2007, Toronto. **Anais...** Toronto: University of Ontario Institute of Technology, 2007. p. 83-89.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. Tradução Naila Freitas. Consultoria, supervisão e revisão técnica Jutta Reuwssaat Justo. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

QUEIROZ, S.L.; SILVA, E. M. S. (org.). **Estudo de caso para o ensino de química 1**. Curitiba: CRV, 2017.

QUEIROZ, S.L.; ALEXANDRINO, D. M. (org.). **Estudo de caso para o ensino de química 2**. Curitiba: CRV, 2018.

QUEIROZ, S.L.; SACCHI, M. S. (org.). **Estudos de caso no ensino de Ciências Naturais e na Educação Ambiental**. São Carlos, SP: Diagrama Editorial, 2020.

REGO, T. C. **Vygotsky: Uma Perspectiva Histórico-Cultural**. 25. ed. Petrópolis: Vozes, 2014. (Coleção Educação e conhecimento).

REIS, P. Desafios à educação em ciências em tempos conturbados. **Revista Ciência & Educação**, Bauru, v. 27, e21000, 2021.

REZENDE, F. A. M.; CARVALHO, C. V. M.; GONTIJO, L. C.; SOARES, M. H. F. B. Raioquiz: discussão de um conceito de propriedade periódica por meio de um jogo educativo. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 41, n. 3, p. 248-258, ago. 2019.

ROCHA-FILHO, R.C. Os fulerenos e sua espantosa geometria molecular. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 4, n. 4, p. 7-11, nov. 1996.

ROCHA, J. A.; LIMA, J. P. M. Estereótipos sobre a química de alunos no ensino médio de uma escola pública do estado do Sergipe. **Scientia Plena**, Sergipe, v. 11, n. 6, p. 1-12, jun./jul. 2015.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudo de casos no ensino de química**. 2. ed. rev. São Paulo: Átomo, 2010.

SANTOS, A. P. B. dos.; MICHEL, R. C. Vamos jogar uma SueQuímica? **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 179-183, ago. 2009.

SANTOS, L. L. S.; LIMA, D. M.; SALES, M. J. D.; CONCEIÇÃO, E. S. da. Iônico ou covalente? Dama química como forma lúdica e interativa para o ensino de química na educação básica. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 43, n. 4, p. 364-370, nov. 2021.

SAVI, R.; WANGENHEIM, C. G. von.; ULBRICHT, V.; VANZIN, T. Proposta de um Modelo de Avaliação de Jogos Educacionais. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 8, n. 3, p. 1-12, dez. 2010.

SELBACH, A. L.; DANIEL, D. P.; RIBEIRO, D. C. A. O método de estudos de caso na promoção da argumentação no ensino superior de química: uma revisão bibliográfica. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 43, n. 1, p. 38-50, fev. 2021.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do Trabalho Científico**. 23. ed. rev. e atual. São Paulo: Cortez, 2007.

SHRIVER, D. F.; ATKINS, P. W.; OVERTON, T. L.; ROURKE, J. P.; WELLER, M. T.; ARMSTRONG, F. A. **Química Inorgânica**. Tradução Roberto de Barros Faria; Cristina Maria Pereira dos Santos. Consultoria, supervisão e revisão técnica Roberto de Barros Faria. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

SILVA, O. B. da; OLIVEIRA, J. R. S. da; QUEIROZ, S. L. SOS Mogi-Guaçu: Contribuições de um Estudo de Caso para a Educação Química no Nível Médio. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 33, n. 3, p. 185-192, ago. 2011.

SILVA, S. G. da. As principais dificuldades na aprendizagem de química na visão dos alunos do ensino médio. *In*: IX CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO IFRN, 9. 2013, Rio Grande do Norte. **Anais...**Rio Grande do Norte: 2013. p. 1612-1616.

SILVA JÚNIOR, S. D. da.; COSTA, F.J. Mensuração e Escalas de Verificação: uma Análise Comparativa das Escalas de Likert e *Phrase Completion*. **Revista Brasileira de Pesquisas de Marketing, Opinião e Mídia**, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 1-16, out. 2014.

SILVA, B. da.; CORDEIRO, M. R.; KIILL, K. B. Jogo didático investigativo: uma ferramenta para o ensino de química inorgânica. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 37, n. 1, p. 27-34, fev. 2015.

SILVA, T. E.M. da.; BERNARDINELLI, S.; SOUZA, F. F. da.; MATOS, A. P.; ZUIN, V. G. Desenvolvimento e aplicação de uma *WebQuest* para ensino de química orgânica: controle biorracional da lagarta-do-cartucho do milho. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 38, n. 1, p. 47-53, fev. 2016.

SILVA, R. V. da. **Contribuições de um jogo didático na mobilização de funções psicológicas superiores**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2020.

SILVA, L. G. da.; FRANCISCO, W. Análise de interações discursivas e ações verbais entre estudantes do nível superior de química: um diálogo sobre a argumentação e a aprendizagem. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 42, n. 2, p. 157-164, maio 2020.

SILVA, C. S.; SOARES, M. H. F. B. Geoquímica: um jogo baseado na Teoria Computacional da Mente para a aprendizagem de conceitos de geometria molecular. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 43, n. 4, p. 371-379, fev. 2021.

SILVA, L. C. P. da.; SILVA, V. J. V. da.; LOPES, T. N.; SANTOS, A. M. dos. A temática dos agrotóxicos para o ensino de química orgânica: uma experiência com o método do estudo de caso no ensino médio regular. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 44, n. 2, p. 259-269, maio 2022.

SOARES, M. H. F. B. **O lúdico em química: jogos e atividades aplicados ao ensino de química**. 2004. Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2004.

SOARES, M.H.F.B. **Jogos e atividades lúdicas para o ensino de química**. 2. ed. Goiânia: Kelps, 2015.

SOUZA, E. M. de. **A mediação pelo educador em uma situação de jogo com regras explícitas**. 2005. Dissertação (Mestrado em Educação: Psicologia da Educação) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2005.

SOUZA, R. S. de.; ROCHA, P. D. P.; GARCIA, I. T. S. Estudo de caso em aulas de química: percepção dos estudantes de nível médio sobre o desenvolvimento de suas habilidades. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 34, n. 4, p. 220-228, nov. 2012.

SOUZA, N. S.; CABRAL, P. F. O.; QUEIROZ, S. L. Ambiente virtual de aprendizagem para a aplicação de atividades didáticas pautadas na resolução de estudos de caso. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 40, n. 3, p. 153-159, ago. 2018.

TAKATALO, J.; HÄKKINEN, J.; KAISTINEN, J.; Nyman, G. Presence, Involvement, and Flow in Digital Games. *In*: BERNHAUPT, R. (ed.) **Evaluating User Experience in Games: Concepts and Methods**. Londres: Springer, 2010. P. 23-46.

TOMAZ, A. R.; NOVAES, S. M.; MACHADO, G. S.; CRISPIM, C. V.; MASSENA, E. P. O método do estudo de caso como alternativa para o ensino de química: um olhar para o ensino médio noturno. **Revista Química Nova**, São Paulo, v. 41, n. 2, p. 171-178, maio 2019.

TOMITA, N. E.; PADULA, N. A. M. R.; GRUPO DE ESTUDO E PESQUISA DA INTOXICAÇÃO POR CHUMBO EM CRIANÇAS DE BAURU – GEPICCB. Intoxicação por chumbo em crianças e o discurso da imprensa. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 10 (Supl.), p. 111-119, set./dez. 2005.

TORRES, B. B.; ARINI, G. S.; SANTOS, I. C. dos.; FERREIRA, V. C. A.; CARVALHAL, M. L. G. Um jogo didático para o ensino de microbiologia. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 30, n. 2, p. 505-506, abr. 2020.

TRO, N. J. **Química**: uma abordagem molecular. Tradução Oswaldo Esteves Barcia; Edilson Clemente da Silva. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

TUBINO, M.; SIMONI, J de A. Refletindo sobre o caso Celobar®. **Revista Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 505-506, abr. 2007.

TULLIS, T.; ALBERT, W. **Measuring the User Experience**: Collecting, Analyzing, and Presenting Usability Metrics. Massachusetts: Morgan Kaufmann, 2008.

VASCONCELOS, Y. A ascensão dos elétricos: automóveis movidos a eletricidade deverão representar 16 da frota mundial até 2030. **Revista Pesquisa FAPESP**, São Paulo, ano 18, n. 258, p. 18-27, ago. 2017.

VIEIRA, S. de A. **O Drama Azul**: Narrativas sobre o sofrimento das vítimas do evento radiológico do Césio-137. 2010. Dissertação (Mestrado em Antropologia Social) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, 2010.

VIGOTSKI, L. S. **Psicologia Pedagógica**. Tradução Claudia Schilling. Consultoria, supervisão e revisão técnica Edival Sebastião Teixeira. Porto Alegre: Artmed, 2003.

VIGOTSKI, L. S. A brincadeira e o seu papel no desenvolvimento psíquico da criança. **Revista Virtual de Gestão de Iniciativas Sociais**, Rio de Janeiro, n. 8, p. 23-36, jun. 2008.

VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. Tradução Paulo Bezerra. 2. ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2009. (Coleção Textos de psicologia).

VIGOTSKII, L. S. Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar. *In*: VIGOTSKII, L.S.; LURIA, A.R.; LEONTIEV, A.N. (org.). **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. Produção José Carlos Santa Luzia. Revisão Lucy de Fátima Guello dos Santos. Alice Miyashiro. Jonas Pereira dos Santos. 11. ed. São Paulo, SP: Ícone, 2010. p. 103-117. (Coleção Educação Crítica).

VITAL JUNIOR, A. A.; REZENDE, B. H. M.; REZZADORI, B. D. B. Jogos no ensino de química: panorama dos trabalhos publicados na Revista Química Nova na Escola. **Revista Scientia Naturalis**, Rio Branco, v. 3, n. 4, p. 1957-1972, fev. 2021.

WANDERLEY, E. G.; WANDERLEY, R. G.; MELO, M. G. R.; DIAS, C. L. D. T.; SALES, Y. A. S. Jogo de Tabuleiro “Programming” - uma nova estratégia

pedagógica para o ensino e a aprendizagem de Algoritmo. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 5, p. 32006-32015, mai. 2020.

ZABALZA, M. A. **Diários de aula**: um instrumento de pesquisa e desenvolvimento profissional. Tradução Ernani Rosa. Consultoria, supervisão e revisão técnica Maria da Graça Souza Horn. Porto Alegre: Artmed, 2004.

ANEXO A

Ementas das disciplinas de Química Geral I e II



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal do Rio de Janeiro – IFRJ
Pró-Reitoria de Ensino Médio e Técnico - PROET
Diretoria de Ensino – Maracanã

DISCIPLINA: Química Geral I e II

ÁREA: Química

CURSOS: Alimentos, Biotecnologia, Farmácia, Meio Ambiente e Química

MODALIDADE: Integrado ao Ensino Médio

REGIME: Semestral

PERÍODOS E CARGA HORÁRIA: 1º e 2º períodos – 6 horas/aula semanais

ANO LETIVO: 2012

PROGRAMA DE ENSINO

1. OBJETIVO GERAL

- Desenvolver no educando a capacidade de observar e entender as transformações ocorridas no ambiente em que vive a partir de uma perspectiva científica.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver no educando a capacidade de: observar criteriosamente, construir generalizações, interpretar fenômenos e realizar extrapolações no campo da Química teórica e experimental.
- Favorecer a intimidade com a linguagem científica e com o trabalho técnico.
- Criar situações experimentais favoráveis à aprendizagem dos princípios da Química.
- Propiciar ao aluno oportunidade de adquirir destreza em operações básicas de laboratório.

3. CONTEÚDOS PROGRAMÁTICOS

1º período – Química Geral I

- **Unidade I – Teoria atômico-molecular**

- Matéria e Energia - conceitos de massa, volume, densidade e substância.
- Mistura e combinação - Reação química: reagentes e produtos.
- Relações ponderais: Leis de Lavoisier e Proust.
- Modelo atômico de Dalton: o atomismo e as leis ponderais.
- A lei volumétrica de Gay-Lussac e a teoria atômica. Atomicidade - hipótese de Avogadro. A teoria molecular e o estado gasoso.
- **Fórmulas químicas. A estrutura fundamental das substâncias (moléculas e íons). Substância pura (simples e composta) e mistura. Transformações da matéria (fenômenos físicos e químicos). Separação de misturas.**

- **Unidade II – Estrutura atômica**

- Matéria e eletricidade. A descoberta do elétron e do próton. Modelo de Thomson.
- Modelo de Rutherford.
- Modelo atômico de Rutherford-Bohr.
- **Número atômico. Número de massa. Isótopos. Isóbaros. Isótonos. Íons. Espécies isoeletrônicas.**
- O modelo atômico de Sommerfeld e o **modelo atômico atual. Níveis, subníveis, orbitais e spin.**
- **Distribuição eletrônica.**

- **Unidade III – Classificação periódica**

- **Histórico.**

- A tabela atual e a distribuição eletrônica.
 - Propriedades aperiódicas e periódicas.
 - Raio atômico, potencial de ionização, afinidade eletrônica, eletronegatividade, eletropositividade e reatividade.
 - Unidade IV – Ligação Química
 - Por que os átomos se ligam? Os gases nobres como modelo de estabilidade.
 - A ligação iônica e a posição dos elementos na tabela periódica. Noção de aglomerado iônico e cristal.
 - Ligação covalente e a posição dos elementos na tabela. Fórmula eletrônica e estrutural. A ligação covalente coordenada. Estrutura de alguns óxidos e oxiácidos.
 - Polaridade das ligações.
 - Conceito de número de oxidação (nox). Determinação do nox pela fórmula estrutural e pelo cálculo algébrico.
 - Noções de geometria molecular e polaridade das moléculas.
 - Forças Intermoleculares: dipolo-dipolo, ponte de hidrogênio e dipolo induzido-dipolo.
 - Unidade V – Procedimentos práticos
 - Noções elementares de segurança em laboratório e apresentação de material básico de laboratório.
 - Técnicas de medidas de volume e transferência de reagentes.
 - Técnicas de pesagem e determinação de densidade.
 - Técnicas de aquecimento.
 - Separação de misturas heterogêneas – filtração, decantação.
 - Separação de misturas homogêneas.
 - Ligações Químicas: polaridade e solubilidade.
- 2º período – Química Geral II**
- Unidade I – Funções Químicas
 - Teoria da dissociação eletrolítica: a água e os compostos iônicos e covalentes (acidez e basicidade). Radicais. Ácidos e bases. Indicadores.
 - Função óxido: óxidos básicos, ácidos, neutros, anfóteros e peróxidos. Nomenclatura e suas reações.
 - Ácidos e bases. Classificação. Força e estrutura. Nomenclatura.
 - Função sal. Classificações. Solubilidade. Nomenclatura.
 - Reação de ácidos e bases com óxidos.
 - Reação entre ácidos e bases: salificação total e salificação parcial.
 - Unidade II – Reações Químicas
 - Classificação e equilíbrio de reações químicas.
 - Previsão de produtos de reações químicas.
 - Reações de oxi-redução. Balanceamento pelo método do íon-elétron.
 - Unidade III – Relações Fundamentais
 - Massa atômica e massa molecular.
 - Conceito de quantidade de matéria. Constante de Avogadro. Massa molar.
 - Condições normais de temperatura e pressão (CNTP). Volume molar.
 - Unidade IV – Estequiometria
 - Quantidade de matéria (mol) e coeficientes estequiométricos.
 - Estequiometria básica.
 - Reações envolvendo excessos, substâncias impuras, baixo rendimento e reações sucessivas.

- Unidade V – Procedimentos práticos

- Dissociação eletrolítica e indicadores.
- Introdução às reações químicas.
- Estudo das funções inorgânicas I.
- Estudo das funções inorgânicas II.
- Estudo das reações I.
- Estudo das reações II.
- Estudo de reações III.
- Cálculo estequiométrico.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

- Aulas expositivas.
- Aulas práticas em laboratório.

5. MATERIAL DIDÁTICO

- Quadro de giz, retroprojeter, vídeos, modelos atômicos (para montagem de estruturas espaciais), apostilas teóricas.
- Material e reagentes de laboratório.

6. CRITÉRIOS E INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO

- Avaliações teóricas (pelo menos duas por bimestre); avaliações da teoria das aulas experimentais (inseridas nas avaliações teóricas) e avaliação prática (feita individualmente ao final do semestre, com o objetivo de verificar a destreza adquirida pelo aluno); relatórios das aulas experimentais.
- Na área sócio-emocional são observadas: a assiduidade, a participação nas aulas teóricas e práticas, a responsabilidade no cumprimento das tarefas pré-determinadas, e o esforço na superação das dificuldades objetivando uma análise individual mais precisa.

7. BIBLIOGRAFIA

- Apostila: Equipe de Química Geral. Apostila teórica e prática de Química Geral I e II, (Ensino Integrado).
- Apostila: FONTAN, Ana Paula da C. I. Apostila teórica e prática de Química Geral I e II, (Ensino Integrado).
- USBERCO, João e SALVADOR, Edgard. Química, volume 1. São Paulo: Saraiva, 2000.
- BRADY, James E. e HUMISTON, Gerard E. Química Geral, vol. 1 e 2. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A.
- CARVALHO, Geraldo Camargo de. Química Moderna 1. São Paulo: Scipione, 1995.
- CARVALHO, Geraldo Camargo de. Química Moderna 3. São Paulo: Scipione, 1995.
- FELTRE, Ricardo. Química, volume 1 (Química Geral). São Paulo: Moderna.
- FONSECA, Martha Reis da. Química: Química geral. São Paulo: FTD.
- GALLO NETTO, Carmo. Química: da teoria à realidade, volume 1 (Química Geral). São Paulo: Scipione, 1996.
- HARTWIG, P. R.; SOUZA, E. de; MOTA, R. N. Química Geral e Inorgânica. 1. ed. São Paulo: Scipione, 1999.
- NABUCO, João Roberto da Paciência e BARROS, Roberto Vizeu. Química: geral e inorgânica. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico.
- NOVAIS, Vera Lúcia Duarte de. Química, volume 1. São Paulo: Atual.
- PERUZZO, Tito Miragaia e CANTO, Eduardo Leite do. Química: na abordagem do cotidiano, volume 1 (Química Geral). São Paulo: Moderna.
- POLITI, Elie. Química: curso completo. São Paulo: Moderna.
- RUSSEL, R. Química Geral. Ed. São Paulo, Mc Graw-Hill, 1994.
- SILVA, Ronaldo Henriques da e SILVA, Edson Braga da. Curso de Química 1. São Paulo: HARBRA.
- USBERCO, João e SALVADOR, Edgard. Química, volume 1. São Paulo: Saraiva, 2000.

APÊNDICE A

Questionário pós-jogo a partir da plataforma google formulários a ser aplicado aos estudantes participantes

Você foi selecionado(a) para participar das atividades de aula que visam avaliar as contribuições que o uso de um jogo didático baseado em uma metodologia ativa de ensino pode proporcionar para a aprendizagem de conteúdos de química. Os seus dados pessoais não serão disponibilizados, mas suas observações serão apresentadas como resultados da pesquisa e podem ser disponibilizadas no site do IFRJ ou em revistas educacionais para divulgação pública.

Ao responder a este questionário você está aceitando participar da pesquisa *Pistas Químicas*: um jogo didático para o ensino de química. Informamos que é um direito seu e não terá problema se, a qualquer momento, você desistir. Considerando o contexto apresentado, solicitamos que as questões sejam respondidas até o dia XX/YY/2022. Garantimos o anonimato na pesquisa e agradecemos por sua contribuição.

E-mail válido (obrigatório). _____

Nome completo (opcional). _____

Turma. _____

1) Com relação ao jogo *Pistas Químicas* utilizado em sala de aula, marque a alternativa que melhor se adequa para cada item analisado:

Legenda: DT = Discordo totalmente; D = Discordo; NO = Não tenho opinião; C = Concordo; CT = Concordo totalmente.

Critério para avaliação	Item analisado	DT	D	NO	C	CT
Atenção	i. A estrutura do jogo, o formato das cartas e do tabuleiro capturaram minha atenção e me atraíram					
	ii. Ao ver o conteúdo do jogo e as regras senti vontade de jogar					
	iii. A utilização do jogo capturou minha atenção e senti vontade de participar da atividade proposta					
Relevância	iv. Eu percebi com clareza que o conteúdo do jogo informa sobre situações do cotidiano que envolvem conteúdos químicos					
	v. Eu relatei os conteúdos químicos abordados nos textos das cartas com situações já discutidas em sala de aula					
	vi. Eu relatei os conteúdos químicos abordados nos textos das cartas com situações vivenciadas em meu cotidiano					
	vii. Jogando tive a oportunidade de aprender algumas coisas que não sabia					
Confiança	viii. Jogando percebi rapidamente que era um jogo competitivo					
	ix. Jogando percebi rapidamente que era um jogo cooperativo					
	x. As regras do jogo estavam claras, o que favoreceu a competição					
Satisfação/competência	xi. Eu me senti bem ao conseguir finalizar o jogo					
	xii. Eu me senti capaz de entender as informações contidas nos textos das					

	cartas e fui compreendendo as regras do jogo						
	xiii. Senti que eu e minha equipe atingimos o objetivo final do jogo						
Imersão/desafio	xiv. Eu não percebi o tempo passar enquanto jogava e gostei de jogar						
	xv. Eu me esforcei para ajudar minha equipe a resolver o caso investigativo abordado no jogo						
	xvi. O jogo foi adequadamente desafiador para mim						
Competitividade/interação social	xvii. Jogando percebi porque a cooperação entre os jogadores é importante para finalizar o jogo						
	xviii. A dinâmica do jogo estimula a cooperação entre os jogadores e a interação social						
	xix. A competitividade foi importante para finalizar o jogo						
	xx. Achei o jogo muito divertido e jogaria novamente						
	xxi. O jogo foi entediante e me irritei com algumas coisas						
Impacto na aprendizagem/conhecimento	xxii. Jogando aumentei minha compreensão sobre os conteúdos químicos abordados no jogo						
	xxiii. Depois do jogo consigo lembrar de mais informações relacionadas aos conteúdos químicos abordados no jogo						
	xxiv. Depois do jogo sinto que consigo aplicar melhor os conteúdos químicos relacionados com o jogo						
	xxv. O jogo facilitou o entendimento de conteúdos químicos já discutidos em sala de aula						
	xxvi. Jogando aprendi novos conteúdos químicos ainda não discutidos em sala de aula						

2) O que você gostou no jogo?

3) O que você *não* gostou no jogo?

4) Que sugestão(ões) você pode dar para melhorar o jogo?

Muito obrigada pela sua participação!

APÊNDICE B

Roteiro a ser seguido nas entrevistas pós-jogo com os estudantes participantes

- 1) O que vocês acharam do jogo (forma e dinâmica)?
- 2) O que vocês gostaram no jogo?
- 3) O que vocês **NÃO** gostaram no jogo?
- 4) O que vocês acharam do caso investigativo abordado e que dificuldades encontraram para resolvê-lo?
- 5) Que informação foi mais importante e deu a vocês indícios do elemento químico abordado no caso investigativo utilizado na partida do jogo?
- 6) Qual foi a lógica utilizada para organizar e relacionar as pistas coletadas durante a partida, de modo a solucionar o caso investigativo abordado?
- 7) Que sugestões vocês dariam para melhorar o jogo?

Muito obrigada pela participação!

APÊNDICE C

Questionário pós-jogo a partir da plataforma google formulários a ser aplicado aos docentes participantes

Você foi selecionado(a) para participar das atividades de aula que visam avaliar as contribuições que o uso de um jogo didático baseado em uma metodologia ativa de ensino pode proporcionar para a aprendizagem de conteúdos de química, em turmas do 2º período do ensino médio integrado aos cursos técnicos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, localizado na Rua Senador Furtado, 121, Maracanã, Rio de Janeiro. O risco envolvendo sua participação consiste em possível desconforto referente as perguntas realizadas. Como ponto positivo destaco que sua participação ajudará na criação e avaliação de uma dinâmica de ensino diferenciada que possibilita maior participação dos alunos no processo de aprendizagem de conteúdos químicos. Ninguém saberá que você está participando da pesquisa e não daremos a estranhos as informações que você nos der. Os resultados da pesquisa estarão dispostos no site do IFRJ, para divulgação pública, e podem ser divulgados em revistas educacionais sem identificar os participantes da pesquisa.

Ao responder este questionário você está aceitando participar da pesquisa *Pistas Químicas*: um jogo didático para o ensino de química. Informamos que é um direito seu e não terá problema se, a qualquer momento, você desistir. Considerando o contexto apresentado, solicitamos que as questões sejam respondidas até o dia XX/YY/2023. Garantimos o anonimato na pesquisa e agradecemos por sua contribuição.

E-mail válido (obrigatório). _____
 Nome completo (opcional). _____

1) Com relação ao jogo *Pistas Químicas* utilizado em sala de aula, marque a alternativa que melhor se adeque para cada item analisado:

Legenda: DT = Discordo totalmente; D = Discordo; NO = Não tenho opinião; C = Concordo; CT = Concordo totalmente.

Critério para avaliação	Item analisado	DT	D	NO	C	CT
Atenção	i. A estrutura do jogo, o formato das cartas e do tabuleiro capturaram minha atenção e me atraíram					
	ii. A utilização do jogo capturou minha atenção e senti vontade de participar da atividade proposta					
Relevância	iii. Os conteúdos químicos abordados no jogo são relevantes					
	iv. Os conteúdos químicos abordados nos textos das cartas permitem que os alunos façam conexões com situações já discutidas em sala de aula					
	v. Os conteúdos químicos abordados nos textos das cartas permitem que os alunos façam conexões com situações vivenciadas no cotidiano					
Confiança	vi. As regras do jogo estavam claras, o que favoreceu a competição com transparência					
	vii. O objetivo do jogo estava claro					

Habilidade/competência	viii. O jogo possibilita que o aluno desenvolva sua capacidade de buscar informações					
	ix. O jogo possibilita que o aluno desenvolva a capacidade de se comunicar					
	x. O jogo possibilita que o aluno desenvolva sua capacidade de resolver problemas					
	xi. O jogo possibilita que o aluno desenvolva sua capacidade de tomar decisões					
	xii. O jogo possibilita que o aluno desenvolva sua capacidade de trabalhar em equipe					
Imersão/desafio	xiii. O desafio proporcionado pelo jogo é adequado ao público-alvo sugerido					
Competitividade/interação social	xiv. A dinâmica do jogo estimula a cooperação entre os alunos e a interação social					
	xv. A dinâmica do jogo estimula a cooperação entre os alunos e o professor					
	xvi. Achei o jogo divertido e o utilizaria novamente em outras turmas					
Impacto na aprendizagem/conhecimento	xvii. O jogo contribui para a ampliação do conhecimento do aluno sobre os conteúdos químicos abordados					
	xviii. O jogo facilita o entendimento de conteúdos químicos já discutidos em sala de aula					
	xix. O jogo contribui para a aprendizagem de conteúdos químicos ainda não abordados em sala de aula					

2) O tempo sugerido para jogar uma partida é adequado para sua utilização em sala de aula?

3) Que sugestão (ões) você pode dar para melhorar o jogo?

Muito obrigada pela sua participação!