

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL  
ProfQui

**LEONARDO COUTINHO RIBEIRO**

**JOGO DIDÁTICO NORFQUIM: UMA PROPOSTA PARA A APRENDIZAGEM  
SIGNIFICATIVA DE FÓRMULAS QUÍMICAS E NOMENCLATURA DE ÁCIDOS E  
BASES**

VILA VELHA  
2019

---

LEONARDO COUTINHO RIBEIRO

**JOGO DIDÁTICO NORFQUIM: UMA PROPOSTA PARA A APRENDIZAGEM  
SIGNIFICATIVA DE FÓRMULAS QUÍMICAS E NOMENCLATURA DE ÁCIDOS E  
BASES**

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional- ProfQui do Campus Vila Velha do Instituto Federal do Espírito Santo como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Química.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Rogerio Garcez de Moura  
Coorientadora: Prof<sup>a</sup>. PhD Fabiana da Silva Kauark

VILA VELHA  
2019

---

Catálogo na publicação.  
Valéria Rodrigues de Oliveira – CRB6-477

R484j Ribeiro, Leonardo Coutinho

Jogo didático Norfquim: uma proposta para a aprendizagem significativa de fórmulas químicas e nomenclatura de ácidos e bases./ Leonardo Coutinho Ribeiro. Vila Velha: Ifes, 2019.

198 f. : il.  
Inclui bibliografia.

Orientador: Paulo Rogério Garcez de Moura

Dissertação (Mestrado Profissional em Química) – Instituto Federal do Espírito Santo, 2019.

1. Jogos educativos. 2. Química – Estudo ensino. 3. Aprendizagem. I. Moura, Paulo Rogério Garcez de. II. Instituto Federal do Espírito Santo. III. Título.

CDD 371.33



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

CAMPUS VILA VELHA

Avenida Ministro Salgado Filho, 1990 – Bairro Soteco – 29166-010 – Vila Velha – ES

27 3149-6700

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL


**LEONARDO COUTINHO RIBEIRO**


**JOGO DIDÁTICO NORFQUIM: UMA PROPOSTA PARA A APRENDIZAGEM  
SIGNIFICATIVA, DE FÓRMULAS QUÍMICAS E NOMENCLATURA DE ÁCIDOS E  
BASES**


Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional- ProfQui do Campus Vila Velha do Instituto Federal do Espírito Santo como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Química.


Aprovado em 31 de OUTUBRO de 2019

**COMISSÃO EXAMINADORA**

  
Prof. Dr. Paulo Rogério Garcez De Moura  
Instituto Federal do Espírito Santo  
Orientador

  
Prof. PHD Fabiana da Silva Kauark  
Instituto Federal do Espírito Santo

  
Prof. Dr. Juliano Souza Ribeiro  
Instituto Federal do Espírito Santo

  
Prof. PHD Erivanildo Lopes da Silva  
Universidade Federal de Sergipe



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**

**INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**

**CAMPUS VILA VELHA**

**Avenida Ministro Salgado Filho, 1068 – Bairro Soteco – 29106-810 – Vila Velha – ES**

**27 2148-0100**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL**

**LEONARDO COUTINHO RIBEIRO**

**Ribeiro, Leonardo Coutinho; Prof. Dr. Paulo Rogério Garcez De Moura. Norquim:  
Nomeando E Representando Fórmulas Químicas. Vila Velha: Ifes, 2019.**

Produto Educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Química em Rede Nacional-ProfQui do Campus Vila Velha do Instituto Federal do Espírito Santo como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Química.

Aprovado em 31 de OUTUBRO de 2019

**COMISSÃO EXAMINADORA**

Prof. Dr. Paulo Rogério Garcez De Moura

Instituto Federal do Espírito Santo

Orientador

Prof. PHD Fabiana da Silva Kauark

Instituto Federal do Espírito Santo

Prof. Dr. Juliano Souza Ribeiro

Instituto Federal do Espírito Santo

Prof. PHD Erivanildo Lopes da Silva

Universidade Federal de Sergipe

## DECLARAÇÃO DO AUTOR

Declaro, para fins de pesquisa acadêmica, didática e técnico-científica, que a presente dissertação de mestrado pode ser parcialmente utilizada, desde que faça referência ao autor.

Vila Velha, 31 de Outubro de 2019



Leonardo Coutinho Ribeiro

Dedico este trabalho aos professores de Química do ensino básico, verdadeiros heróis que diariamente enfrentam os enormes desafios da prática educacional, e desejo que a presente pesquisa lhes ofereça elementos passíveis de serem incorporados às suas práticas docentes.

---

## AGRADECIMENTOS

Inicio esta seção dedicando louvor e gratidão a Deus por minha vida, saúde e família, e ainda, por ter me capacitado, instruído e fortalecido nesta jornada, oferecendo as condições necessárias para tornar real o tão sonhado anseio de concluir este curso de mestrado.

Também aproveito este momento para homenagear minha mãe Maria pelo seu enorme zelo e cuidado, quase sempre desmedido, para que eu, minhas irmãs e meu sobrinho Thiago, que ela criou, nos tornássemos pessoas de caráter, cristãs e de boa educação. Sempre aconselhando, orientando e corrigindo quando necessário, nunca poupou esforços para que pudéssemos estudar, sendo uma constante e admirável fonte de inspiração e grande referência de boa conduta e amor pelos seus filhos. Dona Maria! Obrigado por tudo.

Ao meu Pai Wolmar, que não se encontra mais entre nós, também aqui registro minha homenagem por tudo que ele fez, sempre trabalhando de forma honesta e exemplar para nos criar e educar, juntamente com nossa mãe.

À minha querida e amada esposa Nanda, grande companheira de horas boas e ruins, eu dedico meu caloroso agradecimento por sua amizade, paciência, compreensão, apoio e amor. E à minha sogra, Dona Eliéder, que cuidou da minha esposa nos momentos mais críticos da gestação, enquanto eu escrevia esta dissertação. O nosso menino Murilo ainda não desembarcou neste mundo, mas já está dando trabalho.

Às minhas irmãs Adri, Cris, Márcia e Rô, aqui listadas em ordem alfabética, aos meus sobrinhos, aos meus xodozinhos Bobcão e Elizeu, aos meus amigos e a todas às outras pessoas que me presenteiam com bons momentos de felicidade, alegria e carinho, que torceram e oraram por mim, também dedico meu singelo agradecimento.

Ao meu orientador, professor Dr. Paulo Rogerio Garcez de Moura, e à minha coorientadora, prof<sup>ª</sup>. PhD Fabiana da Silva Kauark, que generosamente ofertaram



seu tempo e conhecimento para estruturarmos em parceria este trabalho, concedo minha gratulação a ambos.

Aos coordenadores do PROFQUI/IFES, Dr. Ernesto Correa Ferreira e Dr<sup>a</sup>. Ana Brígida Soares, pelo empenho em suas funções e permanente preocupação para que o curso de mestrado profissional mantivesse uma organização adequada que atendesse as necessidades básicas dos discentes; a todos os professores do PROFQUI/IFES, que se dedicaram com notável profissionalismo e responsabilidade à formação de professores pesquisadores, oferecendo os preceitos técnicos e teóricos necessários ao desenvolvimento da pesquisa e à construção profissional, contribuindo também para a evolução no aspecto humano e educador de cada mestrando; e a todos os funcionários e servidores do IFES/Campus Vila Velha, cujo trabalho foi essencial para o bom andamento das atividades acadêmicas, obrigado pelo trabalho!

Aos colegas mestrandos do PROFQUI, com quem compartilhei bons momentos de convivência e troca de experiências pessoais e profissionais; aos estudantes das escolas estaduais da primeira região administrativa do município de Vila Velha que participaram da aplicação do jogo didático desenvolvido neste trabalho e aos diretores, coordenadores, professores e funcionários dessas instituições onde a pesquisa ocorreu, pela colaboração mútua, gentileza e incentivo dado à participação dos alunos, também dedico meu agradecimento.

Aos professores doutores Juliano Souza Ribeiro, Erivanildo Lopes da Silva, e Diemerson Saquetto, que compuseram a banca de qualificação deste mestrado, oferecendo valiosas contribuições à presente dissertação; ao PROFQUI e IFES por me oportunizarem um curso de pós graduação gratuito de excelência; e a todas as outras instituições e pessoas que colaboraram de forma direta ou indireta para que eu conseguisse concluir este curso de mestrado profissional: Muito obrigado!



## **MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO- CAMPUS VILA VELHA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL

### **RESUMO**

#### **JOGO DIDÁTICO NORFQUIM: UMA PROPOSTA PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE FÓRMULAS QUÍMICAS E NOMENCLATURA DE ÁCIDOS E BASES**

Os jogos didáticos constituem uma metodologia de alta potencialidade para otimizar o aprendizado, pois oportunizam ao professor diversificar estratégias de ensino e confrontar os alunos com situações que atraem a atenção. Diante disto, a presente pesquisa foi realizada com os seguintes objetivos: investigar a potencialidade do jogo didático na aprendizagem de fórmulas químicas e nomenclatura de bases e ácidos inorgânicos em escolas públicas de ensino médio regular da 1ª região administrativa do município de Vila Velha-ES; conhecer o percurso histórico e o surgimento dos jogos na sociedade; averiguar nos documentos oficiais o papel do jogo didático na aprendizagem de Química e propor um jogo didático de fórmulas químicas e nomenclatura de bases e ácidos inorgânicos ancorado nos princípios da aprendizagem significativa crítica e que potencialize o ensino, a aprendizagem e o desenvolvimento cognitivo dos alunos. Dessa forma, um jogo didático denominado NORFQUIM (nomeando e representando fórmulas químicas) foi elaborado, validado e testado em turmas da 1ª série do ensino médio regular de diferentes escolas públicas estaduais da 1ª região administrativa do município de Vila Velha-ES. Ao todo, participaram da pesquisa seis turmas com contingente médio de vinte alunos/turma, escolhidas de forma aleatória. O jogo, idealizado para aplicação em sala de aula e execução em equipes, trata-se de um carteadado que visa à montagem de fórmulas de bases e ácidos inorgânicos por meio da associação inicial de cartas e subsequente representação da fórmula e identificação química do composto. As observações do pesquisador, que foram registradas em diário de campo durante a aplicação do jogo, e as rodas de conversa com os participantes, apreciadas

qualitativamente por análise de conteúdo, serviram de base para a avaliação do material didático elaborado. Os resultados mostraram que o jogo contribuiu no aperfeiçoamento do raciocínio e domínio dos conceitos químicos. A competição saudável gerou um ambiente descontraído que motivou a participação efetiva dos estudantes, o que pode ser verificado a partir das observações do pesquisador e da análise do conteúdo dos diálogos registrados durante as rodas de conversa. Diante disto, comprovou-se que o jogo NORFQUIM, através de ações formativas direcionadas e interventivas, estabeleceu redes de aprendizagens nas quais o conhecimento químico foi aprendido, gerando um elo entre os saberes construídos e o cotidiano do aluno.

**Palavras-chave:** Jogos. Aprendizagem Significativa. Ensino de Química. Ensino Médio. Vila Velha.



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO- CAMPUS VILA VELHA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL

**ABSTRACT**

***NORFQUIM* TEACHING GAME: A PROPOSAL FOR A SIGNIFICANT LEARNING  
OF CHEMICAL FORMULAS AND NOMENCLATURE OF ACIDS AND BASES**

Didactic games constitute a high potential methodology to optimize the learning process, because they allow the teacher to diversify teaching strategies and challenge the students with situations that attract attention. Given this, the present research was conducted with the following objectives: to investigate the potential of the didactic game in the learning process of chemical formulas and inorganic acid and base nomenclature in public high schools of the first administrative region of Vila Velha, state of Espírito Santo; to know the historical journey and the advent of games in this society; to ascertain in the official documents the role of the didactic game in the learning process of Chemistry and to propose a didactic game of chemical formulas and nomenclature of bases and inorganic acids anchored in the principles of the critical meaningful learning and that enhances education, learning and the cognitive development of the students. Thus, a didactic game called *NORFQUIM* (it means naming and representing chemical formulas) was elaborated, validated and tested in classes of the 1st grade of regular high school, in different state public schools of the 1st administrative region of Vila Velha. Overall, six classes with an average contingent of twenty students/class, randomly chosen, took part in this research. The game, designed for classroom application and team performances is a card set that aims to assemble base formulas and inorganic acids through the initial association of cards and subsequent representation of the formula and chemical identification of the compound. The researcher's observations, recorded in a field diary during the game implementation and the talking circles with the participants,

qualitatively considered by content analysis, suited as a basis for the evaluation of the drafted didactic material. The results showed that the game fomented a improvement of reasoning and mastery of chemical concepts. Healthy competition generated a relaxed atmosphere that motivated the effective participation of students, which can be experienced from the researcher's observations and the content analysis of the dialogues recorded during the talking circles. Considering this, it was verified that the *NORFQUIM* game, through directed and interventional formative actions, established learning networks in which chemical knowledge was learned, generating a link between the built knowledge and the student's daily life.

**Keywords:** Games. Meaningful learning. Chemistry teaching. High school. Vila Velha.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Apresentação de conceitos da TAS em mapa conceitual.....	36
Figura 2- Mapa conceitual ilustrativo dos principais aspectos relacionados às atividades lúdicas, jogos e brincadeiras .....	46
Figura 3- Símbolos utilizados pelos alquimistas e seus respectivos significados.....	79
Figura 4- Estruturas de Lewis de oxiácidos derivados do cloro.....	90
Figura 5- Estruturas de Lewis de oxiácidos derivados do nitrogênio.....	90
Figura 6- Estruturas de Lewis de oxiácidos derivados do enxofre .....	91
Figura 7- Estrutura de Lewis do ácido carbônico ( $H_2CO_3$ ), composto instável que se decompõe espontaneamente formando gás carbônico ( $CO_2$ ) e água ( $H_2O$ ).....	92
Figura 8- Etapas e procedimentos metodológicos empregados na pesquisa .....	94
Figura 9- Exemplos de cartas que compõem o jogo NORFQUIM.....	106
Figura 10- Banner ilustrativo com as principais regras de nomenclatura para bases e ácidos inorgânicos.....	107
Figura 11- Primeiro mapa conceitual mental dos possíveis caminhos que podem ser trilhados no jogo NORFQUIM, cujos objetivos do jogo estão destacados em verde .....	116
Figura 12 - Segundo mapa conceitual mental dos possíveis caminhos que podem ser trilhados no jogo NORFQUIM, cujos objetivos do jogo estão destacados em verde .....	117
Figura 13- Diagrama mental sobre as relações estabelecidas entre os princípios da TASc e as categorias de análise referentes às seis escolas nas quais o jogo NORFQUIM foi aplicado.....	120

## LISTA DE FOTOGRAFIAS

- Fotografia 1- Suporte para cartas do jogo NORFQUIM. (a) visão posterior do suporte emoldurado com canaletas de PVC; (b) visão anterior do suporte de cartas com sítios delimitados pela fita adesiva preta; (c) esquematização do suporte, indicando os doze sítios (S) dispostos em 4 linhas e 3 colunas .....107
- Fotografia 2- Disposição do banner e dos suportes em sala de aula durante a aplicação do jogo didático NORFQUIM .....108
- Fotografia 3- Alunos trabalhando em equipe para montar as fórmulas química.....109
- Fotografia 4- Alunos posicionando as cartas nos sítios dos suportes. Sobre a mesa estão as cartas disponíveis para compra .....110
- Fotografia 5- Destacadas em vermelho algumas fórmulas preparadas pelos alunos. A imagem também mostra estudantes representando as fórmulas e nomeando os compostos no quadro de anotações .....111
- Fotografia 6- Destacadas em vermelho a representação das fórmulas e a nomenclatura dos compostos escritos no quadro pelos alunos .....111

## LISTA DE MAPAS

Mapa 1- Primeira região administrativa do município de Vila Velha com a localização/bairro das escolas onde a pesquisa foi realizada .....	100
--	-----



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Regra geral para nomenclatura de bases inorgânicas derivadas de cátions de valência única.....	86
Quadro 2- Regra geral para nomenclatura de bases inorgânicas derivadas de cátions com duas ou mais valências .....	87
Quadro 3- Regra geral para nomenclatura dos hidrácidos.....	88

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Exemplos de elementos químicos, seus respectivos símbolos e origem ..	80
Tabela 2- Nomes e fórmulas químicas empíricas de bases e ácidos inorgânicos popularmente conhecidos .....	83
Tabela 3- Regras de nomenclatura para oxiácidos .....	92
Tabela 4- Distribuição populacional nas regiões administrativas do município de Vila Velha-ES .....	99

## LISTA DE SIGLAS

**AC:** Análise de conteúdo;

**An** (n = 1 a 22): Alunos das escolas da primeira região administrativa de Vila Velha que participaram da pesquisa;

**CEP:** Comitê de ética na pesquisa;

**Cn** (n = 1 a 6): Categorias de análise;

**DCNEM:** Diretrizes curriculares nacionais para o ensino médio;

**E1:** Uma das equipes de alunos que participaram da aplicação do jogo NORFQUIM nas escolas;

**IFES:** Instituto Federal do Espírito Santo;

**NORFQUIM:** Nomeando e representando fórmulas químicas (jogo didático proposto na presente pesquisa);

**NOX:** Número de oxidação;

**PCNs:** Parâmetros curriculares nacionais;

**Pesq:** Pesquisador;

**Pn** (n = 1 a 4): Professores de escolas da primeira região administrativa do município de Vila Velha que participaram da pesquisa;

**PVC:** Policloreto de vinila;

**TAS:** Teoria da aprendizagem significativa;

**TASc:** Teoria da aprendizagem significativa crítica.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	20
1.1 MEMORIAL DO AUTOR.....	20
1.2 APRESENTAÇÃO DO TEMA.....	24
1.3 PROBLEMA DE INVESTIGAÇÃO.....	28
1.4 OBJETIVOS.....	29
1.4.1 Objetivo geral.....	29
1.4.2 Objetivos específicos .....	29
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	30
2.1 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA (TAS): FUNDAMENTOS TEÓRICOS .....	30
2.1.1 As diferentes perspectivas da aprendizagem significativa.....	35
2.2 O JOGO .....	44
2.3 SOCIEDADE, JOGOS, APRENDIZAGEM E ENSINO DE QUÍMICA.....	47
2.3.1 A história dos jogos e sua relação com a sociedade.....	47
2.3.2 Jogos e aprendizagem: considerações históricas .....	57
2.3.3 Os jogos didáticos no ensino de Química .....	62
2.3.4 As cartas e a origem da tabela periódica .....	64
2.4 O JOGO NO ENSINO DE QUÍMICA: FUNDAMENTOS TEÓRICOS .....	66
2.4.1 O protagonismo dos alunos na aprendizagem por meio de jogos didáticos.....	67
2.4.2 O caráter motivacional do jogo no ensino e aprendizagem .....	72
2.4.3 O jogo, o erro e a aprendizagem .....	75
2.5 SÍMBOLOS, REPRESENTAÇÕES DE FÓRMULAS QUÍMICAS E REGRAS DE NOMENCLATURA DE BASES E ÁCIDOS INORGÂNICOS .....	79
2.5.1 Elementos, símbolos e representações de fórmulas químicas.....	79
2.5.2 Nomenclatura sistemática de bases e ácidos inorgânicos.....	83
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	94
3.1 LOCAL E SUJEITOS DA PESQUISA.....	99
3.2 ETAPAS DA PESQUISA E COLETA DE DADOS.....	100
3.2.1 Etapa (I): confecção do jogo didático.....	100
3.2.2 Etapa (II): validação do jogo didático .....	102
3.2.3 Etapa (III): aplicação do jogo didático.....	102
3.2.4 Etapa (IV): análise dos registros da aplicação do jogo didático.....	103

<b>4 O JOGO DIDÁTICO NORFQUIM - PRODUTO EDUCACIONAL</b> .....	105
4.1 PEÇAS DO JOGO.....	105
4.1.1 Cartas do jogo.....	105
4.1.2 Suporte para cartas.....	106
4.1.3 Banner.....	107
4.2 OBJETIVO DO JOGO.....	108
4.3 REGRAS DO JOGO.....	108
4.4 SISTEMA DE PONTUAÇÃO DAS EQUIPES.....	111
4.5 ESTRATÉGIAS PARA A PRÁTICA DO JOGO NORFQUIM.....	112
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	118
5.1 CATEGORIAS DE ANÁLISE.....	119
5.1.1 As particularidades do conteúdo de fórmulas químicas e nomenclatura de bases e ácidos inorgânicos e a contribuição do jogo NORFQUIM (C1).....	123
5.1.2 A importância do jogo NORFQUIM na motivação de alunos e professores (C2).....	134
5.1.3 O dinamismo do jogo NORFQUIM e sua potencial versatilidade (C3).....	140
5.1.4 O jogo NORFQUIM e o protagonismo dos alunos na aprendizagem (C4).....	145
5.1.5 O jogo NORFQUIM e o aproveitamento dos erros na aprendizagem (C5).....	152
5.1.6 As etapas anterior e posterior ao processo de aprendizagem por meio do jogo NORFQUIM (C6).....	160
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	166
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	169
<b>APÊNDICES</b> .....	176
APÊNDICE A. Roteiro-guia das rodas de conversa.....	177
APÊNDICE B. Tabela do quantitativo completo das cartas do jogo NORFQUIM.....	178
APÊNDICE C. Conjunto completo de cartas do jogo NORFQUIM.....	180
<b>ANEXOS</b> .....	193
ANEXO A. Parecer consubstanciado do Comitê de Ética e Pesquisa (CEP).....	194

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 MEMORIAL DO AUTOR

A fim de que cada leitor desta dissertação conheça um pouco da minha história, constam registrados neste segmento introdutório, alguns dos passos de minha trajetória de vida pessoal e profissional. Falar de si mesmo não é tão simples quanto parece, mas nos oferece uma grande oportunidade para refletirmos sobre as decisões pessoais, oportunidades e situações que nos levaram à condição em que atualmente nos encontramos, afinal, antes de nos apresentar aos outros faz-se necessário que por autorreflexão, nos apresentemos primeiramente a nós mesmos.

Eu inicio esta autoapresentação pelos nomes de meus pais, Wolmar (In memoriam) e Maria, afinal, sem a contribuição de ambos eu não teria vida para escrever este memorial e realizar a presente pesquisa. Além de mim, meus pais tiveram quatro filhas. Eu sou o herdeiro mais novo da nossa família, brasileiro, capixaba e natural da capital Vitória, cidade onde moro até hoje. Sou cristão, evangélico e casado com uma mulher muito especial chamada Fernanda.

É até razoável que se acredite que uma boa qualificação técnica ou intelectual possa isoladamente suprir os quesitos básicos da formação de um bom professor, pesquisador ou especialista. Rótulos de “bons profissionais” são colocados em pessoas que aparentemente conseguem separar o lado pessoal do profissional. De certo, o conhecimento técnico é de extrema importância para a prática de qualquer profissão ou pesquisa, contudo, a ruptura completa entre o lado pessoal subjetivo e o profissional racional não é possível, visto que as duas vertentes compõem o mesmo ser e se complementam.

Antes de pesquisadores ou professores, somos humanos, e mesmo sem perceber, remetemos muito dos nossos valores, experiências, padrões e referências, que foram construídos ao longo de nossa vida, às nossas pesquisas e atividades profissionais. É claro que essa referência se estabelece nos limites da ética e do rigor científico, mas a nossa investigação sempre congrega um pouco da nossa

singularidade humana, ainda mais, quando envolve metodologias de abordagem qualitativa.

Quando pensamos em educação, essa reflexão ganha ainda mais significado, já que educadores são referências naturais e a responsabilidade de conduzir alguém envolve o exercício da influência. Enquanto selecionava fatos relacionados a mim e à minha história de vida que gostaria de relatar neste memorial, busquei extrair da memória as razões que me conduziram até aqui. E dessa recapitulação de fatos, surgiram algumas constatações, que talvez possam evidenciar respostas e explicações à referida busca.

No exercício de relembrar os tempos de infância e adolescência, durante a década de 1980 e início dos anos 90, nas escolas públicas do centro de Vitória, no parque infantil Ernestina Pessoa e nas escolas São Vicente de Paula e Maria Ortiz, instituições nas quais cursei a educação infantil e o ensino fundamental, recordei-me de muitas situações e professores. Acho que cada educador, ao seu modo e com suas características, uns mais e outros menos, contribuiu para despertar meu interesse em aprender.

Do professor Rubens, por exemplo, de língua portuguesa, que lecionou para meu pai e também foi meu professor na 7ª série, hoje 8º ano, ainda posso lembrar de suas explicações sobre orações subordinadas e do dia em que me entregou uma avaliação corrigida, cuja nota não se aproximava nem um pouco da que eu desejava. Com as seguintes palavras me consolou: “você é um bom aluno, mas não compreendeu bem este assunto”. O fato dele ter enxergado algum valor em mim, mesmo após aquela nota, serviu de estímulo para que eu não desistisse de aprender o referido assunto. Ele sempre tinha palavras de incentivo para nós.

Do professor Orlandir, temido pelos menos amantes da Matemática, eu admirava sua explicação que parecia tornar tudo um pouco mais fácil, e a professora Lenir que relatava fatos e acontecimentos históricos com tanta propriedade que parecia ter conhecido Napoleão Bonaparte pessoalmente. Além das professoras Zezé, Ivany, Edna, Terezinha Mil e muitas outras e outros que contribuíram para a minha

formação básica, propiciando que chegasse até aqui, afinal, nada se sustenta se não houver uma base firme.

Também é importante destacar o incentivo da minha mãe para que eu nunca parasse de estudar. Ela sempre me orientou a dar devida importância aos estudos, porém, quando a orientação não surtia resultados, sabia empregar outras estratégias "pedagógicas" de estímulo: o cinto era uma delas. Contudo, Dona Maria também soube dar exemplo. Como havia estudado apenas até à 4ª série, quando jovem, completou o ensino fundamental depois dos 40 anos de idade e concluiu o ensino médio integrado ao magistério, com 50 anos. E ainda ingressou no ensino superior para o curso de Licenciatura em História, porém, não concluiu em decorrência do adoecimento de meu pai.

Durante meu ensino médio, realizado de forma integrada ao ensino técnico (curso: eletrotécnica) nos anos 90, na antiga Escola Técnica Federal do Espírito Santo (ETFES), hoje Instituto Federal (IFES), localizada no bairro de Jucutuquara, em Vitória, comecei a viver minhas experiências com a Química. Embora já tivesse estudado alguns conceitos iniciais na 8ª série, hoje 9º ano, posso dizer que nossa relação realmente começou nesse momento.

No início, tudo foi meio conturbado, eram tantos termos, cálculos, fórmulas e conceitos, e as aulas de laboratório? quantas reações químicas! mudança de cor, produção de gases, formação de sólidos precipitados, e nós tínhamos que explicar por que as reações ocorriam ou não ocorriam. No final: fui até aprovado, mas só depois da recuperação.

Nessa época também tive o primeiro contato com jogos didáticos. No laboratório de Matemática havia vários jogos que abordavam conceitos científicos. Eu e meus colegas de turma gostávamos muito de frequentar esse laboratório, afinal, tudo parecia brincadeira, embora estivéssemos aprimorando conceitos científicos.

A minha turma de ensino médio gostava muito de cantar, tocar violão e jogar baralho. Sempre havia um violão nas costas de alguém e baralhos nas mochilas de



quase todos os alunos. Bastava um momento propício, recreio, uma aula vaga, um intervalo entre aulas, para rolar música e cartas.

Como se jogava nos intervalos entre aulas e recreio, praticávamos jogos de desfecho rápido, cujas partidas se encaixassem nos curtos períodos de tempo disponíveis. Os jogos de baralho preferidos eram bisca, truco e estopa.

A terceira série do ensino médio eu cursei de forma integrada ao pré-vestibular, na condição de bolsista, no Colégio Nacional, pertencente à rede privada de ensino, localizado no centro de Vitória. Como tinha interesse em cursar Odontologia, fui obrigado a empenhar-me no estudo de Química e Biologia, pois as regras do exame vestibular da época estabeleciam provas discursivas para essas disciplinas. Situação que contribuiu para aumentar minha afinidade por esses componentes curriculares.

Em 1997 fui aprovado em dois vestibulares e ingressei no curso de Odontologia da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) e, simultaneamente, no curso de Farmácia pela extinta Faculdade pública estadual de Farmácia e Bioquímica do Espírito Santo (FAFABES). Entretanto, com o processo de federalização da FAFABES em 1999, o curso de Farmácia foi incorporado à UFES e eu tive que optar por uma das profissões, escolhendo assim, Farmácia e Bioquímica.

Durante minha graduação comecei a atuar como professor de Química, inicialmente em escolas públicas da rede estadual de ensino, e posteriormente em instituições privadas, e por conseguinte, fui desenvolvendo aos poucos aptidão pelo ensino da referida ciência. Terminada a graduação em Farmácia e Bioquímica, passei a conciliar a função de farmacêutico com a de professor, como faço até hoje. A identificação com o ensino me estimulou a ingressar no curso de licenciatura em Química pela UFES em 2008, graduação que concluí em 2013.

A atividade de professor me permitiu vivenciar as dificuldades dos estudantes, não muito diferentes das que vivi nos tempos de ensino médio e graduação. As aulas experimentais no laboratório de Química e o interesse que a música, o baralho e os jogos didáticos de Matemática despertavam em mim e nos meus colegas no ensino

médio me inspiraram a buscar alternativas pedagógicas mais motivadoras, que pudessem despertar a atenção dos alunos, melhorando os resultados do aprendizado.

Dessa forma, passei a diversificar as metodologias de aprendizagem e constatar a alta potencialidade que o uso dos jogos didáticos, dentre outros métodos, possuem para a promoção da aprendizagem de conceitos químicos. Fato que me incentivou a explorar este assunto no presente mestrado profissional (PROFQUI/IFES) que iniciei em 2017 sob orientação do professor Dr. Paulo Rogerio Garcez de Moura, e coorientação da professora PhD Fabiana da Silva Kauark.

Em 2018 expus no Encontro Nacional de Química - ENEQ, com a colaboração de meu orientador, minha coorientadora e a professora da UFES Mari Inez Tavares, os resultados positivos que obtive entre 2014 e 2017 a partir do uso do jogo didático super trunfo da tabela periódica (GODOI; OLIVEIRA; CODOGNOTO, 2010) no ensino e aprendizagem de propriedades periódicas (RIBEIRO *et al.*, 2018, p. 44).

Atualmente, concluo meu curso de mestrado profissional com o trabalho de pesquisa descrito nesta dissertação, em que foi elaborado um jogo didático de cartas, cujas regras foram inspiradas na origem da tabela periódica e nos jogos de baralho que eu e meus colegas de ensino médio costumávamos jogar. Embora as adaptações realizadas durante a pesquisa tenham o tom muito diferente dos jogos que o inspiraram, preservou-se a associação de cartas do jogo estopa e o desfecho rápido dos jogos que praticava na adolescência.

## 1.2 APRESENTAÇÃO DO TEMA

Na prática docente, o profissional educador comumente se depara com uma série de embates oriundos das particularidades culturais, socioeconômicas e etárias de cada indivíduo que compõe a comunidade escolar. Dentre as situações que exigem diligência do professor, está a frequente dificuldade que enfrenta para despertar nos alunos o interesse em aprender.

A falta de motivação dos discentes, o mal gerenciamento dos recursos educacionais e a má qualidade das condições de trabalho oferecidas aos profissionais da educação, em especial na rede pública de ensino, constituem grandes desafios para professores e pesquisadores brasileiros da educação (BRENELLI, 2003, p. 15).

Dessa forma, a diversificação de estratégias de ensino, a utilização de diferentes metodologias de aprendizagem e o confronto dos alunos com situações que convidam a atenção são artifícios que auxiliam os educadores a driblarem os problemas e melhorarem os resultados da aprendizagem.

Os jogos didáticos, desde que planejados e aplicados adequadamente, detêm alta potencialidade para fomentar os resultados do processo educacional e promover aprendizagem significativa de conceitos químicos. Segundo Robaina (2008, p. 13), as atividades lúdicas oportunizam ao professor enriquecer suas aulas de momentos prazerosos, criativos e de ensino eficiente, além de propiciarem a possibilidade de diversificar a aula, tornando-a mais criativa e desafiadora.

Grando (2001 *apud* SILVA; MORAIS, 2011, p. 156) ressalta que a inserção de jogos no contexto de ensino e aprendizagem pode ser vantajosa na fixação de conteúdos já estudados, na discussão de conceitos de difícil compreensão e na apresentação desafiadora de problemas que instigam o aluno a tomar decisões e desenvolver criticidade.

Além disso, os jogos favorecem o intercâmbio entre disciplinas, estimulam o protagonismo do aluno na construção do conhecimento, favorecem socialização, estimulam o trabalho em equipe, incentivam a prática criativa, contribuem para resgatar o prazer em aprender e possibilitam ao professor o diagnóstico de erros e dificuldades de aprendizagem dos discentes (SOARES, M. F. B., 2016).

Com exceção dos *games* digitais, cuja utilização necessita de dispositivos eletrônicos ou laboratório de informática, os jogos, assim como outras atividades lúdicas, de modo geral, não demandam grandes exigências em relação ao ambiente físico de sua aplicação. Sendo assim, constituem bons aliados do processo de

aprendizagem, já que podem ser explorados em diferentes espaços como sala de aula, biblioteca, ludoteca ou pátio da escola.

Essa característica aumenta a importância do emprego de jogos didáticos em instituições carentes de infraestrutura ou onde o uso de outras metodologias, como experimentação e tecnologias de aprendizagem, é restrito ou proibido, como ocorre em unidades do sistema prisional (KONICZNA, PERES e TAVARES, 2018).

A potencialidade dos jogos didáticos tem despertado cada vez mais interesse de pesquisadores, o que tem refletido no aumento da quantidade de pesquisas relacionadas ao tema. O que pode ser atestado pelo recente crescimento do número de eventos e publicações que abordam especificamente essa temática (SOARES, 2015, p. 56-57).

A linguagem química, repleta de termos específicos, símbolos, conceitos e regras de notação que demandam uso de prefixos e sufixos pouco comuns ou desconhecidos aos principiantes no estudo desta ciência, cuja fluência de aprendizagem requer um período de adaptação muitas vezes traumático, demanda métodos e estratégias que melhorem os resultados do ensino e promovam a aprendizagem significativa dos conceitos químicos.

Frente a isso, surge a necessidade da busca por novas alternativas pedagógicas que possam tornar o processo de ensino e aprendizagem mais eficiente. Embora não haja dúvidas em relação à potencialidade dos jogos quanto à promoção da aprendizagem, no Brasil, o uso dessa prática é ainda bem recente. Cunha (2012, p.92) aponta o artigo - Química: um palpite inteligente (CRAVEIRO *et al.*, 1993) - publicado há menos de trinta anos, como uma das primeiras referências nacionais a essa temática. Isto é, ainda há muito o que se descobrir em relação ao uso de jogos didáticos no ensino de Química.

Nesse contexto, a presente pesquisa buscou elaborar, validar, aplicar e analisar um jogo didático denominado **NORFQUIM**, cuja sigla significa: **nomeando e representando fórmulas químicas**, voltado à aprendizagem de fórmulas químicas

e nomenclatura de bases e ácidos inorgânicos. Este jogo didático foi testado em escolas públicas de ensino médio regular da primeira região administrativa do município de Vila Velha-ES. Neste estudo também se buscou entender um pouco das relações históricas dos jogos com sociedades de diferentes épocas, com a aprendizagem e com a Química, com intuito de enriquecer e agregar conhecimento relativo ao tema em pauta.

A abordagem de conceitos científicos por meio de jogos ganha grande relevância no ensino de Química, já que tais conceitos são tratados a partir do último ano do ensino fundamental. A faixa etária desses alunos permite que os jogos sejam mais elaborados, com regras e objetivos bem definidos, o que permite explorar conceitos com maior abrangência, estimular habilidades cognitivas, propiciar o estabelecimento de relações mais amplas e criativas e, conseqüentemente, facilitar a interiorização de conteúdos abstratos aos alunos (CUNHA, 2012, p. 97).

Neste capítulo introdutório da dissertação, além do memorial do autor, já exibido, e a presente seção que visa apresentar o tema pesquisado, também constam o problema de investigação, que indaga a potencialidade do jogo didático na aprendizagem de fórmulas químicas e nomenclatura de bases e ácidos inorgânicos em escolas públicas de ensino médio regular da primeira região administrativa do município de Vila Velha-ES, e os objetivos geral e específicos do estudo.

No capítulo seguinte, reservado ao referencial teórico desta pesquisa, constam informações relativas à busca realizada nas bases de dados. Este capítulo está subdividido em cinco seções secundárias que abordam os fundamentos teóricos da teoria da aprendizagem significativa (TAS); as referências dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) quanto à utilização de jogos no ensino médio e estudo das ciências da natureza; as relações históricas do jogo com a sociedade, aprendizagem e Química; os fundamentos teóricos do emprego do jogo no ensino de Química e os aspectos teóricos da representação de fórmulas e nomenclatura de ácidos e bases inorgânicos, conteúdo abordado pelo jogo didático NORFQUIM elaborado na pesquisa.

O terceiro capítulo trata da metodologia empregada no presente estudo, que tem caráter descritivo-explicativo e abordagem qualitativa. Este capítulo também apresenta a localidade, os sujeitos e as etapas do processo de investigação, que são: confecção, validação, aplicação e análise do jogo didático NORFQUIM, além dos instrumentos de coleta de dados e da técnica de abordagem qualitativa de análise empregada no tratamento e discussão dos resultados.

No quarto capítulo, apresentam-se as peças, regras e estratégias para a prática do jogo didático NORFQUIM, que constitui o produto educacional do presente mestrado. No capítulo 5, os resultados da aplicação do jogo didático e as categorias oriundas do tratamento de dados obtidos são apresentados e analisados. E Por fim, as considerações finais do pesquisador dispõem-se no sexto e derradeiro capítulo.

### 1.3 PROBLEMA DE INVESTIGAÇÃO

Da observação de um fato podem surgir indagações que induzem à reflexão, da qual surgem a curiosidade e o interesse que culminam na busca por explicações e consequente investigação. Dentre os questionamentos que instigaram a presente pesquisa destaca-se o seguinte:

Qual é a potencialidade do jogo didático na aprendizagem de fórmulas químicas e nomenclatura de bases e ácidos inorgânicos em escolas públicas de ensino médio regular da primeira região administrativa do município de Vila Velha-ES?

Visando encontrar respostas condizentes ao questionamento aqui apresentado no que tange ao emprego de jogos no processo de aprendizagem da Química, e também, enriquecer nosso conhecimento sobre o tema em pauta, foram traçados os objetivos que direcionaram o andamento desta pesquisa. Tais objetivos, geral e específicos, serão apresentados a seguir.

## 1.4 OBJETIVOS

### 1.4.1 Objetivo geral

Investigar a potencialidade do jogo didático na aprendizagem de fórmulas químicas e nomenclatura de bases e ácidos inorgânicos em escolas públicas de ensino médio regular da primeira região administrativa do município de Vila Velha-ES.

### 1.4.2 Objetivos específicos:

- a) conhecer o percurso histórico e o surgimento dos jogos na sociedade;
- b) averiguar nos documentos oficiais o papel do jogo didático na aprendizagem de Química;
- c) propor um jogo didático de fórmulas químicas e nomenclatura de ácidos e bases inorgânicos ancorado nos princípios da aprendizagem significativa crítica e que potencialize o ensino, a aprendizagem e o desenvolvimento cognitivo dos alunos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA (TAS): FUNDAMENTOS TEÓRICOS

O processo de aprendizagem desencadeia mudanças que não se limitam às questões cognitivas, mas também influenciam aspectos emocionais, comportamentais e contextuais, que decorrem das interações dos indivíduos com o meio que os envolve (COSTA; VIANA; CRUZ, 2011, p. 1609).

Dessa forma, um grande desafio se estabelece frente aos profissionais educadores, visto que devem atender as expectativas do que lhes foi atribuído, quanto ao ensino dos conteúdos, mas também desenvolverem habilidade para lidar com questões oriundas das particularidades culturais, socioeconômicas e etárias dos indivíduos que constituem a comunidade escolar.

Além das dificuldades que o processo de aprendizagem impõe por si só ao educador, o desafio torna-se ainda maior quando se trata da Química, ciência que explora uma linguagem científica particular composta de inúmeros conceitos, símbolos, fórmulas, equações, regras de notação química e termos específicos, dos quais os estudantes precisam apropriar-se a fim de que a nova linguagem ganhe significado.

O uso de teorias pedagógicas na construção do conhecimento químico auxilia o professor a melhorar os resultados do processo de aprendizagem, contribuindo para que o ensino dos conceitos científicos ocorra da forma mais clara possível aos alunos, suprimindo as demandas dos estudantes em relação às dificuldades de compreensão relativas à linguagem e aos conceitos químicos (OLIVEIRA, CUENCA, 2016, p. 2).

Neste estudo, foi empregada a Teoria da aprendizagem significativa (TAS) para investigar a aplicação do jogo didático NORFQUIM, planejado e construído no transcurso da presente pesquisa. Essa teoria teve origem em 1963 com a



publicação da obra *The Psychology of meaningful verbal learning* do psicólogo educador David Ausubel (MOREIRA *et al.*, 2000, p. 3), e dispõe que a aprendizagem de novos conhecimentos nem sempre ocorre da mesma maneira, sendo possível classificá-la em duas modalidades, denominadas: **aprendizagem significativa** e **aprendizagem mecânica** (AUSUBEL; NOVAK, HANESIAN, 1980) .

Segundo essa teoria, quando um indivíduo recebe uma nova informação que se relaciona de forma substantiva a conhecimentos relevantes preexistentes em sua estrutura cognitiva, a aprendizagem é significativa. Entretanto, se a nova informação for retida sem interagir com o conhecimento prévio do indivíduo, sendo armazenada de forma literal, arbitrária e memorística, a aprendizagem é mecânica (CASTRO; COSTA, 2011, p. 26-27).

O conhecimento prévio, relevante para que a nova aprendizagem adquira significado ao indivíduo que aprende, denomina-se subsunçor, que segundo Moreira (2003, p. 2) pode ser um conceito, ideia, proposição, modelo, fórmula ou imagem capaz de interagir com o novo conhecimento recebido. Já ao conjunto complexo de subsunçores do indivíduo em determinado campo do conhecimento, que interagem entre si podendo organizar-se e reorganizar-se de forma dinâmica, dá-se o nome de estrutura cognitiva (MOREIRA, 2012, p. 5; AUSUBEL, 2003).

Em termos práticos, a aprendizagem significativa acontece quando o novo conteúdo apresentado aos estudantes se apoia em subsunçores já existentes na estrutura de conhecimento dos alunos (MOREIRA; MASINI, 1982). Não é racional, por exemplo, ensinar a representação de ácidos e bases por meio de fórmulas químicas a alunos que ainda desconhecem os conceitos e as propriedades dos ácidos e das bases, obviamente em decorrência da carência dos subsunçores necessários àquela aprendizagem (MOREIRA, 2006, 2016).

Para o aluno, aprender a representar algo que ele não sabe identificar, definir ou exemplificar, não renderá nenhum significado, logo, essa aprendizagem não será significativa, visto que não conseguirá utilizar ou aplicar aquele conhecimento em outras situações de sua vida, como explica Moreira (2003, p.2):

É preciso entender que a aprendizagem é significativa quando novos conhecimentos (conceitos, ideias, proposições, modelos, fórmulas) passam a significar algo para o aprendiz, quando ele, ou ela é capaz de explicar situações com suas próprias palavras, quando é capaz de resolver problemas novos, enfim, quando compreende. Essa aprendizagem se caracteriza pela interação entre os novos conhecimentos e aqueles especificamente relevantes já existentes na estrutura cognitiva do sujeito que aprende [...].

Os subsunçores apresentam diferentes estabilidades cognitivas, ou seja, podem ser mais elaborados ou mais simples quanto aos seus significados. Ao interagir com um novo conhecimento, o subsunçor, além de reforçar significados já existentes, também sofre modificações que podem enriquecê-lo em significância e, conseqüentemente, aumentar sua capacidade de facilitar novas aprendizagens (MOREIRA, 2012, p. 2-3).

Considerando que a definição de Arrhenius (RUSSEL, 2008, p. 564), que identifica as bases como substâncias que produzem íons **hidróxidos** ( $\text{OH}^-$ ) em solução, já faça parte da estrutura cognitiva do aluno, ao aprender que a identificação de uma base inorgânica sempre dispõe da palavra **hidróxido**, como por exemplo, o **hidróxido de sódio**, o novo conhecimento corrobora para a consolidação do significado do conhecimento preexistente.

Assim, o aluno correlaciona a nova informação com o subsunçor prévio, que sofre modificação e propicia ao estudante alcançar um novo entendimento de que as bases, por produzirem **íons hidróxidos** em solução, devem ser identificadas a partir da combinação de palavras que obrigatoriamente possuirá a palavra **hidróxido**. A atribuição de novos significados a um subsunçor preexistente denomina-se **diferenciação progressiva**, porém, o processo inverso, que permite eliminar diferenças aparentes entre subsunçores e integrar significados, denomina-se **reconciliação integradora** (FELICETTI; PASTORIZA, 2015, p. 4; AUSUBEL; NOVAK, HANESIAN, 1980).

Durante o estudo de bases e ácidos inorgânicos, por exemplo, busca-se evidenciar as diferenças que existem entre esses dois grupos de compostos, sem que haja muita preocupação com as semelhanças químicas que existem entre os tais, porém, quando mais a frente são tratadas as bases e os ácidos orgânicos, os alunos

passam a pensar nas semelhanças que existem entre as bases e os ácidos inorgânicos a fim de distingui-los dos compostos orgânicos. Dessa forma, ocorre uma **reconciliação integradora**, visto que os alunos passam a identificar semelhanças entre dois subsunçores que até aquele momento eram completamente distintos.

Entretanto, nem sempre o conhecimento prévio do indivíduo age como facilitador do processo. Há subsunçores, denominados **bloqueadores**, que dificultam a aprendizagem (MOREIRA, 2012, p. 7). O modelo atômico planetário, por exemplo, apresenta-se como obstáculo à compreensão do modelo atômico quântico.

Existem três formas de aprendizagem significativa: subordinada, superordenada ou combinatória (MOREIRA, 2012). A aprendizagem significativa subordinada ocorre quando o novo conhecimento interage com subsunçores mais gerais e inclusivos existentes na estrutura cognitiva do indivíduo. Um aluno, por exemplo, que já aprendeu um dos conceitos de ácido, ao tomar conhecimento de que existem ácidos oxigenados e não oxigenados, irá ancorar os novos conhecimentos de forma subordinada ao conceito anterior. Esse tipo de aprendizagem está diretamente relacionada ao processo de diferenciação progressiva.

Já a aprendizagem superordenada ocorre de forma inversa, quando o novo conhecimento passa a subordinar, por processos de abstração, indução ou síntese, o subsunçor preexistente. Um aluno que não conhece a definição de elemento químico, mas conhece alguns exemplos de elementos químicos, como hidrogênio, oxigênio, ouro e ferro, poderá identificar propriedades comuns entre as espécies citadas e, de forma indutiva, alcançar a compreensão do conceito "elemento químico".

O terceiro caso, a aprendizagem significativa combinatória, ocorre quando a atribuição de significados depende da interação do novo conhecimento com vários subsunçores já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Nesse tipo de aprendizagem, os novos conhecimentos não se relacionam de forma subordinada

nem superordenada com subsunçores preexistentes na estrutura cognitiva do sujeito que aprende.

Caso não exista na estrutura cognitiva do aprendiz subsunçores adequados que possam ancorar o novo conhecimento, podem ser utilizados organizadores prévios, cuja definição consta a seguir:

Organizador prévio é um recurso instrucional apresentado em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade em relação ao material de aprendizagem. Não é uma visão geral, um sumário ou um resumo que geralmente estão no mesmo nível de abstração do material a ser aprendido. Pode ser um enunciado, uma pergunta, uma situação-problema, uma demonstração, um filme, uma leitura introdutória, uma simulação. Pode ser também uma aula que precede um conjunto de outras aulas (MOREIRA, 2012, p. 11).

Os organizadores prévios podem suprir a carência de subsunçores na estrutura cognitiva ou evidenciar pontos de relação ou discriminabilidade entre os subsunçores e os novos conhecimentos que se pretende ensinar.

Em relação às condições necessárias para que a aprendizagem significativa aconteça, temos (FELICETTI; PASTORIZA, 2015, p. 4):

- a) presença dos subsunções adequados na estrutura cognitiva do aprendiz que possibilitem ancorar os novos conhecimentos;
- b) atitude explícita para aprender e relacionar o conhecimento prévio ao novo conhecimento (vontade para aprender de forma significativa), ou seja, se o aprendiz buscar memorizar de forma arbitrária e literal o conteúdo a ser aprendido, a aprendizagem não será significativa, mas sim, mecânica;
- c) material didático potencialmente significativo. O material didático que exhibe significado a determinados estudantes não necessariamente será significativo aos outros, entretanto, durante sua elaboração deve-se buscar oferecer ao aluno significados lógicos, com fundamentação teórica adequada, que não predisponha o indivíduo a arbitrariedades e incertezas, e favoreça que os novos conhecimentos se relacionem aos subsunçores do aprendiz (CASTRO; COSTA, 2011, p. 27).

Esses quesitos serão foco do presente estudo, que analisou de forma qualitativa o jogo didático NORFQUIM, elaborado nesta pesquisa, quanto à sua potencialidade de promover aprendizagem significativa do conteúdo de fórmulas e nomenclatura de bases e ácidos inorgânicos.

A partir das três condições aqui expostas, é possível perceber que não basta analisar o jogo didático em si, mas também, a forma e o momento de integrá-lo ao andamento do processo de aprendizagem, de forma que os conhecimentos prévios (subsunçores) adequados e necessários à aprendizagem por intermédio do jogo NORFQUIM já estejam presentes na estrutura cognitiva dos alunos.

A capacidade do jogo didático de motivar os estudantes e instigar a curiosidade em aprender, e o papel do professor no incentivo a promoção da atitude lúdica dos alunos também farão parte deste estudo. Na seção 2.2 serão tratados alguns conceitos básicos relativos ao jogo e suas relações históricas com a sociedade, aprendizagem e ciência Química, enquanto na seção seguinte, serão abordadas as diferentes perspectivas da TAS.

### **2.1.1 As diferentes perspectivas da aprendizagem significativa**

Desde que a TAS foi proposta por David Ausubel na década de 1960, além da sua visão cognitivista clássica, diferentes perspectivas em relação a essa teoria foram gradativamente sendo apresentadas por diferentes pesquisadores do assunto. Dentre elas podem ser destacadas as perspectivas que abrangem as ópticas humanista de Joseph Novak (NOVAK, 1981) e interacionista social de D. Bob Gowin (NOVAK; GOWIN, 1996), os modelos mentais de Philip Jonhson-Laird (MOREIRA, 1996), a teoria dos campos conceituais de Vergnaud (MOREIRA, 2002) e a aprendizagem significativa crítica (TASc) (MOREIRA, 2006, 2011).

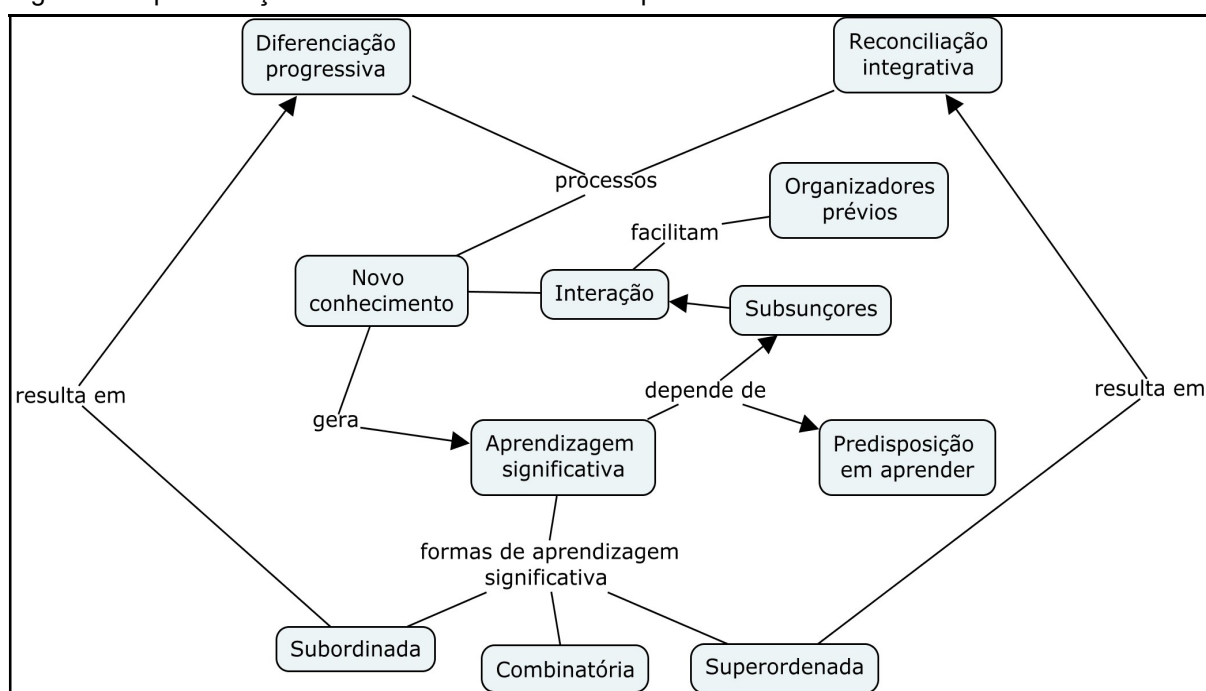
A conotação humanista do Joseph Novak (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980; NOVAK, 1981; NOVAK; GOWIN, 1996) propõe que a aprendizagem significativa seja fruto da integração construtiva e positiva de pensamentos, sentimentos e ações que culminem no crescimento humano, como explica Moreira e outros, 2000, p. 5:

A teoria de Novak assenta na ideia de que a educação é um conjunto de experiências cognitivas, afectivas e psicomotoras que, quando guiadas pela Teoria da Aprendizagem Significativa, conduzirão ao engrandecimento (*empowerment*) do educando, preparando-o para lidar com um mundo em mudança.

Nessa perspectiva, a aprendizagem significativa enaltece o indivíduo, contribuindo para que uma boa sensação seja gerada no aprendiz, o predispondo à aprendizagem de novos conhecimentos na área. Em contrapartida, a aprendizagem mecânica desenvolve no aprendiz um comportamento de recusa à matéria de ensino, sem predisposição à aprendizagem significativa (MOREIRA, 2006, p. 4).

Uma das grandes contribuições de Novak e de seus colaboradores à TAS foi a introdução dos mapas conceituais como possível estratégia facilitadora da aprendizagem significativa. Os mapas conceituais são diagramas indicadores de relações entre palavras e conceitos. A Figura 1 apresenta um mapa que aborda alguns conceitos relacionados à TAS.

Figura 1 - Apresentação de conceitos da TAS em mapa conceitual



Fonte: Moreira, M.A. e Buchweitz, B. (1993)

Nota: Imagem adaptada pelo autor.

A visão interacionista social da TAS de D. Bob Gowin (NOVAK; GOWIN, 1996) trata o processo de ensino e aprendizagem como um compartilhamento de significados

que ocorre entre o professor (mediador humano), o aluno e os materiais educativos do currículo, sendo atribuída ao professor a função de apresentar por quantas vezes forem necessárias, e por diversas formas diferentes, os significados ao estudante, além de verificar, por meio de evidências, se o que foi apresentado foi captado pelos aprendizes (MOREIRA *et. al*, 2000, p. 4–5).

Sob essa óptica, o professor trabalha para gerar no aluno significados já aceitos por uma comunidade, entendendo assim que o processo de ensino esteja concluído a partir do momento que tais significados já tenham sido captados pelo aluno. Entretanto, para que a aprendizagem seja significativa, é essencial que haja uma negociação de significados entre o aprendiz e o professor em relação ao material didático. Nessa perspectiva, a captação dos significados antecede ao processo propriamente dito de aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011, p. 5).

A teoria dos modelos mentais de Philip Jonhson-Laird (MOREIRA, 2011, p. 6) propõe uma explicação sobre a maneira com que o novo conhecimento interage com os subsunçores, complementando a visão clássica de Ausubel, que pouco trata sobre essa interação. Segundo a referida teoria, o indivíduo, ao ter contato com o novo conhecimento, constrói em sua memória de trabalho um modelo mental.

Representações internas, ou representações mentais, são maneiras de “representar” internamente o mundo externo. As pessoas não captam o mundo exterior diretamente, elas constroem representações mentais (quer dizer, internas) dele (MOREIRA, 1996, p. 193).

Esses modelos podem evoluir para uma aprendizagem significativa, visto que decorrem da intenção do aprendiz de compreender a nova situação que lhe está sendo apresentada. Dessa forma, um modelo mental pode ser contextualmente inadequado, mas servir bem ao indivíduo, visto o seu caráter dinâmico, que pode sofrer inúmeras modificações decorrentes da negociação dos significados (MOREIRA, 2011, p. 7).

Já na teoria dos campos conceituais de Vergnaud (MOREIRA, 2002), o conhecimento se apresenta organizado em conjuntos de situações-problema, denominados campos conceituais, cujo domínio envolve uma série de conceitos, procedimentos e representações de diferentes naturezas, mas com íntima relação,

que exigem um grande intervalo de tempo para que os alunos atinjam seu domínio por meio de experiências, maturidade e aprendizagem (MOREIRA, 2002).

Segundo essa teoria, os conceitos constituem os conhecimentos prévios do indivíduo, que gradativamente se tornam mais elaborados à medida em que são empregados em novas situações (novos conhecimentos). Da interação entre os conceitos e as novas situações, sob um olhar de complexidade e progressividade ocorre a aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011, p. 7).

As mudanças do comportamento social decorrentes, principalmente, dos avanços tecnológicos, da evolução dos meios de comunicação e aumento da acessibilidade à informação, ocorridos nos últimos anos, têm apresentado necessidades que exigem novo olhar em relação ao processo de aprendizagem. A enorme quantidade de informações veiculadas pela internet, redes sociais, TV e outros meios, muitas vezes repletas de conteúdo tendencioso, falso ou insignificante, torna compreensível a necessidade de uma aprendizagem que contenha teor crítico, como explica Moreira (2005, p. 52):

Uma aprendizagem libertadora, crítica, detectora de bobagens, idiotices, enganações, irrelevâncias. Consideremos, por exemplo, a propalada disponibilidade de informações na internet. Ora, na internet, qualquer um disponibiliza a informação que bem entender [...] Esse tipo de aprendizagem também permitirá detectar, por exemplo, as falsas verdades e dicotomias, as causalidades ingênuas.

Em tempos atuais, não basta que a aprendizagem seja apenas significativa, é essencial que também seja crítica, subversiva e antropológica.

[...] aprendizagem crítica: é aquela perspectiva que permite ao sujeito fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela. Trata-se de uma perspectiva antropológica em relação às atividades de seu grupo social que permite ao indivíduo participar de tais atividades, mas, ao mesmo tempo, reconhecer quando a realidade está se afastando tanto que não está sendo captada pelo grupo (MOREIRA, 2005, p. 50).

Para que a aprendizagem seja crítica, alguns princípios, considerados facilitadores da teoria da aprendizagem significativa crítica (TASc), devem ser observados (MOREIRA, 2005, 2011) e estão descritos a seguir:



a) *princípio da Interação social e do questionamento*: esse princípio está relacionado à perspectiva interacionista social da TAS de D. Bob Gowin (NOVAK; GOWIN, 1996) que trata o processo de ensino e aprendizagem como uma negociação de significados que ocorre entre o professor (mediador humano), o aluno e os materiais educativos do currículo.

Entretanto, essa negociação deve fundamentar-se na permanente permuta de indagações entre os envolvidos no processo educacional, visto que o ensino que se baseia na transmissão de respostas acabadas do professor para o aluno durante as aulas, e posteriormente, do aluno para o professor por meio das provas, contribui para a aprendizagem mecânica (MOREIRA, 2005, p. 52).

Os aprendizes devem desenvolver a própria capacidade de elaborar suas perguntas, visto que a formulação de questionamentos relevantes, apropriados e substantivos explora o conhecimento prévio do indivíduo;

b) *princípio da não centralidade do livro texto*: a diversificação dos materiais didáticos, desde que selecionados com critério, facilitam a aprendizagem crítica. Guiar todo o processo de aprendizagem com base no livro de texto estimula a aprendizagem mecânica, pois influencia os aprendizes a reverenciarem o livro como a materialização do conhecimento, pronto e disponível para ser aprendido (MOREIRA, 2011, p. 13).

Dessa forma, o aluno é induzido a tratar as informações ali registradas como uma verdade absoluta, não passível de questionamentos, o que desfavorece o desenvolvimento da criticidade, estimulando os alunos a lerem, memorizarem e reproduzirem de forma literal o que ali está escrito, sem questioná-la.

Esse princípio preza por tratar o livro como um dos materiais didáticos utilizados, ao invés de destacá-lo como o principal material didático. "Não se trata, propriamente, de banir da escola o livro didático, mas de considerá-lo apenas um dentre vários materiais didáticos" (MOREIRA, 2005, p. 53);

c) *princípio do aprendiz como perceptor/representador*: todas as informações que o aprendiz recebe, ele percebe e representa. A percepção do indivíduo está diretamente ligada ao seu conhecimento prévio. Para Ausubel, o fator que mais influencia a aprendizagem significativa é o conhecimento prévio, como destaca Moreira (2012, p. 7):

O conhecimento prévio é, na visão de Ausubel, a variável isolada mais importante para a aprendizagem significativa de novos conhecimentos. Isto é, se fosse possível isolar uma única variável como sendo a que mais influencia novas aprendizagens, esta variável seria o conhecimento prévio, os subsunçores já existentes na estrutura cognitiva do sujeito que aprende.

A forma com que o novo conhecimento será mentalmente representado dependerá do perceptor e de suas próprias experiências passadas. Como já foi abordado, a perspectiva de Philip Johnson-Laird (MOREIRA, 2011, p. 6) defende a ideia de que os indivíduos constroem modelos mentais que representam informações que captam do mundo. "As pessoas não captam o mundo exterior diretamente, elas constroem representações mentais (quer dizer, internas) dele" (MOREIRA, 1996, p. 193).

Esse princípio indica que um indivíduo enxerga o mundo a partir da sua percepção, e como as percepções de cada pessoa estão relacionadas às suas experiências prévias, cada aluno pode perceber, no âmbito educacional, de maneira única o que foi ensinado de forma conjunta a vários alunos. Como o professor também ensina o resultado das suas percepções, a interação entre ambos personagens do processo educacional é essencial para alinhar as diferentes percepções frente ao material educativo, como destaca a perspectiva interacionista social da TAS de D. Bob Gowin (NOVAK; GOWIN, 1996);

d) *princípio do conhecimento como linguagem*: a linguagem não é neutra nem nos processos de percepção, nem na avaliação de nossas percepções. Tudo o que denominamos conhecimento é linguagem, visto que ela está diretamente relacionada com qualquer tentativa de percepção da realidade (MOREIRA, 2003).

Dessa forma, aprender ciência de forma significativa envolve a aprendizagem da linguagem científica: palavras, signos, instrumentos e procedimentos. A aprendizagem é crítica quando se consegue perceber a nova linguagem como uma nova forma de perceber o mundo, visto que uma nova linguagem representa novas formas de percepção;

e) *princípio da consciência semântica*: com base neste princípio facilitador, pode-se dizer que os significados são contextuais, pois são atribuídos de forma arbitrária por pessoas, entretanto, os significados conferidos às palavras não podem ir além da experiência de quem os atribuiu, sendo dessa forma dependentes de conhecimento prévio. "O significado está nas pessoas, não nas palavras" (MOREIRA, 2011, p. 13).

Se o aprendiz não possui conhecimentos prévios a partir dos quais podem ser adquiridos novos significados, ou não manifesta vontade de atribuir significado às palavras, a aprendizagem não será significativa, mas sim mecânica, visto que a presença dos subsunçores adequados na estrutura cognitiva do aprendiz que possibilitem o ancoramento dos novos conhecimentos e a atitude explícita para aprender e relacionar o conhecimento prévio ao novo conhecimento (vontade para aprender de forma significativa) constituem quesitos essenciais à aprendizagem significativa (FELICETTI; PASTORIZA, 2015, p. 4).

É preciso destacar que a palavra não é aquilo a que se refere, a palavra significa e representa alguma coisa, sendo algumas mais gerais e abstratas, e outras, mais concretas e específicas;

f) *princípio da aprendizagem pelo erro*: o ser humano erra frequentemente e aprende a partir da correção e superação de seus erros. A teoria dos modelos mentais de Philip Johnson-Laird (MOREIRA, 1996, 2011), por exemplo, já abordada nesta seção, trabalha a ideia de que a compreensão de determinado assunto decorre da construção de um modelo mental correspondente ao que se aprendeu (MOREIRA; BUCHWEITZ, 1993).

Entretanto, umas das características desse modelo é a sua capacidade de autocorreção. Os modelos mentais, inicialmente construídos, sofrem correções gradativas, até que alcancem uma funcionalidade satisfatória ao indivíduo.

É importante que os aprendizes tenham consciência de que o conhecimento construído ao longo da história decorre de erros, correções e superações de erros, logo, o que se aprende hoje é provisório, podendo futuramente ser aprimorado ou mesmo substituído por algo mais consistente. Quando os professores buscam identificar equívocos e auxiliam seus alunos a identificarem os próprios erros, estimulam o desenvolvimento da criticidade nos estudantes, que aprendem a lidar com erros de forma natural;

g) *princípio da desaprendizagem*: a aprendizagem significativa requer que o novo conhecimento interaja com subsunçores existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, entretanto, em determinadas situações, o conhecimento prévio do aprendiz pode impedir a captação do novo conhecimento. Quando isso ocorre é necessário que ocorra desaprendizagem.

Isso não quer dizer que será necessário abolir algum subsunçor da estrutura cognitiva, pois isso não é possível quando a aprendizagem é significativa. Desaprender, nesta situação, significa deixar de utilizar o subsunçor que está atrapalhando a captação dos significados relativos ao novo conhecimento.

Quando as situações envolvem rápidas transformações, desaprender conceitos e estratégias irrelevantes passa a ser importante. Nesse caso, a desaprendizagem corresponde a um esquecimento seletivo, com intuito de deixar de utilizar conceitos e estratégias irrelevantes. Nesse sentido, aprender a desaprender, distinguindo entre o relevante e o irrelevante contribui para uma aprendizagem crítica;

h) *princípio da incerteza do conhecimento*: esse princípio se fundamenta na união de alguns dos princípios anteriores e destaca que a visão de mundo

construída a partir da linguagem humana se estabelece por meio de questionamentos formulados, definições criadas e metáforas estabelecidas. Somente quando o aprendiz compreende que definições são criações do homem e que todo o conhecimento humano é metafórico, poderá desenvolver uma aprendizagem significativa crítica desses elementos (MOREIRA, 2005, p. 60).

Os questionamentos representam os principais instrumentos intelectuais disponíveis aos seres humanos (princípio da interação social e do questionamento) e guiam a nossa percepção sobre o mundo. O conhecimento é incerto, já que depende das respostas entregues às perguntas que formulamos (princípio do aprendiz como perceptor/representador). Além disso, é importante destacar que respostas decorrem de explicações provenientes da observação de fatos, que empregam sistemas de símbolos/linguagem previamente estabelecidos (princípios do conhecimento como linguagem e da consciência semântica). Dessa forma, o conhecimento se limita e adequa aos recursos simbólicos que se encontram disponíveis.

Durante a escolarização, muitas definições são apresentadas aos alunos como se compusessem o próprio ambiente natural, porém, o conhecimento expresso relativo a determinado fenômeno poderia ser outro se as definições fossem outras. No ensino de Química, por exemplo, a depender do enfoque que se deseja destacar, representações e metáforas diferentes podem indicar o mesmo conceito.

O átomo, ora representado por uma bola de bilhar microscópica também pode ser um minúsculo sistema planetário. Uma ligação química covalente, que pode ser um traço bidimensional, também pode ser tratada pela intercessão de figuras geométricas tridimensionais transparentes que simbolizam os orbitais moleculares. Um elétron, ora partícula, ora onda, que pode ser um "ponto" na representação de estruturas de Lewis, também pode ser indicado por uma seta na abordagem dos números quânticos ou por um expoente

sobrescrito a uma letra minúscula, quando tratada a distribuição eletrônica de Linus Pauling.

Como o conhecimento humano evolui constantemente, os modelos científicos mais adequados ao ensino e aprendizagem nos tempos atuais não serão os melhores em tempos futuros, visto que o aprimoramento e aprofundamento do conhecimento originarão modelos mais elaborados e ricos quanto ao ponto de vista científico. Dessa forma, a aprendizagem crítica atende as necessidades de preparar indivíduos que vivem num mundo em transformação. Na seção a seguir serão tratados alguns aspectos gerais relacionados ao jogo, temática central da presente pesquisa.

## 2.2 O JOGO

O vocábulo jogo apresenta significação polissêmica, com amplo leque de significados. Procede etimologicamente da palavra latina *iocus*, que significa brincadeira, graça, diversão, frivolidade, rapidez, passatempo (ORTIZ, 2005, p. 15-17). Este termo é usado de forma irrestrita principalmente na língua portuguesa, sendo a ele conferida vasta quantidade de sentidos e aplicações (SCAGLIA, 2005, p. 37).

A multiplicidade de significados da palavra jogo fica bem evidenciada quando se confrontam expressões tipo jogo de panelas e jogo de futebol. Embora empregada de forma similar, a palavra jogo conota sentidos completamente distintos quando comparadas as duas situações. Enquanto a primeira se refere a um conjunto de panelas exposto à venda em uma loja, a outra, aponta para uma disputa esportiva entre equipes da modalidade futebolística.

A abundância de sentidos pode gerar indefinições e até mesmo confusão em certos momentos, por essa razão, a fim de evitar ambiguidades ou dúvidas em relação ao emprego desta palavra e de outros termos a ela relacionados, serão definidos a seguir: atividade lúdica, jogo e brincadeira.

Tendo por base as definições de Soares, M. F. B. (2016, p. 49), pode-se dizer que

qualquer atividade que apresente regras implícitas ou explícitas, divertida, livre, voluntária e capaz de proporcionar prazer, é uma atividade lúdica.

Se a atividade lúdica apresentar regras definidas de competição ou cooperação, explicitamente estabelecidas na sociedade, de utilização comum e tradicionalmente aceitas, será um jogo, porém, se as regras forem definidas, mas combinadas por grupos sociais menores, com variações significativas entre lugares ou regiões geográficas, sendo de caráter competitivo ou cooperativo, trata-se de uma brincadeira.

Para fins ilustrativos, futebol, poker, xadrez e o virtual Pokémon, que possuem regras consolidadas e abrangentes, exemplificam jogos, enquanto, a pelada do final de semana e o pique-pega, cujas normas apresentam caráter consensual e variável conforme bairro ou cidade, ilustram as brincadeiras.

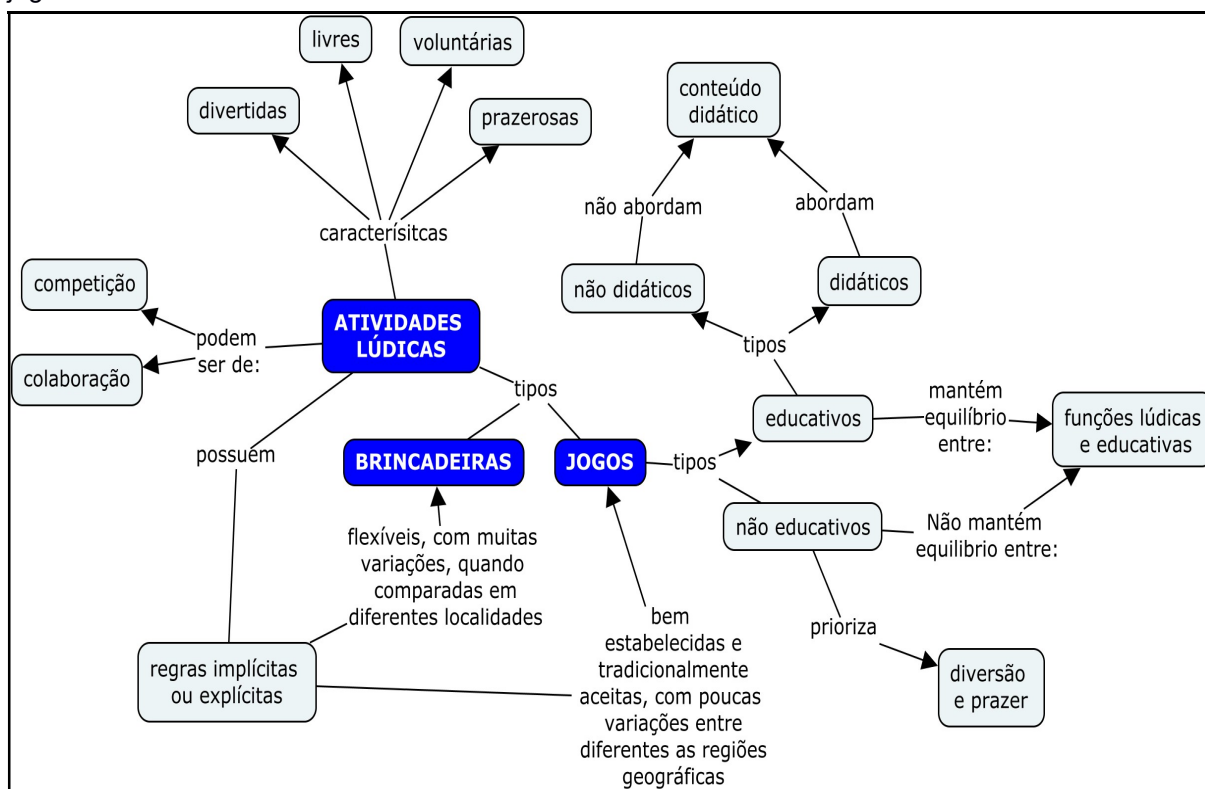
Como é possível perceber, os significados de atividade lúdica e jogo são muito semelhantes, até mesmo no que tange à origem, visto que a palavra lúdico, qualidade da atividade lúdica, origina-se do termo latino *ludus* que significa "Jogo" (CASTRO; COSTA, 2011, p.27; SOARES, M. F. B., 2016, p. 48)

No âmbito da educação, é relevante que sejam definidas as expressões jogos educativos e jogos didáticos, pois apesar de semelhantes, distinguem-se pela abrangência. O jogo educativo deve manter equilíbrio entre sua função lúdica, associada à diversão e ao prazer característicos da prática do jogo, e seu papel educativo que se fundamenta na aquisição e aprimoramento de conhecimentos e habilidades. O jogo educativo abrange ações ativas e dinâmicas que manifestam reflexo nas esferas corporal, cognitiva e socioafetiva do estudante e, mesmo quando administrado pelo professor, mantém a liberdade e a voluntariedade próprias do jogo, porém, sem permitir que a orientação típica do processo educativo se perca (CUNHA, 2012, p. 94).

O jogo didático, também denominado pedagógico, é um jogo educativo, logo mantém equilíbrio entre as funções lúdica e educativa, porém, está diretamente voltado ao ensino e aprendizagem de conceitos e/ou conteúdos, sendo estruturado

por regras e planejamento didático. A Figura 2 mostra, por meio de um mapa conceitual, as principais características das atividades lúdicas e diferenças entre brincadeiras e jogos.

Figura 2 - Mapa conceitual ilustrativo dos principais aspectos relacionados às atividades lúdicas, jogos e brincadeiras



Fonte: autor.

O jogo didático representa uma excelente alternativa para fomentar o desempenho dos alunos em conteúdos de difícil aprendizagem (MENDES; BRAGA; SOUZA, 2007, p. 1, *apud* CASTRO; COSTA, 2011, p. 29).

[...] o jogo da memória ou o de quebra-cabeça. Estes são educativos, pois a partir deles, as crianças desenvolvem habilidades como concentração, organização, manipulação, cooperação, dentre outras. Um jogo didático, além das características anteriores citadas para os educativos, deve também possibilitar a aprendizagem de algum conceito. Assim, podemos ter, por exemplo, um jogo da memória que relaciona fórmulas químicas com os seus respectivos nomes [...] que, nesse exemplo, tem as características de um jogo educativo (jogo de memória) e no qual lhe é acrescida a função didática, ou seja, a aprendizagem de conteúdos e/ou conceitos (CUNHA, 2012, p. 95).

Independentemente do tipo, seja educativo ou não, o jogo deve dispor de dois atributos fundamentais, que são situação lúdica e atitude lúdica, como afirma Soares



(2015, p. 73): "Um jogo sem ludicidade não é jogo. Um jogador sem ludismo não é jogador". Para que se estabeleça uma situação lúdica não é necessário que existam jogadores, tão somente que se façam presentes algumas das características do jogo, como prazer e diversão.

Assim, assistir a uma peça de comédia no teatro ou jogo de futebol, pular carnaval ou desfrutar de um show de axé podem caracterizar uma situação lúdica. A ludicidade, que é a qualidade de uma atividade lúdica, representando o quanto ela pode ser divertida ou prazerosa está diretamente relacionada à situação lúdica. Já a atitude lúdica é exteriorizada pelos jogadores e está diretamente relacionada ao ludismo, qualidade do indivíduo que expressa o quanto está comprometido com o divertimento.

## 2.3 SOCIEDADE, JOGOS, APRENDIZAGEM E ENSINO DE QUÍMICA

### 2.3.1 A história dos jogos e sua relação com a sociedade

Segundo Ortiz (2005, p. 9), a atividade lúdica é tão antiga quanto a humanidade, sendo o jogo um fenômeno antropológico que não pode ser desconsiderado no estudo dos humanos. Desde os primórdios do processo civilizatório aos dias atuais, a ludicidade manteve-se presente em diferentes culturas, lugares e circunstâncias, refletindo costumes e valores sociais de diferentes épocas históricas, podendo ser identificada em rituais litúrgicos, guerras, festas, nas expressões artísticas e como facilitador da comunicação (CAMPOS, 2008, p. 4; SANTOS, 2015, p. 137).

Os tempos mudam e os jogos também, pois eles vão evoluindo e modificando na maneira e forma de se apresentarem na sociedade, acompanhando os avanços sociais, históricos e tecnológicos (COELHO, 2011, p. 303).

Jogos e brincadeiras também tiveram, no decurso da história, relação com o trabalho e desempenharam importante papel no aprendizado de tarefas e desenvolvimento de habilidades essenciais à sobrevivência (ALVES, 2003, p. 2). A prática da brincadeira de arco e flecha, por exemplo, foi ilustrada em antigas pinturas rupestres feitas em cavernas situadas na região do deserto do Saara há aproximadamente 30.000 anos a.C., e também no Brasil, há registros históricos dos séculos XVI e XVII

de crianças indígenas brincando com arco, flecha e tacape, reproduzindo ludicamente tarefas labutares dos adultos, como se estivessem aprimorando habilidades necessárias ao exercício futuro de suas atribuições sociais (ALVES, 2003, p. 10).

O filósofo grego Aristóteles, no século IV a.C., abordou essa relação dos jogos com o trabalho, defendendo a ideia de que a educação das crianças deveria acontecer por intermédio de jogos que simulassem as atividades da vida adulta (CUNHA, 2012, p. 93).

O vínculo entre os jogos e os rituais religiosos foi muito marcante na antiguidade egípciana, grega e romana. No Egito, além de entreter as pessoas, o jogo tinha relação íntima com a vida pós falecimento. O livro dos mortos, que orientou as práticas religiosas egípcias por mais de dois milênios, descreve jogos, sobretudo os de tabuleiro, que instruíam o caminho da alma no mundo superior (SANTOS, 2015, p. 107).

O filósofo grego Platão atribuiu a invenção dos números, do cálculo, da geometria e dos jogos de dados e tabuleiro ao deus egípcio *Thoth* (SANTOS, 2015, p. 104). Um tabuleiro do jogo *Senet*, conhecido como o jogo da passagem da alma para o outro mundo, em decorrência do costume egípcio de enterrar os mortos juntamente com seus pertences, foi encontrado na tumba do faraó *Tutancamon*. Há tabuleiros desse jogo nos acervos dos museus Canadense da Civilização e Britânico (BELO, 2009, p. 4-8).

O jogo atualmente chamado de "amarelinha", indicada nos papiros egípcios como ritual de passagem à eternidade, segundo a crença egípciana, também contribuía para que os mortos fizessem boa ascensão ao mundo dos deuses, contudo, na Idade Média, devido à propagação dos valores do cristianismo, o jogo que já possuía o campo **céu**, ganha, na outra extremidade, um círculo referente ao **inferno**, denominação que é modificada em algumas culturas para **terra**, em decorrência da propagação dos princípios do humanismo durante a Idade Moderna (SANTOS, 2015, p. 108 e 197).

Na Grécia, durante as cerimônias fúnebres (exéquias), além do sepultamento, da elevação das lápides e do oferecimento de sacrifícios, eram celebrados jogos em condecoração ao morto. Esse costume fica bem ilustrado em *Ilíada*, obra de Homero (séc. VIII a.C.), no trecho em que o personagem Aquiles, por ocasião da morte de seu amigo Pátrolo, organiza jogos em sua homenagem (CAMPOS, 2009, p. 3).

Após a atribuição da titularidade das competições atléticas aos deuses, durante os períodos arcaico e clássico, houve redução no caráter fúnebre dos jogos, porém, a constituição dos jogos pan-helênicos, sobretudo os Olímpicos, não alterou significativamente a essência litúrgica e cerimonial herdada das exéquias (CAMPOS, 2009 p. 4).

Para os gregos, os jogos atléticos representavam oportunidades de mostrar coragem e conquistar honras, como afirma Santos (2015, p. 113): "A coragem e a honra eram os prêmios mais importantes e a vitória não consistia em bens materiais, mas sim a conquista por meio dos valores morais preconizados pela figura do herói"

O elemento lúdico surgiu por influência dos povos egípcio e mesopotâmio e manteve-se intimamente incorporado à cultura grega, com presença frequente na mitologia. Porém, o pensamento mítico não tinha compromisso com a lógica científica, estava conectado ao mágico, uma evasão da vida real.

Na obra *Teogonia* de Hesíodo, o deus dos deuses Zeus propõe à sua primeira esposa Metis, deusa da prudência, um jogo de metamorfose. A proposta era uma armadilha, pois Metis estava grávida e Zeus temia perder o trono para seu descendente. Ao aceitar o jogo, Metis transforma-se em uma mosca que é engolida por Zeus (SANTOS, 2015, p. 116).

[...] na civilização grega o jogo perpassa as relações estabelecidas no ato sagrado, no imaginário, na crença e nos valores. Gradativamente, conforme o uso da racionalidade se sobrepõe ao pensamento mítico, o jogo passa a ter um valor ético que comporta implicações sociais e políticas, ao mesmo tempo que contribui para o processo educacional que visa à formação do cidadão que deve aprender a viver uma vida pública na sociedade grega (SANTOS, 2015, p. 119).

Em relação aos jogos gregos de tabuleiro, segundo Klein (2003, p. 23), já eram

praticados há mais de 1000 anos a.C. em Creta e Chipre conforme indicam achados arqueológicos, e alguns deles mostravam relação entre o lúdico e as táticas de combate.

O jogo Polis (cidade), por exemplo, também conhecido como *Petteia*, já praticado no séc. V a.C., compunha-se de pedras e tabuleiro e consistia na competição entre dois adversários que visavam imobilizar ou capturar as pedras (soldados) do oponente. Era muito apreciado pelos gregos e valorizava o raciocínio. Imagens em ânforas de Aquiles e Ajax jogando Petteia são muito famosas (KLEIN, 2003, p. 23).

Na civilização romana, os jogos eram considerados sagrados e essenciais à existência humana, manifestando presença na homenagem a mortos, consulta aos deuses, cerimônias religiosas e nas guerras. "A sociedade romana não podia viver sem os jogos. Estes eram tão necessários para sua existência como o pão, pois eram jogos sagrados e o direito que o povo a eles tinha era um direito sagrado" (HUIZINGA, 2000, p. 128).

Na obra Eneida, de Virgílio, o herói Enéias convoca jogos de celebração a seu pai Anquises na Ilha da Sicília, local onde se encontrava o túmulo de seu progenitor. Registros externos nos sarcófagos romanos evidenciavam a íntima relação da ludicidade com a morte, estabelecendo analogia entre o óbito e os carros de circo, que circulavam sete vezes antes de desvanecerem (CAMPOS, 2009, p. 4).

O elo entre o lúdico e a religião fica claro no jogo asiático astrágalo, muito praticado por gregos como ferramenta de consulta aos deuses, e popularizado pelos romanos em muitas regiões por eles dominadas (SANTOS, 2015, p. 118).

Nas festas aos deuses, como por exemplo, ao deus Jano, senhor do tríplice tempo - passado, presente e futuro - as celebrações que aconteciam durante os solstícios de verão e inverno no hemisfério norte eram acompanhadas por jogos (CAMPOS, 2009, p. 4).

A relação bélica, além de exposta em jogos infantis que combinavam fugas e batalhas, apresentando-se como uma preparação para a guerra, também estava

presente nas atividades combatentes, visto que os soldados costumavam reunir-se em divertidos jogos e banquetes de entretenimento durante os cercos militares, e ainda observada nos jogos de combate, em que os romanos assumiram o papel de espectadores, porquanto a performance guerreira e atlética era demonstrada por escravos (SANTOS, 2015, p. 124). Jogos de raciocínio, como o *Calculi (ludus calculori)* e o popular *Latrunculi*, executados em tabuleiro, também eram praticados em domínios Romanos (KLEIN, 2003, p. 24-25).

As drásticas modificações econômicas e sociopolíticas ocorridas na transição entre as Idades antiga e medieval e o aumento do poder de influência da igreja suscitaram mudanças no entendimento relativo à questão dos jogos. "Do paganismo ao cristianismo, do sagrado e da seriedade, o jogo passa, nesse período de transição, à diversão e à futilidade" (SANTOS, 2015, p. 136).

A partir do século IV, o cristianismo assume o posto de religião oficial do Império Romano e Santo Ambrósio consegue, junto ao imperador Teodósio, proibir os Jogos Olímpicos, a mais substancial manifestação lúdica da antiguidade clássica, como explica Campos (2009, p. 4):

[...] a condenação cristã fundamentava-se no combate ao paganismo, uma vez que os Jogos Olímpicos foram até colocados no mesmo plano que os Mistérios de Elêusis por Pausânias no século II d.C. De uma forma mais específica, o controle da significação do tempo e a disciplinarização dos cultos dos mortos estavam em causa [...] A cidadania política cedia espaço, gradativamente, a uma cidadania espiritual.

Apesar de manifestar-se por diferentes formas ao longo dos subestágios do período medieval, a oposição do pensamento oficial da Igreja aos jogos mantém-se presente durante toda a Idade Média. Essa perspectiva é bem ilustrada nas considerações de Agostinho (354 - 430) e Isidoro de Sevilha (570 - 633).

O primeiro declarou, em suas confissões, pecaminosa a prática de jogos, destacando inúmeros sentimentos e atos maledicentes relacionados a essa prática, como o despertar de ira e inveja frente a derrota, a desobediência aos pais e mestres, o orgulho da vitória, a preguiça de estudar e a paixão pelo jogo, enquanto o segundo, associou o engano, a mentira, o perjúrio, o ódio e a ruína aos jogos de

azar, o que no seu entendimento justificaria a proibição (CAMPOS, 2009, p. 6; FRANCO JÚNIOR, 2001, p. 256). Entretanto, mesmo com a oposição da igreja, a sociedade medieval não se desvinculou do elemento lúdico, como pode ser observado na descrição a seguir:

A vida medieval estava saturada de jogo. Ora são jogos populares desenfreados, permeados de elementos pagãos que haviam perdido seu significado sagrado para se transformarem em puro humor e bufoneria, ora os solenes e pomposos jogos da cavalaria, os jogos sofisticados do amor cortês etc (HUIZINGA, 2000, p. 129).

Os eventos sociais medievais promovidos pela nobreza eram frequentemente marcados pela ludicidade. Os contratos de vassalagem, por exemplo, que uniam dois homens livres a partir de pactos de fidelidade, em que o indivíduo que recebia as terras (vassalo) jurava proteger militarmente o senhor que as doou (suserano), eram firmados em eventos caracterizados por práticas lúdicas, como descreve Huizinga (2000, p. 129):

[...] Na consagração dos cavaleiros, nas cerimônias de investidura, nos torneios, na heráldica, nas ordens de cavalaria, nos votos, isto é, em todas as coisas relacionadas com o mundo arcaico, o fator lúdico exerce plenamente sua função, como autêntica força criadora. [...] a Idade Média conheceu uma influência extraordinária do espírito lúdico, não quanto à estrutura interna das instituições, que era de origem predominantemente clássica, mas quanto ao cerimonial através do qual essa estrutura era exprimida e ornamentada.

Um jogo de tabuleiro que reflete bem a estrutura social medieval estabelecida nessa época na Europa Ocidental é o xadrez. "[...] mais do que uma armada em campanha, as peças do jogo simbolizam uma miniatura do Estado, com sua hierarquia social" (KLEIN, 2003, p. 60). Sobre as peças deste jogo, Cordez (2011, p. 95) explica:

[...] correspondiam aos atores do sistema feudal que organizava, por então, a sociedade ocidental de acordo com relações de dominação e de obrigações recíprocas ligando senhores e seus vassalos, homens livres que juravam fidelidade e assistência militar, recebendo terras em "feudo" (feodum) para prover suas despesas.

Registros históricos salientam que o xadrez já era jogado no Ocidente desde o século X. O poema latino *Versus de scachis*, copiado no mosteiro suiço beneditino de Einsiedeln no século X (CORDEZ, 2011, p. 95), a carta do Cardeal Damiani

destinada ao Papa Gregório VII em 1061 e o poema germânico épico *Ruodlieb* escrito em latim na primeira metade do século XI, por um monge da Baviera (KLEIN, 2003, p. 58), são algumas dessas evidências. O poema latino nomeia e descreve os movimentos das peças, a carta ao Papa refere-se ao xadrez como um jogo de entretenimento popular e o poema germânico demonstra o interesse do rei pelo xadrez.

Klein (2003, p. 36-37) afirma que embora haja hipóteses divergentes sobre o período histórico e a região geográfica do surgimento do xadrez, com versões que defendem a origem indiana, chinesa ou como resultado da fusão de outros jogos, o romance *Karnamak*, que conta detalhadamente a história do líder Ardashir I, da dinastia Sassânida, que assumiu o governo da Pérsia no ano 226, descreve costumes da época, incluindo a prática do jogo *Chatrang*.

O romance citado, outras obras literárias e achados arqueológicos levam a crer que o *Chatrang* é precursor do xadrez moderno, inclusive sendo dos persas a expressão **Shah-Mat**, cujo significado é **o Rei está morto** (KLEIN, 2003, p. 51). A disseminação deste jogo por várias regiões do mundo ocorreu em decorrência da expansão do Islã, mas as mudanças nas denominações das peças do jogo aconteceram na Europa. Neste continente, o *Chatrang* passou a representar os elementos do sistema feudal e a estrutura social vigente. *Oshah*, que originou a palavra *scachus*, posteriormente em português, xadrez, transformou-se em rei, os elefantes foram substituídos pelos condes (*comiti*) e as carruagens deram lugar aos marqueses (*marchi*) (CORDEZ, 2011, p. 95).

Com a ascensão social gradual de algumas mulheres, que se tornam influentes e poderosas, como a rainha Leonor de Aquitânia (século XII), a peça *Vizir* (ministro) transforma-se em **dama** (KLEIN, 2003 p. 60). Ulteriormente, ao final da Idade Média, em 1475, Isabel, a católica, assume o posto de mulher mais poderosa do planeta, sendo coroada rainha de Castela, região que atualmente pertence à Espanha. Coincidentemente, por volta de 1485, uma nova convenção aumenta a amplitude dos movimentos da dama, que incorpora o movimento do bispo e da torre, tornando-se a peça mais poderosa do tabuleiro (KLEIN, 2003, p. 62-63).

Em 1495, algumas modificações no jogo popular Andarraya, como a promoção ao status de **dama** para as peças que atingissem a última fileira de casas do tabuleiro e a troca do tabuleiro em losangos para o de xadrez marcam o surgimento do jogo *Marro de Punta*, hoje conhecido como **jogo de damas** (KLEIN, 2003, p. 25). Dentre os jogos difundidos na era medieval, destacam-se os de tabuleiro. Além dos já citados, também foram muito praticados o Gamão, e os menos conhecidos Alquerque e jogo de Ganso (SANTOS, 2015, p. 140).

Durante a Idade Média Central (século XI ao XIII), após a reversão do processo de ruralização no Ocidente, a perspectiva e considerações cristãs em relação aos jogos sofrem mudanças. Afonso X, que reinou em Leão e Castela no século XIII, atualmente região da Espanha, supervisionou uma equipe de cronistas, cuja função era escrever livros sobre vários assuntos, dentre os quais foi redigido o seu famoso livro dos jogos (SANTOS, 2015, p. 138).

Hugo de São Vitor (século XII) e Tomás de Aquino (século XIII) recomendavam, por exemplo, a prática do jogo com moderação para descansar e alegrar-se. Aquino ressalta que Deus trabalhou com prazer e de forma divertida na criação do mundo e do homem. Entretanto, as desconfianças e censuras aos jogos de azar, vistos como atividades de desordem e trapaça, principalmente os que se serviam de dados, são preservadas.

A tendência à reprovação ao jogo, quase sempre vinculada aos diabólicos jogos de azar, cedia espaço à identificação, à discriminação de diversos tipos de jogos e ao reconhecimento de uma função virtuosa[...] Ainda que as considerações de Hugo de São Vitor e as de Tomás de Aquino procurassem reverter a desaprovação aos jogos, salientando sua dimensão humana mantinham-se as suspeitas sobre os indevidos jogos de azar (CAMPOS, 2009, p. 7).

Em Portugal, foi estabelecida em 1266 uma lei que previa condenação à morte a quem praticasse jogo falso ou usasse dados viciados. Nos tempos de D. Afonso IV (1325 a 1367), os praticantes de jogo a dinheiro eram punidos com multas, confiscos, prisão e açoites. Já no reinado de seu filho D. Fernando (1367 a 1383), os jogadores, além de detidos por 15 dias, perdiam suas roupas. Em 1490, D. João II ordenou queimar casas de moradores da Praça da Palha em Lisboa onde se



jogavam dados, cartas e outros jogos, como punição aos que renegavam o nome de Deus e blasfemavam contra nossa senhora e outros santos (CAMPOS, 2008, p. 6).

A transição entre as Idades Média e Moderna foi marcada por transformações decorrentes da decadência do modo de produção feudal e surgimento do capitalismo. A economia, que se baseava no escambo, passa a ser monetária, ocorre renascimento comercial e urbano, e conseqüentemente, surgem novas necessidades que gradualmente alteram os padrões e valores socioculturais medievais, com maior divisão do trabalho, aumento da interdependência humana e desenvolvimento intelectual (DIÓGENES; CUNHA, 2017, p. 100).

Durante o *Renascimento*, que predominou no Ocidente nos séculos XV e XVI, com a progressiva valorização da atividade comercial e conseqüente aprimoramento técnico do trabalho, a concepção de jogo ganha *status* de algo não sério, e até mesmo fútil, visto sua incapacidade de gerar os resultados que o trabalho produz. "A valorização do trabalho se sobrepõe à função de sociabilidade e de relaxamento que, até então, o jogo obtinha" (SANTOS, 2015, p. 155).

No final do século XVII, Kant e Schiller associam o jogo à arte, atribuindo papel decorativo à segunda e reclamando a improdutividade de ambos, que se contrapõem ao útil e produtivo. Um e outro apresentam-se como oponentes da seriedade, embora a arte deixe suas marcas em produtos denominados obras de arte (KISHIMOTO, 1994, p. 118).

A revolução Industrial no século XVIII (Capitalismo Industrial) tornou os jogos mais populares, como explica Santos (2015, p. 198):

[...] com o avanço no processo de industrialização, alguns jogos começaram a ser fabricados em grande escala, tornando o jogo mais acessível às diferentes classes sociais. No Musée du Jeu de L'oie (Museu dos Jogos de Tabuleiro), localizado em Romabouillet, na França, há uma coleção de aproximadamente 2.500 tabuleiros de Jogo do Ganso, datados em ordem cronológica do século XVII até os dias atuais.

O aumento da acessibilidade às diferentes classes sociais contribuiu para que os jogos fossem usados como instrumentos de doutrinação da massa popular e propaganda, tal como os jogos de Ganso, que além de divulgarem as glórias dos

reis, enalteciam qualidades e virtudes dos soberanos (KISHIMOTO, 1990, p. 41).

Contudo, a popularização dos jogos em resposta à industrialização é bem exemplificada pela criação *The Checkered Game of Life*, em 1860, hoje conhecido como jogo da vida, que teve mais de quarenta e cinco mil cópias vendidas durante o intervalo de um ano (SANTOS, 2015, p. 198).

A chegada da 1ª Grande Guerra, no século XX, exerceu influência sobre o perfil lúdico social da época. Na França, por exemplo, à iminência do conflito houve grande aumento da utilização de jogos militares, entretanto, as brincadeiras de guerra foram substituídas pelas esportivas após o encerramento dos confrontos bélicos, ocorrendo assim, grande propagação de brinquedos como bicicletas e patins (KISHIMOTO, 1990, p. 42).

Com o advento dos games eletrônicos, cuja história inicia-se com o *pinball*, alastrado por bares e cervejarias após a 2ª Guerra Mundial, as formas de jogar começam a mudar (SILVA; JUNIOR, 2008, p. 204). O que anteriormente acontecia ao ar livre, em grupo e com exploração de movimentos corporais passa a ser executado em espaços limitados, ambientes fechados e com menor número de participantes (SANTOS, 2015, p. 190).

Em 1958 foi criado o primeiro jogo para computador da história - tênis para dois - ainda próprio para exibição em osciloscópio. O videogame pioneiro, o *spacewar!*, surgiu em 1961, porém, somente após 10 anos foi lançado o primeiro videogame comercial, o *Computer space*, variação do *Spacewar!* realizada por Nolan Bushnell, que posteriormente fundaria a *Atari Inc.* (SILVA; JUNIOR, 2008, p. 205).

Em 1980, foi criado o primeiro personagem dos games, o *Pac-Man*, e os jogadores que já guiavam naves e armas, agora podem controlar um desenho muito rudimentar que era capaz de comer algo (MACIEL; VENTURELLI, 2004, p. 172). Nos anos 80 os jogos eletrônicos chegaram aos domicílios brasileiros, primeiramente o *Atari 2600* e o *Odissey*, e logo depois o *Nintendo 8-bitz* e o *Master System* (SILVA; JUNIOR, 2008, p. 205).

Na década seguinte, surgiram jogos com maior qualidade técnica que os das décadas anteriores, e desse momento aos dias atuais, o mundo vivenciou gigantesco crescimento e aprimoramento tecnológico dos games, fatos que modificaram significativamente as formas de interação do homem com o elemento lúdico, porém, tanto na era digital, quanto no passado, o jogo mantém aproximação com a vida real, como afirma Coelho (2011, p. 306):

A presença do jogo na vida social e cultural das pessoas em diferentes tempos e espaços geográficos sempre foi uma constante. As sociedades e os tempos históricos, sempre tiveram o jogo presente em seu cotidiano, tanto de crianças quanto de adultos.

"A civilização não pode existir sem um certo elemento lúdico [...] De certo modo a civilização sempre será um jogo governado por regras" (HUIZINGA, 2000, p. 151). Com base neste pensamento e no que foi exposto nesta seção, pode-se concluir que os mesmos sentimentos e componentes que circundam o ambiente dos jogos, como o espírito de competição, a busca por conquistas, as regras, sejam legais, éticas ou morais e o antagonismo entre vitória e derrota, também se fazem presentes no "jogo da vida", cujos exemplos são vastos.

Seja nas disputas judiciais, em que as partes do processo competem pelo ganho da causa; nos concursos públicos, cuja preparação exige acentuado estudo por parte dos candidatos para superarem os concorrentes; ou durante as competições esportivas, nas quais a busca para superar os próprios limites e os oponentes é incessante; ou ainda, em muitas outras situações do cotidiano profissional, sentimental e pessoal, incluindo o processo de aprendizagem que será abordado na seção seguinte, o jogo encontra-se incorporado à vida real humana.

### **2.3.2 Jogos e aprendizagem: considerações históricas**

As primeiras reflexões sobre a importância do emprego de atividades lúdicas na educação ocorreram na antiguidade greco-romana. Os filósofos gregos Platão e Aristóteles já sugeriam há aproximadamente 400 anos a.C. o uso de jogos no processo de aprendizagem (CUNHA, 2012, p. 93).

Na Roma antiga, escritos de Horácio (65 a.C - 8 a.C) e Quintiliano (35 - 95)

registram a utilização de doces em forma de letras para serem empregados no desenvolvimento da leitura e na aprendizagem das leis (SANTOS, 2015, p. 124; KISHIMOTO, 1990, p. 39). Segundo Kishimoto (1990, p. 39), essa prática de associar jogos aos estudos iniciais justifica a denominação *ludus* dada às escolas de ensino elementar dessa época.

Como aspecto fundamental da educação e da constituição da cidadania no mundo greco-romano, os jogos assumiam a função modelar para a vida pessoal e social e assemelhavam-se a ritos sociais que reforçam a unidade do grupo, através de sentimentos e laços cívicos e identidade. A *paidia* (jogo) estivera intimamente vinculada à *paidéia* (educação) (CAMPOS, 2009, p. 4).

Com o Cristianismo e as drásticas mudanças econômicas e sociopolíticas ocorridas na transição entre antiguidade e período medieval, a sociedade cristã impõe uma educação disciplinadora focada na imposição de dogmas com pouco espaço para expansão de jogos (KISHIMOTO, 1990, p. 40).

No transcurso da Idade Média, o ensino torna-se uma prática cada vez menos popular, voltada para membros da igreja e nobres. Com base no documento medieval **Diálogo entre Pepino e Alcuíno**, do século IX, é possível constatar que o filósofo e pedagogo Alcuíno, preceptor de um dos filhos do Imperador Carlos Magno, Pepino, utilizava metodologia lúdica para instruir seu discípulo através de charadas e adivinhações, o que além de proporcionar divertimento, favorecia a compreensão de conteúdos que futuramente o ajudariam na liderança do Império (OLIVEIRA, 2008, p. 93).

Esse tipo de educação era intimamente ligado à religião e política e ministrada na Escola Palatina, localizada no palácio, e destinada apenas aos membros da nobreza e clero que posteriormente auxiliariam o trabalho do Imperador ou ocupariam cargos de liderança espiritual nas províncias.

No século XIII, o pensador Tomás de Aquino (1225 - 1274), destacou a importância do ato de brincar na vida humana, dizendo que a ludicidade compõe o processo de autorrealização do homem, gerando alegria e prazer no ensino, derrubando assim, barreiras que dificultam a aprendizagem (SANTOS, 2015 p. 138).

Nesse mesmo período, o pensador holandês Erasmo de Rotterdam (1465 - 1536) posiciona-se contrário ao uso de castigos físicos no processo educativo infantil, valorizando o prazer em aprender e destacando a capacidade que jogos e brincadeiras possuem de chamar a atenção de crianças em situação de aprendizagem, atribuindo ao professor o papel de suscitar o caráter lúdico no estudo (SANTOS, 2015, p. 153).

Com a fundação do colégio Messina, na Sicília em 1548, e a rápida disseminação de escolas pela Europa, sobretudo, em virtude dos esforços de Inácio de Loyola, um dos líderes da Companhia de Jesus, em divulgar o evangelho por meio de peregrinações, surgiu, em decorrência do número cada vez maior de alunos e inexperiência dos professores, a necessidade de organizar o ensino. É criado, assim, o Plano de Estudos da Companhia de Jesus – *Ratio atque Institutio Studiorum Societatis Iesu* - adquirindo versão definitiva em 1599 (NEGRAO, 2000, p. 155).

Conforme essa obra, o ensino de latim, por exemplo, deveria ser realizado por meio de exercícios lúdicos com emprego de tábuas murais (KISHIMOTO, 1990, p. 40). Comenius (1592 - 1670), considerado por muitos o pai da pedagogia moderna, também incentivou, em sua obra **Didática Magna**, o emprego das metodologias lúdicas no processo de aprendizagem, estimulando os professores a utilizarem formas de ensino mais alegres a fim de evitarem o tédio dos educandos (SANTOS, 2015, p. 155); e John Locke (1632 - 1704), o fundador do empirismo, ao defender que a totalidade da inteligência também passa pelos sentidos, ocasiona uma multiplicação de jogos de leitura, bem como os destinados à tarefa didática nas áreas de História, Geografia, Moral, Religião, Matemática, entre outras (KISHIMOTO, 1990, p. 41).

As inovações científicas do século XVIII, como a Enciclopédia, por exemplo, contribuíram para o surgimento de novos jogos, visto que as descobertas e imagens nela publicadas eram empregadas na criação de obras que preconizavam a valorização do aprendizado científico e na elaboração de dispositivos lúdicos úteis à educação de príncipes e nobres.

Uma escritora francesa, conhecida como Madame de Genlis, arquitetou a construção de um laboratório de Química na segunda metade desse mesmo século, objetivando instruir, por meio de métodos lúdicos, os filhos de Philippe Egalité, primo do rei francês Luis XVI (KISHIMOTO, 1990, p. 41). O filósofo social suíço Jean Jacques Rousseau (1712 - 1778), embora se opusesse à prática de jogos por adultos, defendia a utilização do jogo como facilitador do processo de ensino e aprendizagem na infância, pois, segundo ele, as crianças, jogando, aprendiam se divertindo, sem queixas ou reclamações.

Immanuel Kant (1724 - 1804), filósofo alemão, afirmou que o desafio possibilitado pelo jogo favorece o fortalecimento do caráter da criança, sendo mais indicados os jogos que não somente aprimoram habilidades, mas também proporcionam exercício dos sentidos (SANTOS, 2015, p. 158).

Como já dito na seção anterior, no século XVIII ocorre grande popularização de jogos educativos em virtude dos avanços na industrialização, que viabilizaram a fabricação em larga escala de jogos e expandiram seu acesso às distintas classes sociais, com grandes progressos, inclusive, na prática educativa lúdica para crianças deficientes, conforme relata Kishimoto (1990, p. 43):

Essa prática teve origem no século XVIII, com a criação de materiais para surdos-mudos, pelo Pe. de l'EPEÉ, em 1760. Logo depois, Valentin HAÛY, em 1784, elabora livros de leitura, em alto relevo, para cegos. No século seguinte, os médicos educadores, ITARD e SÉGUIN, constroem diversos materiais analíticos para a educação sensorial e intelectual de Vítor, o selvagem de Aveyron. Em seguida, MONTESSORI incorpora os materiais criados por ITARD e SÉGUIN em sua metodologia de ensino dirigida aos deficientes mentais. Na mesma época, DECROLY, baseado em princípios de globalização, organiza seus jogos intelectuais e motores, também destinados às crianças deficientes mentais (KISHIMOTO, 1990, p. 43).

O educador suíço Johann Heinrich Pestalozzi (1746 - 1827) defendeu o papel decisivo do jogo no desenvolvimento da consciência de responsabilidade e despertamento do senso de colaboração da criança (CUNHA, 2012, p. 94).

Friedrich Froebel (1782 - 1852) ao afirmar que o jogo expressa necessidades e motivações interiores das crianças, constituindo o pico do desenvolvimento humano infantil, contribuiu para o fortalecimento da utilização de métodos lúdicos na

educação, defendendo a ideia de que uma criança que joga de forma determinada, será um adulto que persevera e luta pelo bem estar próprio (KISHIMOTO, 1994, p. 120-121).

No século XIX, com o término da Revolução Francesa, surgem inovações pedagógicas que resgatam a tradição enfraquecida e intermitente de associar a temática lúdica à aprendizagem, defendida por Aristóteles, Quintiliano, Tomás de Aquino e Hugo de São Vitor.

As escolas passam a aplicar os princípios de Rousseau, Pestalozzi e Froebel, brinquedos e jogos ocupam posição de maior destaque no meio educacional e objetos como bolas, cilindros e cubos ganham espaço no ensino de Física e Matemática (KISHIMOTO, 1990, p. 42; CUNHA, 2012, p. 94).

No início do século XX, houve grande expansão dos jogos educacionais em decorrência do aumento no número de escolas, principalmente, as infantis (SOARES, 2015, p. 45). Nessa mesma época surgem as teorias psicogenéticas, com destaque para Jean Piaget e Vygotsky. Piaget (1896 - 1980) defendeu que os jogos auxiliam o desenvolvimento intelectual das crianças e ficam mais significativos ao passo que elas se desenvolvem; enquanto Vygotsky (1896 - 1934) destaca a importância do intercâmbio dos sujeitos na prática do jogo, tratando o ato de jogar como um processo social (CUNHA, 2012, p. 95).

A teoria dos jogos colabora para a crescente utilização do recurso lúdico a fim de alcançar metas preestabelecidas. O matemático John Von Neumann (1903 - 1957) foi um dos precursores dessa teoria, apontando semelhanças entre as respostas matemáticas de alguns jogos de estratégia e a resolução de questões características do comportamento econômico (SANTOS, 2015, p. 185).

Dessa maneira, o jogo pode contribuir para que os indivíduos aprendam a tomar decisão de forma adequada e desenvolvam colaboração mútua na superação de dificuldades, sendo o jogo útil no equacionamento de conflitos e nas estratégias de resolução de problemas. Além da Matemática, o emprego do jogo disseminou-se por várias áreas do conhecimento como economia, filosofia, ciências políticas,

econômicas, da computação e muitos outros campos científicos (SANTOS, 2015, p. 185).

[...] lembremos que o jogo por si só não ensina, quando pensamos em processo de ensino e aprendizagem e a própria Educação, ou seja, o jogo por si só não educa. Aliadas ao jogo são necessárias intervenções cognitivas, emocionais ou sociais, que colocam o jogador em uma situação de reflexão, da qual ele tenha que pensar sobre sua ação ou seu comportamento no jogo; pensar sobre o que está fazendo no momento de jogar (SANTOS, 2015, p. 200).

Com os grandes avanços tecnológicos ocorridos a partir da segunda metade do século passado, os jogos educacionais ganharam espaços virtuais sob a denominação de *serious games* (jogos sérios). Segundo Silva (2012, p. 28), o termo *serious games* é utilizado desde 1970, mas apenas ganhou maior visibilidade após a fundação da *Serious Games Initiative* (SGI) em 2002 pela *Woodrow Wilson International Center for Scholars*, medida que visou fomentar a cooperação entre as indústrias de jogos eletrônicos e de projetos de jogos nas áreas de educação, treinamento, saúde e políticas públicas.

Segundo Freitas e Liarokapis (2011, *apud* SILVA, 2012, p. 30), devido à sua alta potencialidade, é provável que os jogos sérios promovam futuras mudanças de paradigma nas formas de realizar treinamentos e nos processos educacionais, incluindo o ensino de Química.

### 2.3.3 Os jogos didáticos no ensino de Química

Nas primeiras publicações do *Journal of Chemical Education*, há aproximadamente 90 anos, surgem os primeiros relatos do uso de metodologias lúdicas no ensino de Química em idioma inglês (BENEDETTI FILHO *et al.*, 2013, p. 105). Uma proposta de jogo denominada *chemical bank*, que envolve conceitos de ligações e reações químicas, foi publicada no final da referida década no periódico citado (HOWARD, 1929).

No Brasil, essa abordagem é bem mais recente. Cunha (2012, p. 92) destaca um artigo **Química: um palpite inteligente** (CRAVEIRO *et al.*, 1993), que aborda propriedades físico-químicas de elementos químicos e compostos orgânicos por



meio de um jogo de tabuleiro, como uma das pioneiras referências brasileiras a essa temática. Desde então, o número de pesquisas relativas ao assunto em questão experimentou grande expansão (SOARES, M. H. F. B., 2016, p. 7-8)

Desenhos animados feitos a partir da sobreposição de imagens para simular fusão e solidificação da água e solvatação de íons (BELTRAN, 1997); as intrigantes histórias de Waddel e Rybolt que compõem um conjunto de aventuras químicas enigmáticas e repletas de mistério da dupla Sherlock Homes e Watson, publicadas entre 1989 e 2002, convidando o leitor, ao final da história, a aplicar seus conhecimentos químicos e solucionar os crimes relatados (SOARES, 2015, p. 58) e uma proposição de jogo que forma imagens humanas e de animais por meio da ligação de pontos, dependente da relação de raios atômicos entre elementos químicos (DREIDEK, 2003) são exemplos de trabalhos nacionais e internacionais que abordam a temática.

A recente promoção de eventos que tratam especificamente do tema, como o JALEQUIM (Encontro nacional de jogos e atividades lúdicas no ensino de Química, Física e Biologia), que desde 2014 já realizou três edições com objetivo de levantar debate teórico-metodológico sobre o uso de jogos e suas aplicações em sala de aula; e a existência de periódico científico especializado na divulgação de pesquisas que versam exclusivamente sobre o tema, como o *Ludus Scientiae* que divulga trabalhos na área de Química, Física e Biologia que abordam o tema jogos e outras atividades lúdicas, são duas grandes evidências do crescente interesse dos pesquisadores da área de educação em Química/Ciências no Brasil por jogos didáticos e outras atividades lúdicas.

Segundo Soares, M. H. F. B. (2016, p. 7-8), apesar do notável crescimento numérico das publicações científicas sobre jogos e atividades lúdicas no ensino de Química evidenciado nos últimos anos, ainda assim, a quantidade é pouco significativa em relação às outras áreas do conhecimento.

Quanto ao respaldo teórico dessas pesquisas, o autor avalia que os trabalhos têm experimentado recente melhoria, embora ainda se percebam muitos problemas, em

especial, quanto ao emprego equivocado das teorias de ensino e aprendizagem.

Também acredita que um periódico específico pode representar um avanço em primeira análise, mas aumenta o risco de restringir autores a um único tipo de parecer e revista, o que não é positivo, visto que somente a partir do envolvimento de maior número de pesquisadores se poderá considerar a possibilidade do lúdico, que por ora se distribui entre as áreas de ensino e aprendizagem ou materiais didáticos, como subárea do ensino de Química e Ciências.

### **2.3.4 As cartas e a origem da tabela periódica**

O baralho chegou à Europa ao final da Idade Média entre os séculos XIV e XV. Embora existam controvérsias quanto ao lugar de origem desse jogo, árabe ou chinês, as cartas do baralho sofreram mudanças no continente europeu, incorporando elementos vigentes na sociedade da época, de forma semelhante ao que aconteceu com o xadrez. As figuras de rei, rainha e valete, por exemplo, são adaptações europeias (SOARES, K. L., 2016, p. 27).

Em consequência do surgimento da xilogravura, no século XIV, o baralho passou a ser produzido em série, disseminou-se por diferentes localidades, diversificou-se e ganhou, dentre outras apresentações, variedades latina, germânica e francesa, além de uma versão educativa criada pelo frade franciscano Thomas Murner (1475 - 1537) com objetivo de melhorar o desempenho de seus alunos em Filosofia (KISHIMOTO, 1990, p. 40; SOARES, K. L., 2016, p. 27).

O jogo criado por Murner exibiu grande sucesso e colaborou para o aparecimento de vários outros jogos educativos, fato que foi favorecido pelos avanços nas técnicas de conservação e reprodução das imagens que ocorreram simultaneamente a este invento (KISHIMOTO, 1990, p. 40).

Os carteados apresentam alta potencialidade para a origem de novos jogos e brincadeiras. Como normalmente exploram a associação de cartas, e um pequeno conjunto de cartas pode oferecer infinitas possibilidades de combinação, não é difícil compreender a grande quantidade de jogos de baralho (canastra, bisca, paciência e

outros) que se originaram ao longo da história. "O baralho, hoje, ainda é muito difundido devido às inúmeras possibilidades de utilização [...]" (SANTOS, K. L., 2016, p. 29). Além dos jogos, o baralho também marca presença nos truques de mágica e esoterismo.

Essa multifuncionalidade das cartas possibilita seu aproveitamento no ensino e aprendizagem de Química e de outras ciências. Dentre as publicações sobre o assunto, o SueQuímica, que aborda a força dos ácidos de Arrhenius a partir da constante de ionização (SANTOS; MICHEL, 2009) e o super trunfo da tabela periódica com elementos químicos (GODOI; OLIVEIRA; CODOGNOTO, 2010) constituem exemplos de jogos didáticos que exploram as cartas no ensino e aprendizagem de Química.

Dados históricos apontam uma interessante relação entre o baralho e o surgimento da principal ferramenta de estudo da Química, a tabela periódica. "Nas longas viagens de São Petesburgo a Tver, Mendeleiev frequentemente matava o tempo jogando paciência" (STRATHERN, 2002, p. 2). O costume de organizar e ordenar cartas de baralho, decorrente do hábito de entreter-se jogando paciência, inspirou no químico russo Dmitri Ivanovic Mendeleiev (1834 - 1907) a ideia de utilizar fichas em branco para escrever símbolos, pesos atômicos e propriedades dos elementos químicos, confeccionando assim, um "baralho químico" que facilitava a organização, em grupos, dos 63 elementos conhecidos na época.

"Mendeleiev também revisou sua tabela de forma obsessiva, chegando a escrever os nomes dos elementos em pequenos cartões para jogar uma espécie de paciência química em seu escritório" (KEAN, 2011, p. 53). As várias tentativas de Mendeleiev para classificar os elementos químicos, e organizá-los, culminaram na sua proposta de tabela periódica publicada em 1869, que alcançou grande notoriedade pela sua ampla abrangência e lhe rendeu em 1882 a *Davy Medal*, premiação anterior ao Nobel, pela descoberta da Lei Periódica. Esse prêmio foi compartilhado com o químico alemão Lothar Meyer, que de forma independente, publicou trabalho semelhante na mesma época (CLAUDINO; NASCIMENTO, 2012, p. 55; KEAN, 2011, p. 52).

Antes de Mendeleiev, vários cientistas como Johann Wolfgang Dobereiner (1789 - 1849), Alexandre-Émile Beguyer de Chancourtois (1820 - 1866) e John Alexander Reina Newlands (1837-1898) já haviam proposto modelos de classificação dos elementos menos abrangentes e com menor impacto.

No presente trabalho foi elaborado, testado e analisado um jogo de cartas intitulado NORFQUIM, cuja apresentação consta no Capítulo 4, que visa otimizar a aprendizagem de fórmulas químicas e nomenclatura de bases e ácidos inorgânicos.

Esse jogo foi inspirado no "baralho" de Mendeleiev e cada uma de suas cartas refere-se a apenas um elemento químico, com informações de nome, símbolo, família e NOX do elemento correspondente (capítulo 4). As regras oficiais de nomenclatura de bases e ácidos inorgânicos e alguns conceitos químicos relacionados ao conteúdo abordado pelo jogo NORFQUIM encontram-se na seção 2.5.2, ao passo que os pressupostos teóricos relacionados ao emprego de jogos didáticos no processo de ensino e aprendizagem estão dispostos na seguinte seção.

#### 2.4 O JOGO NO ENSINO DE QUÍMICA: FUNDAMENTOS TEÓRICOS

No Brasil e em outros países, a utilização de jogos e outras atividades lúdicas no ambiente escolar diminui com o aumento da idade dos alunos, o que reflete, inclusive, no acervo bibliográfico, uma vez que a literatura que associa os jogos à educação infantil e ensino fundamental I (1º ao 5º ano) é bem mais abundante quando comparada a que trata do tema no ensino médio (BÔAS, 2009, p. 202-203).

Contudo, os PCNs orientam o emprego de formas lúdicas de aprendizagem no nível médio de ensino, de forma que a **estética de repetição e padronização** seja substituída pela **estética de sensibilidade**, como descrito no inciso I do artigo 3º das diretrizes curriculares nacionais para o ensino médio (DCNEM):

A Estética da Sensibilidade, que deverá substituir a da repetição e padronização, estimulando a criatividade, o espírito inventivo, a curiosidade pelo inusitado, e a afetividade, bem como facilitar a constituição de identidades capazes de suportar a inquietação, conviver com o incerto e o imprevisível, acolher e conviver com a diversidade, valorizar a qualidade, a delicadeza, a sutileza, as **formas lúdicas** e alegóricas de conhecer o mundo e fazer do lazer, da sexualidade e da imaginação um exercício de

liberdade responsável (BRASIL, 2000, p. 101, grifo nosso).

Os PCNs também preconizam a substituição de metodologias tradicionais no ensino e aprendizagem por jogos e outros métodos que despertem o interesse dos estudantes pelo estudo das **Ciências da Natureza**.

Assim, o estudo das Ciências Naturais de forma exclusivamente livresca, sem interação direta com os fenômenos naturais ou tecnológicos, deixa enorme lacuna na formação dos estudantes. Sonega as diferentes interações que podem ter com seu mundo, sob orientação do professor. Ao contrário, diferentes métodos ativos, com a utilização de observações, experimentação, **jogos**, diferentes fontes textuais para obter e comparar informações, por exemplo, despertam o interesse dos estudantes pelos conteúdos e conferem sentidos à natureza e à ciência que não são possíveis ao se estudar Ciências Naturais apenas em um livro (BRASIL, 1998, p. 27, grifo nosso).

Afim de enfatizar as recomendações dos PCNs, que destacam a relevância de valorizar formas lúdicas, jogos e outros métodos ativos de aprendizagem no ensino médio e Ciências da Natureza; e enriquecer o debate sobre o tema, serão abordados, a seguir, alguns aspectos de fundamentação teórica que tratam sobre:

- a) o protagonismo dos alunos na aprendizagem por meio de jogos didáticos;
- b) o caráter motivacional do jogo no ensino e aprendizagem;
- c) o jogo, o erro e a aprendizagem.

Cada um dos três itens citados será detalhado nas seções subseqüentes deste capítulo, visando ampliar o entendimento sobre o tema e fornecer subsídios teóricos que viabilizem a análise fundamentada dos resultados da presente pesquisa.

#### **2.4.1 O protagonismo dos alunos na aprendizagem por meio de jogos didáticos**

A informação cada vez mais acessível, fruto da divulgação aberta de cursos e materiais didáticos *on-line* que possibilitam a aprendizagem em qualquer lugar e hora, gera um impasse para o uso de métodos tradicionais de ensino que privilegiam a transmissão de informações por parte dos docentes (MORÁN, 2015, p. 16).

A figura do professor transmissor de conhecimento até fazia sentido em épocas nas

quais o acesso à informação era mais difícil. Contudo, o arsenal de materiais didáticos, como vídeoaulas, animações, exercícios e outros recursos pedagógicos referentes ao conteúdo da educação básica e demais assuntos, cuja disponibilidade exige nada mais que uma breve busca em ambiente virtual, não contribui para encorajar os estudantes a ofertarem sua silenciosa atenção ao discurso expositivo do professor.

Além disso, a transmissão do conhecimento conduz o estudante à condição de mero ouvinte, o que dificulta a aprendizagem significativa do conteúdo ministrado, visto que nessa condição, o aluno tende a receber a informação, memorizar e reproduzi-la de forma literal, sem exercitar sua criticidade, como explicam Castro e Costa (2011, p. 2):

O ensino tradicional pode apresentar muitas desvantagens, se destacando, a maneira como ocorre a transmissão do conhecimento, que é unidirecional, ou seja, o professor expõe o conteúdo de maneira que o aluno não possa exercer sua criticidade, sendo apenas um ouvinte. Desta forma, os estudantes recebem e armazenam as informações de maneira mecânica e memorística, e não são capazes de reproduzi-la em uma situação diferente da que lhes foi proposta anteriormente.

Além da desvantagem apontada por Castro e Costa (2011), em referência ao ensino tradicional, de promover a transmissão unidirecionada do conhecimento, que por si só já requer atenção quanto à necessidade de aperfeiçoamento dos métodos de aprendizagem, o avanço tecnológico vivenciado nos últimos anos provocou mudanças no padrão de comportamento social humano que impactaram no processo educacional, demandando adequações nas formas de ensinar e aprender.

Hoje em dia ninguém mais espera por nada, queremos tudo para ontem. Quanto mais rápido, melhor! E a tecnologia tem cooperado para isso. [...] Sem dúvida, a tecnologia mudou o mundo! Antigamente [...] quando queríamos falar com amigos ou parentes, a carta era o recurso utilizado. E vocês lembram o quanto demorava para a resposta chegar? Os inesquecíveis amigos e amores de verão, quanta saudade...Mas sabíamos que só iríamos vê-los ou falar com eles novamente no verão seguinte! Parece que tínhamos mais resistência e tolerância para esperar e aceitar o ritmo do tempo (ALBUQUERQUE, 2015).

Conforme descrito por Albuquerque (2015), é notório que as facilidades promovidas pelas ferramentas tecnológicas, que tornam tudo mais rápido e fácil, contribuíram para o desenvolvimento de uma geração de perfil imediatista, menos paciente para

respeitar o ritmo natural do tempo.

Essa característica influencia o ambiente escolar, pois os alunos, que tem à sua disposição um infinito de informações através da internet e um clique no mouse, manifestam cada vez menos paciência para acompanharem o desenvolvimento da explicação expositiva do professor, sendo dessa forma, um largo desafio, aos profissionais educadores, atrair e manter a atenção dos discentes.

Nesse contexto, os jogos didáticos podem contribuir para o avanço e elaboração de novas práticas de ensino, que se adéquam às peculiaridades da geração atual, visto que está acostumada a jogar e lidar com desafios, recompensas, competição e cooperação decorrentes da prática do jogo (MORÁN, 2015, p. 18).

Além disso, o jogo possui uma grande potencialidade para motivar as pessoas (assunto que será abordado na seção 2.4.2), sendo muito efetivo, quando comparado às metodologias tradicionais, para incentivar o envolvimento dos alunos no processo de aprendizagem, pois colaboram para que os discentes, considerados por muito tempo sujeitos passivos da sala de aula, passem a experimentar mais autonomia no ambiente escolar, transitando da condição de receptores de informação à de protagonistas do processo de construção do conhecimento (SILVA; MORAIS, 2011, p. 155).

Nesse cenário, o professor passa à posição de mediador do ensino, direcionando o processo de aprendizagem de forma que os alunos construam seu saber, alinhados ao conhecimento científico. A medida que o estudante, embalado pela motivação natural que o elemento lúdico proporciona, é estimulado a aprender o novo conteúdo abordado pelo jogo e relacioná-lo ao seu conhecimento prévio na busca por traçar estratégias e superar os desafios propostos pelo jogo, cumpre um dos quesitos necessários à aprendizagem significativa, demonstrando atitude explícita de apropria-se das regras a fim de explorá-las e vencer o jogo (FELICETTI, PASTORIZA, 2015, p.4).

Os jogos carregam em si, problemas e desafios de vários níveis e que requerem diferentes alternativas e estratégias, sendo todos esses detalhes delimitados por regras. Isto é, da mesma forma que as regras vão

estabelecer detalhes para que o jogo prossiga, será obrigatório o jogador dominá-las para que possa atuar (SOARES, 2015, p. 41).

O transcurso da partida vai gradativamente mostrando ao competidor se suas decisões lhe proporcionaram ou não um bom desempenho, exigindo nova leitura do jogo a cada momento, com conseqüente aprimoramento do raciocínio e performance, visto que a cada rodada surge uma nova situação a ser solucionada, fruto de ocasionalidade ou estratégia dos oponentes, que exige mais que a memorização das regras do jogo, demanda a aplicação inteligente do conhecimento.

Os carteados, por exemplo, expõem sua casualidade no ato do embaralhamento, requerendo novas decisões por parte dos jogadores a cada ciclo do jogo, com base nas cartas disponíveis. Adicionalmente a isso, as jogadas dos oponentes também vão estabelecendo novas situações que devem ser administradas da forma mais adequada a depender da evolução da partida.

As diferentes situações produzidas pelo próprio transcurso de um jogo estimulam o raciocínio dos participantes, que aprendem de várias formas, seja na tentativa de encontrar uma solução para os desafios emergentes da partida, ao observarem as boas jogadas dos oponentes ou quando executam uma má jogada que resulta em perda de pontos (seção 2.4.3).

Os alunos, quando participam de um jogo didático, vão aprendendo e aprimorando suas habilidades sem a necessidade que o professor transmita todas as informações, pois o próprio curso do jogo vai conduzindo a aprendizagem. Um jogo didático que requer dos participantes a apropriação de conceitos científicos para que os apliquem nas jogadas subsequentes, constitui um material didático potencialmente significativo (CASTRO; COSTA, 2011, p. 27), pois se os jogadores se apropriam do conhecimento para aplicarem os conceitos no desenvolvimentos de estratégias ou solução dos desafios do jogo, estão aprendendo de forma significativa, como explica Moreira (2003, p.2, grifo nosso):

[...] a aprendizagem é significativa quando novos conhecimento (conceitos, ideias, proposições, modelos, fórmulas) passam a significar algo para o aprendiz, quando, ele ou ela, é capaz de explicar situações com suas próprias palavras, quando é **capaz de resolver problemas novos**, enfim, quando compreende.



O professor acompanha o processo, orienta os alunos, corrige equívocos e esclarece dúvidas contribuindo para que se apropriem do conhecimento científico, entretanto, o estudante assume o protagonismo da sua aprendizagem. "O jogo requer participação ativa do aluno na construção do seu próprio conhecimento" (GRANDO, 2001, *apud* SILVA; MORAIS, 2011. p. 156).

Segundo Soares (2015, p. 21) existe uma íntima relação entre a aprendizagem e o ato de brincar: "Aprender pode ser uma brincadeira. Na brincadeira, pode-se aprender". Quem brinca, brinca porque é divertido, porém a assimilação de alguma forma de conhecimento ou de subsídios ao desenvolvimento intelectual, como reflexos corporais e habilidades motoras manuais estão acontecendo mesmo que não se tenha consciência disso.

Segundo Brougere (1998, *apud* SOARES, 2015 p. 26) para que realmente haja aprendizagem é essencial que sejam preservadas características do jogo, como regras, domínio da língua, incerteza, decisão e determinado caráter de frivolidade.

Entretanto, quando utilizado como recurso educacional, o jogo didático deve reunir as funções lúdica e educativa (ORTIZ, 2005, p. 10), ou seja, precisa proporcionar diversão e entretenimento, inerentes à atividade lúdica, mas principalmente, exercer sua função educativa no sentido de contribuir na aprendizagem de conceitos científicos (MESSEDER NETO; MORADILLO, 2017, p. 528).

Embora possa prefigurar em primeira análise que haja certo antagonismo ou paradoxo entre jogo e aprendizagem, bem como entre a diversão e o sentimento de prazer oriundos da atividade lúdica e a aquisição de conhecimentos, o jogo, ao contrário do que parece, constitui um importante instrumento propulsor do processo de aprendizagem, visto que auxilia na consolidação de habilidades e destrezas do indivíduo, desempenhando significativo papel no desenvolvimento psicológico (FUENTES, 2005, p. 44).

Para Soares M. H. F. B. (2016, p.11), este paradoxo entre o lúdico e o acesso ao conhecimento se estabelece quando não se consegue alinhar de forma adequada o jogo sobre os dois vieses, sendo fundamental para eliminar ou minimizar esta

incongruência, que haja comprometimento com a atividade lúdica proposta, tanto por parte do educador como do educando.

Sendo papel do professor conscientizar os alunos sobre o caráter educativo do jogo, explicando que será empregado para melhorar o desempenho cognitivo e a aprendizagem. Dessa forma, desperta-se a merecida atenção dos estudantes para que aprendam o conteúdo abordado pelo jogo de forma significativa, pois se o aluno encara o jogo didático apenas como entretenimento, não empenha atitude para estabelecer as associações mentais necessária à aprendizagem.

Messeder Neto e Moradillo (2016, p. 367) reinteram que o ato de jogar não é suficiente para que o aluno alcance um adequado desenvolvimento do conhecimento científico. O jogo deve ser utilizado para fomentar nos estudantes curiosidade e novos interesses pelo conteúdo científico, e ao término dele, cabe ao professor o papel de destacar os pontos relevantes da atividade lúdica e os conhecimentos que dela podem ser extraídos.

Afim de manter a continuidade do processo de aprendizagem após a finalização do jogo, exercícios pós-jogo contextualizados com a atividade lúdica aplicada em aula, que agucem a curiosidade e cuja solução dependa diretamente dos conceitos abordados pelo jogo didático, devem ser fornecidos estrategicamente aos discentes pelo professor (RIBEIRO *et al.*, 2018, p. 44), de forma que o prazer e a motivação proporcionados pelo jogo, assunto que será discutido a seguir, seja aproveitado no pós-jogo, a fim de estimulá-los no seguimento da própria aprendizagem.

#### **2.4.2 O caráter motivacional do jogo no ensino e aprendizagem**

O jogo desperta no ser humano uma modalidade de motivação intrínseca tão peculiar que o diferencia de todas as outras atividades voluntárias (FUENTES, 2005, p. 31). Quem nunca presenciou uma situação de brincadeira em que os participantes, sejam crianças ou adultos, motivados de forma gratuita pelo caráter competitivo de determinada atividade, experimentam tal envolvimento emocional que culmine em excessos comportamentais verbais ou físicos?

Sendo necessário até mesmo intervenção de outras pessoas que pronunciam a conhecida frase, frequentemente utilizada nessas situações: "Calma! Isso é apenas um jogo". O afloramento de sentimentos e a mudança no padrão de comportamento manifesto pelos jogadores, em situação de jogo, evidencia a capacidade que este elemento possui de aflorar sentimentos, motivar e gerar prazer nos seus participantes, simplesmente pelo fato de estarem jogando.

A manifestação dos sentimentos mostra relevância nos processos de aprendizagem. A perspectiva humanista da aprendizagem significativa de Novak (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980; NOVAK, 1981; NOVAK; GOWIN, 1996) trata a aprendizagem como resultado da integração construtiva de três elementos: pensamento, sentimento e ações, que conduzem ao crescimento humano. Além do raciocínio (pensamento) e de suas ações (empenho do estudante), a promoção da aprendizagem significativa ainda depende das experiências emocionais e afetivas dos aprendizes (MOREIRA, 2000, p.5).

A psicanálise, com seu modo peculiar de compreender a brincadeira, a admite como a expressão de instintos humanos dos quais o indivíduo encontra prazer, tendo o jogo papel catártico e valor terapêutico, útil para solucionar conflitos e preocupações pessoais (FUENTES, 2005, p. 33).

O jogo não está restrito aos seres humanos. Há ocorrência de jogos e brincadeiras na maioria das espécies animais, especialmente entre os filhotes (ORTIZ, 2005, p. 21), como nos leões, em que os mais jovens perseguem uns e aos outros e se mordem levemente, como uma caçada de "faz de conta" que está ligada ao aprendizado de regras sociais e sobrevivência (PEARCE, 1997, *apud* SOARES, 2015, p. 23).

Segundo Coelho (2011, p. 309) há muitas semelhanças entre os jogos humanos e de outros animais, o que evidencia que a linha de separação entre o homem e o mundo animal restante é tênue, especialmente em relação ao universo dos jogos, contexto no qual os humanos personificam e expõem o seu lado irracional, usando instinto e percepção para alcançar a vitória.

Assim, a expressão de prazer, angústia, dor, desespero, alegria, ou seja, esse misto de sensações e emoções estampada no rosto do jogador que passa horas (jogando) [...] não poderá jamais ser explicado apenas através da biologia, por isso buscamos aqui compreender o jogo como algo que pode até mesmo ser conceituado, entendido ou explicado como algo "irracional" [...] (COELHO, 2011, p. 304).

A motivação intrínseca dos seres humanos frente ao jogo também é observada nas crianças, que são capazes de iniciar uma brincadeira por iniciativa própria, ou seja, por motivação interna, sem o auxílio de pais ou professores (FUENTES, 2005, p. 31). A atividade lúdica satisfaz uma necessidade natural do indivíduo, seja ele criança ou adulto, visto que o ser humano por impulso natural apresenta tendência lúdica.

O jogo deslumbra os indivíduos que dele participam, envolvendo-os em uma atmosfera de entusiasmo, em que coexistem dois elementos, o prazer e o esforço espontâneo, sendo justamente o envolvimento emocional dos jogadores o elemento responsável pelo intenso grau de motivação que promove euforia e estado de vibração (ROBAINA, 2008, p. 14-15).

Castro e Costa (2011, p. 27), ao discutirem a contribuição do jogo didático no ensino de Química, destacam três quesitos essenciais para que o processo de ensino e aprendizagem seja significativo, são eles: a qualidade do material didático apresentado ao aprendiz, que deve possuir, dentre outros atributos, objetivos claros; o conhecimento prévio do aluno para explorar apropriadamente os conceitos abordados, ou seja, o grau de dificuldade deve ser adequado ao conhecimento dos alunos de forma que contribua para a aprendizagem do assunto que está sendo ensinado; e por último, a predisposição do estudante em aprender.

Segundo os autores, a presença do terceiro quesito é de grande importância, pois se não houver predisposição, ou seja, sem motivação para aprender, mesmo que atendidas as outras duas exigências, a aprendizagem não será significativa.

Se a predisposição em aprender é essencial para o sucesso da aprendizagem, a potencialidade que o jogo possui de gerar motivação intrínseca nas pessoas, não deve ser ignorada pelos profissionais de educação. "A utilização do jogo potencializa

a exploração e a construção do conhecimento, por contar com a motivação interna típica do lúdico" (KISHIMOTO, 1996, p. 37, *apud* CASTRO; COSTA, 2011, p. 28).

É atribuição do professor promover um ambiente motivacional favorável à aprendizagem (KAUARK; MUNIZ; MORAIS, 2008, p. 48-49). Por essa razão, a utilização de metodologias que despertam interesse e motivam os aprendizes, como os jogos didáticos, devem compor a prática docente cotidiana do educador.

Quando não se tem prazer na tarefa que está em andamento, ou mesmo quando não há consciência da importância ou finalidade da atividade que está sendo realizada, o indivíduo não utiliza toda sua capacidade de produção, cumprindo o mínimo necessário do que lhe foi solicitado.

Se o conhecimento ganha sentido para os alunos, supre suas necessidades e desperta novas curiosidades, cria-se um ciclo vicioso positivo, que gradativamente aumenta sua motivação e seu prazer em aprender, como descreve Moreira (2011, p. 4, grifo nosso) em relação à perspectiva humanista de Novak: "[...] quando a aprendizagem é significativa o aprendiz cresce, tem uma **sensação boa** e se predispõe a novas aprendizagens na área".

Como já dito na seção 2.4.1, o jogo pode propiciar a assimilação de conceitos por várias formas diferentes. Os participantes aprendem até mesmo com seus próprios erros de decisão, visto que esses equívocos podem ser transformados pelo professor mediador em situações que oportunizam a aprendizagem, temática que será discutida a seguir.

### **2.4.3 O jogo, o erro e a aprendizagem**

A necessidade de superar os problemas cotidianos exigiram do homem, desde os tempos primitivos, empenho na procura de soluções e alternativas que garantissem a sobrevivência e melhorassem sua qualidade de vida. Nessa busca ora bem, ora malsucedida, o ser humano, do mesmo modo que alcança vitórias e ostenta descobertas, também amarga insucessos e fracassos que causam frustração e consciência do erro.

A palavra erro possui multiplicidade conceitual, sendo tratada de diferentes maneiras, dependendo do contexto. A filosofia, por exemplo, enxerga o erro sob o foco da ética e da moral, podendo a conduta humana ser vista como boa ou ruim na medida em que respeita ou infringe as regras de um grupo social em determinada época. Já sob o enfoque da religião, o erro é o pecado, ou seja, tudo o que está em desacordo com Deus, ficando o pecador sob as penas doutrinárias da fé (NOGARO; GRANELLA, 2004, p. 4).

No âmbito da aprendizagem escolar, ocorre um erro quando um aluno expressa resposta que não esteja dentro dos padrões ensinados. O educador, frente a isto, pode optar por três caminhos: punição ao aprendiz, complacência ou construção da possibilidade de aprender com o erro. Há correntes teóricas da psicologia da educação relacionadas às três alternativas.

Se o erro é entendido como algo inadmissível e que deve ser passivo de punição, tem-se o empirismo-associacionismo; se é compreendido como um evento natural que será retificado com o tempo, tem-se o romantismo, porém, se visto sobre uma concepção problematizada, tem-se o construtivismo (NOGARO; GRANELLA, 2004, p. 5).

Segundo o construtivismo, teoria que defende a concepção de que nada está pronto ou terminado e que o conhecimento não é fornecido de forma acabada (BECKER, 2009, p. 2), o erro é uma fonte de construção do conhecimento.

Como já abordado no início deste capítulo, uma das características dos modelos mentais (teoria de Philip Johnson-Laird), que construímos para representar mentalmente os significados do que estamos aprendendo, é a capacidade de autocorreção (MOREIRA, 1996, p. 193). Os modelos mentais que produzimos vão sendo frequentemente corrigidos e modificados durante o andamento do aprendizado, até que alcancem uma funcionalidade satisfatória ao indivíduo em relação à compreensão daquilo que se aprendeu (MOREIRA, 2005, p. 57).

O erro construtivo está associado ao conhecimento lógico-matemático, em que o indivíduo usa das relações mentais para formular hipóteses cognitivas acerca de

diferentes conhecimentos, sejam matemáticos, linguísticos ou sociais."[...] um erro corrigido pode ser mais fecundo que um êxito imediato, porque a comparação da hipótese falsa e suas consequências proporciona novos conhecimentos e a comparação entre erros dá lugar a novas ideias" (PIAGET, 1987, p. 61).

Ter consciência de que o conhecimento construído ao longo da história decorre da correção e superação de erros é importante para que o aprendiz desenvolva criticidade e compreenda que o conhecimento tem caráter provisório, visto que se encontra em constante construção, não existindo assim, verdades absolutas que não possam ser questionadas. Como já destacado na seção 2.1.2 deste trabalho, a aprendizagem pelo erro compõe um dos princípios da TASC (MOREIRA, 2005, 2011).

Contudo, transformar erros em situações de aprendizagem é um grande desafio. Os erros devem ser identificados e submetidos à uma compreensão que os remete ao aprendizado do estudante, possibilitando a correção dos equívocos de maneira hábil e inteligente.

Para Kishimoto (1996, *apud* SOARES, 2015, p. 47) o jogo favorece a aprendizagem a partir do erro, pois não constrange o indivíduo que se equivocou, uma vez que os participantes, embora sob apreciação do professor, não se sintam avaliados ou pressionados, visto que o clima lúdico remete, ao aprendiz, sensações agradáveis e prazerosas. Relações estas que estão ligadas aos sentimentos do indivíduo e compõem um dos três elementos dos quais subjaz a aprendizagem significativa (NOVAK, 1981; MOREIRA, 2000).

Nesse contexto, os jogos podem auxiliar o professor a desempenhar intervenções junto aos alunos e auxiliá-los a construir o próprio conhecimento a partir dos erros. "As atividades com jogos permitem ao professor identificar, diagnosticar alguns erros de aprendizagem, as atitudes e dificuldades dos alunos" (SILVA; MORAIS, 2011, p. 156).

Ao cometer um erro enquanto joga, o aluno oferta ao professor uma oportunidade de problematizar determinada situação, transformando o erro numa situação de

aprendizagem (CUNHA, 2012, p. 96).

Ribeiro e colaboradores (2018, p. 44), ao aplicarem um jogo didático que abordava o tema tabela periódica, em turmas de ensino médio, nas quais os alunos estavam subdivididos em equipes, constataram que a metodologia favoreceu a identificação das dúvidas dos alunos e contribuiu para o aprimoramento do raciocínio, visto que conforme as equipes executavam suas jogadas, o professor identificava desvios e equívocos conceituais, ganhando assim, subsídios para realizar intervenções direcionadas às necessidades dos alunos no decorrer do jogo, alinhando o entendimento de conceitos que certamente eram aproveitados pelos discentes para compor o raciocínio de execução das próximas jogadas.

A execução do jogo em equipes, estimulou a discussão entre os estudantes e permitiu intervenções do professor que alinhava conhecimentos e esclarecia questões, a medida que erros e dúvidas das equipes fossem identificados durante o desenvolvimento da atividade. O jogo contribuiu para aprimorar o raciocínio, visto que os alunos começavam a rodada por iniciativa própria, sem sugestão do professor, desempenhando papel mais ativo na construção do conhecimento (RIBEIRO *et al.*, 2018, p. 44).

Para Brenelli (2003, p. 36), a intervenção pedagógica por meio de jogos favorece a constatação e conscientização de erros e lacunas, fato importante para a construção de novas estratégias, pois se o indivíduo que busca atingir determinada meta ou objetivo percebe que seus recursos são ineficientes ou ineficazes, resta-lhe buscar novas alternativas ou valer-se de outros meios.

Como já exposto, foi elaborado, testado e analisado, nesta pesquisa, um jogo intitulado NORFQUIM (Capítulo 4), cuja abordagem visa otimizar a aprendizagem de fórmulas químicas e nomenclatura de bases e ácidos inorgânicos. Para melhor entendimento da análise dos resultados da aplicação deste jogo, que será apresentada no Capítulo 5, as regras oficiais de nomenclatura de bases e ácidos inorgânicos e alguns conceitos químicos relacionados a este jogo didático serão discutidos na próxima seção.



## 2.5 SÍMBOLOS, REPRESENTAÇÕES DE FÓRMULAS QUÍMICAS E REGRAS DE NOMENCLATURA DE BASES E ÁCIDOS INORGÂNICOS

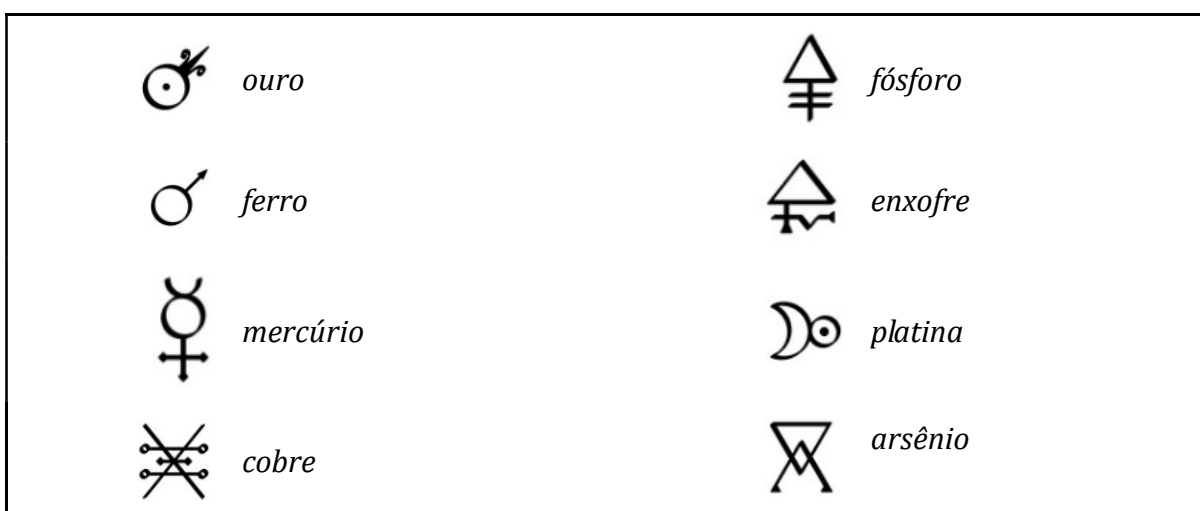
### 2.5.1 Elementos, símbolos e representações de fórmulas químicas

A química, assim como outras ciências exatas, possui sua linguagem particular baseada em símbolos, fórmulas, equações, termos e regras de nomenclatura de caráter universal que visam garantir a compreensão e o intercâmbio de informações entre cientistas de diferentes regiões geográficas, nacionalidades e idiomas.

A estratégia de representar elementos e substâncias químicas por meio de símbolos nasceu com os alquimistas, cuja simbologia foi utilizada por centenas de anos. A Alquimia foi uma prática aplicada às transformações materiais que antecedeu a Química. Além de aliar conhecimentos de diversas ciências, também se serviu de crenças, misticismo, astrologia, religião e artes (CLAUDINO; NASCIMENTO, 2012, p. 23).

Em 1718, Etienne-François Geoffroy utilizou símbolos alquimistas para publicar sua tabela de afinidades químicas (WALLAU, 2014). Alguns dos símbolos empregados pelos alquimistas e seus respectivos significados estão expostos na Figura 3.

Figura 3 - Símbolos utilizados pelos alquimistas e seus respectivos significados



Fonte: Wallau (2014).

O uso dos símbolos alquimistas perdurou até o início do século XIX, quando o cientista sueco Jöns Jacob Berzelius modificou o sistema de notação química iniciado por Lavoisier e os substituiu por letras (CLAUDINO; NASCIMENTO, 2012, p. 24).

Atualmente, os elementos químicos, que constituem as formas mais simples de matéria possíveis de existir em condições laboratoriais (BRADY; HUMISTON, 2008, p. 17), são identificados por um símbolo químico, que pode dispor de uma única letra maiúscula ou duas letras, sendo a primeira maiúscula e a segunda minúscula, ou ainda ocasionalmente por três letras, sendo a primeira maiúscula e as demais minúsculas (RUSSEL, 2008, p. 10).

Os símbolos químicos são abreviações das denominações dos elementos químicos em diferentes idiomas, conforme os exemplos exibidos na Tabela 1.

Tabela 1 - Exemplos de elementos químicos, seus respectivos símbolos e origem

<b>Denominação do elemento químico no idioma português</b>	<b>Idioma que originou o símbolo químico</b>	<b>Denominação de referência do elemento químico, da qual o símbolo foi originado</b>	<b>Símbolo químico</b>
<b>carbono</b>	Inglês	<i>Carbon</i>	C
<b>cobre</b>	Latim	<i>Cuprum</i>	Cu
<b>enxofre</b>	Latim	<i>Sulphur</i>	S
<b>ferro</b>	Latim	<i>Ferrum</i>	Fe
<b>hidrogênio</b>	Inglês	<i>Hydrogen</i>	H
<b>manganês</b>	Inglês	<i>Manganese</i>	Mn
<b>ouro</b>	Latim	<i>Aurum</i>	Au
<b>potássio</b>	Latim	<i>Kalium</i>	K
<b>prata</b>	Latim	<i>Argentum</i>	Ag
<b>sódio</b>	Latim	<i>Natrium</i>	Na
<b>tungstênio</b>	Alemão	<i>Wolfram</i>	W

Fonte: Russel (2008, p. 11)

Nota: Dados adaptados pelo autor.

A associação de dois ou mais elementos químicos, combinados em proporções

fixas, origina um composto químico. O cloreto de sódio, por exemplo, independentemente de sua procedência ou método de obtenção, ao ser decomposto, exhibe 39,34% de sódio e 60,66% de cloro, o que indica uma relação fixa entre os dois componentes da substância (em 100g do composto há 39,34g de sódio e 60,66g de cloro).

A partir dessa relação pode-se determinar a massa de cloro presente em uma porção de cloreto de sódio, cuja massa sódica é de 22,99g (massa molar de sódio).

Com base nisso, temos:

$$\begin{array}{cc} \underline{\text{sódio}} & \underline{\text{cloro}} \\ 39,34\text{g} & \underline{\hspace{2cm}} 60,66\text{g} \end{array}$$

$$22,99\text{g} \underline{\hspace{2cm}} x$$

$$39,34 x = 22,99 \times 60,66$$

$$x = 35,31\text{g}$$

O valor de 35,31g calculado corresponde à massa molar do cloro, logo, a associação de um mol de átomos de sódio e um mol de átomos de cloro resulta na formação do composto cloreto de sódio, ou seja, a relação entre o número de átomos de sódio e cloro, no cloreto de sódio, está na razão 1:1.

De forma semelhante aos elementos, que são representados por seus respectivos símbolos químicos, os compostos têm representação nas fórmulas químicas, recurso que fornece composição, proporções interatômicas relativas e efetivas e outras informações (BRADY; HUMISTON, 2008, p. 45).

Quando novas substâncias são extraídas de plantas ou animais, ou sintetizadas no laboratório, é preciso que sejam inicialmente identificadas, sendo essencial desvendar sua estrutura molecular antes de qualquer tipo de utilização ou comercialização. O primeiro passo na identificação química é a determinação das fórmulas empírica e molecular (ATKINS; JONES, 2005, p. 66).

As fórmulas **empíricas** ou **mínimas**, que em regra são obtidas experimentalmente, fornecem por meio dos subíndices (números adjacentes ao símbolos químicos grafados de forma subscrita), o número relativo de átomos de cada elemento presente.

Na ausência do subíndice, subentende-se que seu valor corresponde a 1 (um). A água, cuja razão entre o número de átomos de hidrogênio e oxigênio é 2:1, possui fórmula empírica  $\text{H}_2\text{O}$ , enquanto o cloreto de sódio dispõe da fórmula empírica  $\text{NaCl}$ , visto que a relação entre os átomos de sódio e cloro está na razão 1:1.

A **fórmula molecular**, além indicar a relação interatômica fornecida pela fórmula empírica, também expressa o número efetivo de cada espécie atômica presente na molécula, podendo ser equivalente à sua fórmula empírica ou a qualquer múltiplo inteiro.

A água, por exemplo, possui fórmulas empírica e molecular equivalentes, entretanto, isso não acontece com a glicose, cuja fórmula empírica indica uma relação de 1:2:1 entre os átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio, sendo representada por  $\text{CH}_2\text{O}$ , que difere do quantitativo presente em sua molécula, seis vezes maior, com doze átomos de hidrogênio, seis átomos de carbono, seis de oxigênio e representação  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  (RUSSEL, 2008, p. 54-55).

Embora possam ser representadas por fórmulas empíricas, usam-se normalmente as fórmulas moleculares para indicar compostos moleculares, sendo adequada a escrita empírica para compostos não moleculares.

Um terceiro tipo de fórmula muito utilizada e que apresenta grande relevância química é a **estrutural**, que se destaca por sua abrangência, pois além de possibilitar a obtenção das fórmulas empíricas e moleculares, também indica a forma com que os átomos estão interligados, exibindo as ligações químicas por meio de traços. Entretanto, as fórmulas químicas estruturais não constituem foco desta pesquisa, que aborda a montagem e representação de fórmulas empíricas e moleculares e nomenclatura de bases e ácidos inorgânicos por intermédio do jogo didático NORFQUIM.

As fórmulas moleculares dos ácidos inorgânicos, que em regra coincidem com suas respectivas fórmulas empíricas, possuem hidrogênio (H) na posição da esquerda e um ânion oxigenado ou não oxigenado na posição oposta. Alguns desses compostos, como os ácidos cianídrico, clorídrico e sulfúrico, são muito conhecidos e suas fórmulas moleculares/empíricas estão indicadas na Tabela 2.

Diferentemente dos ácidos, as bases inorgânicas ou hidróxidos são compostos iônicos, logo, representados por suas fórmulas empíricas, que mantêm um cátion metálico na posição esquerda e o ânion hidróxido ( $\text{OH}^-$ ) na posição oposta.

Alguns desses compostos, como o hidróxido de sódio, disponível comercialmente como soda cáustica, e o hidróxido de magnésio, vendido em drogarias como leite de magnésia, medicamento antiácido e laxante, também são bastante conhecidos pela população em geral e suas fórmulas empíricas também estão representadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Nomes e fórmulas químicas empíricas de bases e ácidos inorgânicos popularmente conhecidos

Denominação do composto	Fórmulas empíricas
ácido cianídrico	HCN
ácido clorídrico	HCl
ácido sulfúrico	$\text{H}_2\text{SO}_4$
hidróxido de magnésio	$\text{Mg}(\text{OH})_2$
hidróxido de sódio	NaOH

Fonte: Russel (2008).

### 2.5.2 Nomenclatura sistemática de bases e ácidos inorgânicos

O imenso número de compostos sintetizados laboratorialmente ou isolados de fontes da natureza foi demandando, ao longo da história, a elaboração de um sistema padronizado de procedimentos que possibilitasse nomear compostos químicos de forma singular, na obediência de critérios que permitissem extrair, do próprio nome

do composto, características de composição, grupos funcionais, estados de oxidação, relações interatômicas e outras informações (BRADY; HUMISTON, 2008, p. 143).

As dificuldades de compreensão científica decorrentes da falta de normas coerentes para a identificação de substâncias, motivaram o químico francês Antoine Lavoisier e seus colaboradores, ao final do século XVIII, a proporem um método de nomenclatura que estabelecesse um sistema lógico de denominações químicas (CLAUDINO; NASCIMENTO, 2012, p. 50).

Até àquele momento, era comum que as mesmas substâncias apresentassem diferentes designações a depender do idioma ou ramo profissional. Especialidades como Medicina ou Geologia costumavam definir seus próprios termos para identificar compostos químicos.

A expressão ar deflogisticado e o termo oxigênio, por exemplo, eram usados para identificar a mesma substância, enquanto as expressões *quicksilver* e *hydrargyrum* retratavam apenas duas das inúmeras denominações atribuídas ao mercúrio (STRATHERN, 2002, p. 203).

Na proposta de Lavoisier e seus colaboradores, um composto deveria ser identificado de forma racional, em função dos elementos químicos que o constituem, como ocorre na nomenclatura atual, cuja composição química da substância é indicada por meio do nome.

O cloreto de zinco, por exemplo, é constituído pelos elementos cloro e zinco. Embora as normas de nomenclatura sejam alvo de eventuais adequações que decorrem da contínua descoberta de novos compostos que precisam ser singularmente nomeados, grande parte da nomenclatura proposta por Lavoisier e seus colaboradores sobrevive até os dias atuais (CLAUDINO; NASCIMENTO, 2012, p. 50).

Nesta seção, estão em destaque as normas vigentes com que bases e ácidos inorgânicos recebem seus nomes químicos oficiais. A nomenclatura desses

compostos, juntamente com a montagem e representação de suas fórmulas químicas, é objeto de estudo desta pesquisa, que avalia o processo de aprendizagem do conteúdo de fórmulas e nomenclatura de bases e ácidos inorgânicos por meio do jogo didático NORFQUIM.

As palavras ácido e base foram originalmente definidas a partir das características gustativas (sabor) das substâncias. O termo ácido tem origem latina (*acidus*) e significa azedo, enquanto a denominação base ou álcalis apresenta derivação árabe e significa cinza de plantas, uma referência a compostos adstringentes, popularmente chamados de substâncias que “amarram” a boca (MAIA; BIANCHI, 2007, p. 117).

Atualmente, não se faz mais necessário experimentar amostras de substâncias em análise para verificar sua acidez ou alcalinidade, já que existem formas laboratoriais de averiguação. Além disso, experimentar amostras no laboratório pode colocar em risco a segurança do analista, visto que muitas substâncias são tóxicas e nocivas aos seres humanos.

A primeira explicação satisfatória para o comportamento ácido-base das substâncias foi elaborada pelo cientista Svante Arrhenius e divulgada em 1884. Em sua definição, os ácidos são substâncias que contêm hidrogênio e produzem íons  $H^+$  em solução, e as bases, substâncias que produzem íons hidróxidos ( $OH^-$ ) em solução (RUSSEL, 2008, p. 564).

Posteriormente, foram formuladas concepções mais abrangentes para os termos ácido e base. Em 1923, os pesquisadores Bronsted e Lowry, em publicações independentes, definiram que ácidos são espécies químicas capazes de transferir o próton  $H^+$  para outras espécies químicas; e bases, espécies químicas capazes de retirar prótons  $H^+$  de outras espécies. Dessa forma, tornou-se possível classificar ácidos e bases sem a necessidade de verificar o comportamento de tais substâncias em solução, como requisitava a definição de Arrhenius (MAIA, BIANCHI, 2007, p. 118-119).

No mesmo ano em que Bronsted e Lowry propuseram suas definições, o químico

americano G. N. Lewis também apresentou uma proposta ainda mais abrangente, em que ácido é uma espécie química com capacidade para receber um par eletrônico (receptor de elétrons) para compartilhamento e a base, uma espécie química capaz de fornecer um par eletrônico (doador de elétrons) para ser compartilhado (RUSSEL, 2008, p. 570).

No estudo de bases e ácidos inorgânicos são adotadas, normalmente, as definições de Arrhenius ou Bronsted-Lowry, ficando geralmente a classificação de Lewis para situações, cujo debate exija pontos de vista mais amplos.

Bases e ácidos inorgânicos recebem seus nomes oficiais por meio de diferentes normas. A nomenclatura de uma base depende do cátion que a compõe. Caso o cátion apresente uma única valência, como ocorre com os alcalinos (Ex:  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ), alcalinos terrosos (Ex:  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{+2}$ ) e alumínio ( $\text{Al}^{3+}$ ), que sempre exibem as valências +1, +2 e +3 respectivamente, o nome da base será: a palavra **hidróxido** (referente à presença do ânion hidróxido,  $\text{OH}^-$ , na estrutura do composto), seguida da preposição **de** e do **nome do cátion**, como esquematizado no Quadro 1.

Quadro 1 - Regra geral para nomenclatura de bases inorgânicas derivadas de cátions de valência única

hidróxido de _____ <small>(nome do cátion)</small>
---

Fonte: Maia e Bianchi (2007, p.125).

Os cátions monoatômicos (que possuem apenas um átomo) são íons formados pela perda de um ou mais elétrons, sendo identificados pelo próprio nome do elemento químico que os originou. O cátion  $\text{Na}^+$ , resultante de um átomo de sódio que perdeu um elétron, recebe o nome de íon sódio. De forma semelhante, o cátion  $\text{Ca}^{2+}$ , proveniente de um átomo de cálcio que perdeu dois elétrons, denomina-se íon cálcio (BETTELHEIM; CAMPBELL; FARRELL, 2012, p. 64). A seguir, temos alguns exemplos de bases, cujos nomes foram obtidos a partir da aplicação da regra descrita.

NaOH: hidróxido de sódio;

KOH: hidróxido de potássio;



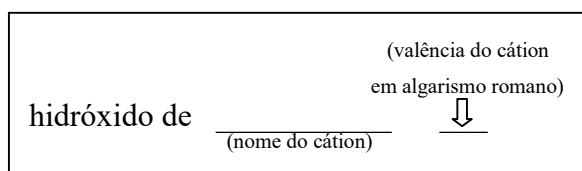
$\text{Ca(OH)}_2$ : hidróxido de cálcio;

$\text{Mg(OH)}_2$ : hidróxido de magnésio;

$\text{Al(OH)}_3$ : hidróxido de alumínio.

Outra situação que modifica o modo de atribuir nomes às bases acontece quando um cátion com duas ou mais possibilidades de valência está presente no composto. Nessa condição, acrescenta-se, ao nome da base, a valência do cátion grafada em algarismo romano, obedecendo assim, a regra exposta no Quadro 2.

Quadro 2 - Regra geral para nomenclatura de bases inorgânicas derivadas de cátions com duas ou mais valências



Fonte: Maia e Bianchi (2007, p.125).

Os íons derivados do elemento ferro (Fe), por exemplo, podem apresentar tanto a valência +2 como +3. Essas duas possibilidades permitem que este elemento origine duas bases distintas, com fórmulas  $\text{Fe(OH)}_2$  e  $\text{Fe(OH)}_3$ . Na primeira situação, o ferro exibe a valência +2, e conseqüentemente é chamado de hidróxido de ferro II. Na segunda, com valência +3, recebe o nome de hidróxido de ferro III.

Também é possível nomear bases de cátions que exibem duas valências usando a terminação OSO para a menor valência e ICO para a maior, entretanto, o grau de dificuldade aumenta, visto que nesta norma de nomenclatura os nomes dos cátions derivam das denominações de referência dos elementos químicos, que como já foi explicado na seção anterior, não tem origem no idioma português, exigindo que os alunos pratiquem memorização.

Dessa forma, o composto  $\text{Fe(OH)}_2$  recebe o nome de hidróxido ferroso, enquanto o  $\text{Fe(OH)}_3$ , hidróxido férrico. A seguir, temos mais alguns exemplos de bases, com suas possibilidades de nomenclatura:

$\text{CuOH}$ : hidróxido de cobre I ou hidróxido cuproso;

$\text{Cu(OH)}_2$ : hidróxido de cobre II ou hidróxido cúprico;

AuOH: hidróxido de ouro I ou hidróxido auroso;

Au(OH)<sub>3</sub>: hidróxido de ouro III ou hidróxido áurico.

Quanto à presença de oxigênio na fórmula, os ácidos inorgânicos podem ser classificados em **hidrácidos** e **oxiácidos** (MAIA; BIANCHI, 2007, p. 123). Os **hidrácidos** são soluções aquosas de ácidos que não contém oxigênio em sua fórmula. São constituídos por hidrogênio e um ânion não oxigenado, sendo também conhecidos por ácidos binários, visto que apresentam normalmente apenas dois elementos químicos em sua fórmula: hidrogênio e um ânion monoatômico não metálico.

O nome dos ânions monoatômicos é dado a partir do acréscimo do sufixo **eto** à primeira parte do nome ou prefixo representativo do elemento químico que originou o íon (ATKINS; JONES, 2005, p. 53). Os ânions F<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup> e S<sup>2-</sup>, por exemplo, derivados nesta ordem do flúor, cloro e enxofre, recebem a partir da regra descrita as seguintes denominações: íon fluoreto, íon cloreto e íon sulfeto, respectivamente. Essa regra também vale para alguns ânions poliatômicos não oxigenados como o CN<sup>-</sup>, cujo nome, íon cianeto, segue a mesma norma.

O nome de um hidrácido é dado da seguinte forma: palavra **ácido**, seguida da raiz do nome do ânion, acrescida do sufixo **ídrico**, ou seja, ao determinar o nome de um hidrácido, o sufixo **eto** dos ânions deve ser substituído pela terminação **ídrico**. A regra geral de nomenclatura dos hidrácidos está no Quadro 3, seguida de alguns exemplos desses compostos.

Quadro 3 - Regra geral para nomenclatura dos hidrácidos

ácido _____ ídrico (nome da raiz do ânion)
---

Fonte: Brady e Humiston (2008, p.146).

Nota: Dados adaptados pelo autor.

Exemplos:

HF: ácido fluorídrico;

HCl: ácido clorídrico;

HBr: ácido bromídrico;

HCN: ácido cianídrico;

H<sub>2</sub>S: ácido sulfídrico.

Os **oxiácidos** são ácidos constituídos por hidrogênio, oxigênio e, pelo menos, mais um elemento. A nomenclatura desses compostos consiste na utilização dos sufixos **ico** e **oso** e prefixos **hipo** e **per**, que indicam o número de oxidação (NOX) em que o átomo central da estrutura se encontra.

Embora haja oxiácidos derivados de metais, como os ácidos permangânico e crômico, neste trabalho serão tratados apenas os derivados de elementos não metálicos, visto que são mais utilizados e contemplam abordagem mais ampla no ensino médio.

Também não serão tratados nesta dissertação os ácidos derivados de fósforo (P), silício (Si), boro (B), arsênio (As) e antimônio (Sb), que embora não sejam elementos metálicos, originam oxiácidos de diferentes graus de hidratação, cujas regras de nomenclatura dispõem de variações que não serão contempladas pelo jogo didático desenvolvido nesta pesquisa.

Alguns dos ametais que compõem a estrutura química de oxiácidos apresentam diferentes estados de oxidação, em virtude da disponibilidade eletrônica que há em suas camadas de valência, o que explica a possibilidade de um mesmo elemento químico originar diferentes oxiácidos.

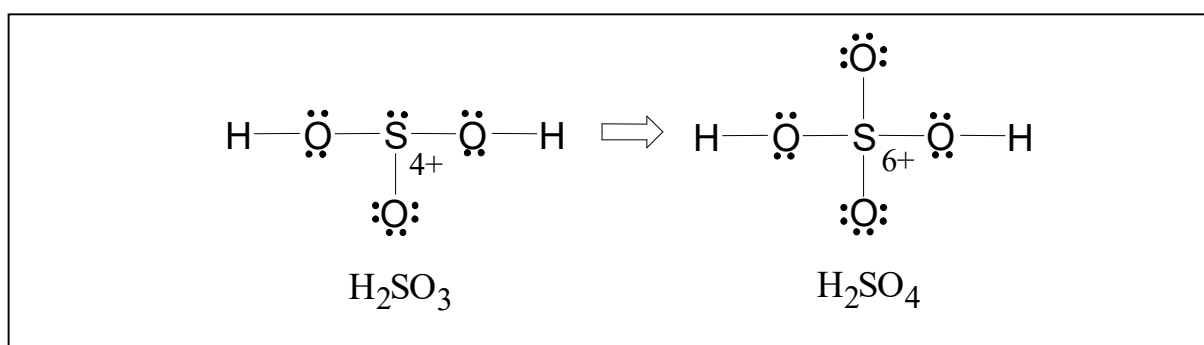
Enquanto nos hidrácidos os átomos de ametais, que são mais eletronegativos que o hidrogênio, assumem carga negativa, nos oxiácidos a presença do oxigênio modifica esse panorama. No HCl (ácido clorídrico), por exemplo, o cloro monovalente que está associado ao hidrogênio, apresenta NOX -1, entretanto, no composto de fórmula HClO, o oxigênio presente promove o deslocamento da densidade eletrônica em seu favor, o que reflete no aumento da carga positiva do cloro e do seu estado de oxidação.



Empregando raciocínio semelhante para o ácido  $\text{H}_2\text{SO}_3$ , é possível perceber, em sua estrutura de Lewis ilustrada na Figura 6, que o átomo de enxofre (grupo 16/VIA), cujo estado de oxidação é +4, possui um par de elétrons livres disponível à formação de mais uma ligação covalente.

Como nos exemplos anteriores, se o par eletrônico serve-se à formação de uma ligação com oxigênio, a dispersão da densidade eletrônica se intensifica, em virtude da alta eletronegatividade (MAIA, BIANCHI, 2007, p. 84-85) desse elemento, propiciando o aumento da carga positiva do enxofre e do seu estado de oxidação, como ilustrado na Figura 6. Se o oxigênio não estiver presente, como no ácido sulfídrico,  $\text{H}_2\text{S}_{(\text{aq})}$ , o átomo de enxofre, mais eletronegativo que o hidrogênio, assume carga negativa -2.

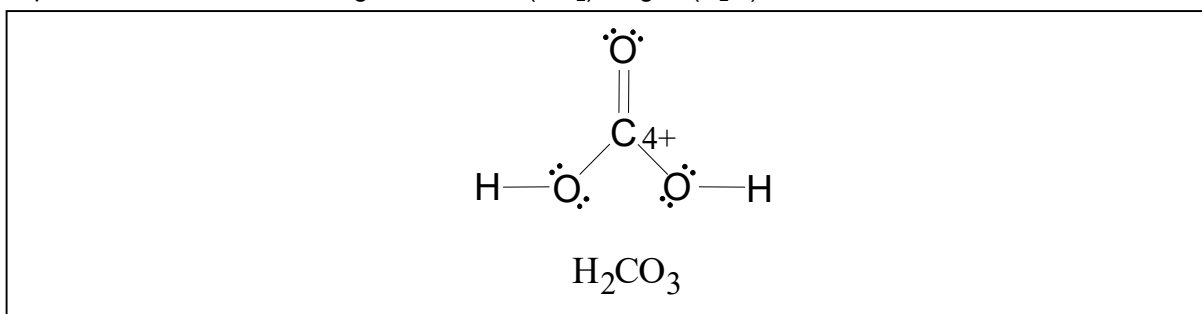
Figura 6 - Estruturas de Lewis de oxiácidos derivados do enxofre



Fonte: autor.

De forma distinta do que ocorre com os oxiácidos derivados de elementos dos grupos 15/VA, 16/VIA e 17/VIIA da tabela periódica, no composto  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , cuja estrutura de Lewis está ilustrada na Figura 7, o átomo central de carbono (grupo 14/IVA) utiliza todos os elétrons da camada de valência para compor seu octeto, não havendo pares eletrônicos livres disponíveis à formação de novas ligações químicas com oxigênio.

Figura 7 - Estrutura de Lewis do ácido carbônico ( $H_2CO_3$ ), composto instável que se decompõe espontaneamente, formando gás carbônico ( $CO_2$ ) e água ( $H_2O$ )



Fonte: autor.

A regra para nomear oxiaácidos considera duas informações: o grupo químico/família e o NOX do elemento central da molécula, como esquematizado na Tabela 3, a seguir.

Tabela 3 - Regras de nomenclatura para oxiaácidos

Denominação do composto	Estados de oxidação do elementos químicos/Grupo			
	Grupo 14 (IVA)	Grupo 15 (VA)	Grupo 16 (VIA)	Grupo 17 (VIIA)
<b>hipo</b> _____oso (termo derivado do elemento)				+1
_____oso (termo derivado do elemento)		+3	+4	+3
_____ico (termo derivado do elemento)	+4	+5	+6	+5
<b>per</b> _____ico (termo derivado do elemento)				+7

Fonte: Russel (2008, apêndice C).

Nota: Dados adaptados pelo autor.

Os oxiaácidos derivados de halogênios (grupo 17/VIIA) são identificados pelos prefixos **hipo**, se o estado de oxidação do ametal for +1, e **per**, quando for +7. Quando forem +1 e +3, os nomes receberão os sufixo **oso**; e **ico** se os NOX forem +5 e +7. Ao aplicar a regra apresentada aos ácidos oxigenados derivados do elemento cloro, temos:

HClO (NOX<sub>Cl</sub>= +1): ácido hipocloroso

HClO<sub>2</sub> (NOX<sub>Cl</sub>=+3): ácido cloroso

HClO<sub>3</sub> (NOX<sub>Cl</sub>=+5): ácido clórico

HClO<sub>4</sub> (NOX<sub>Cl</sub>=+7): ácido perclórico

A partir desses exemplos, é possível notar que cada átomo de oxigênio adicionado provoca o aumento de duas unidades no NOX do halogênio, regra que vale tanto para os elementos do grupo 17/VIIA, como para os dos grupos 15/VA e 16/VIA, conforme exemplos a seguir.

HNO<sub>2</sub> (NOX<sub>N</sub>=+3): ácido nitroso

HNO<sub>3</sub> (NOX<sub>N</sub>=+5): ácido nítrico

HSO<sub>3</sub> (NOX<sub>S</sub>=+4): ácido sulfuroso

HSO<sub>4</sub> (NOX<sub>S</sub>=+6): ácido sulfúrico

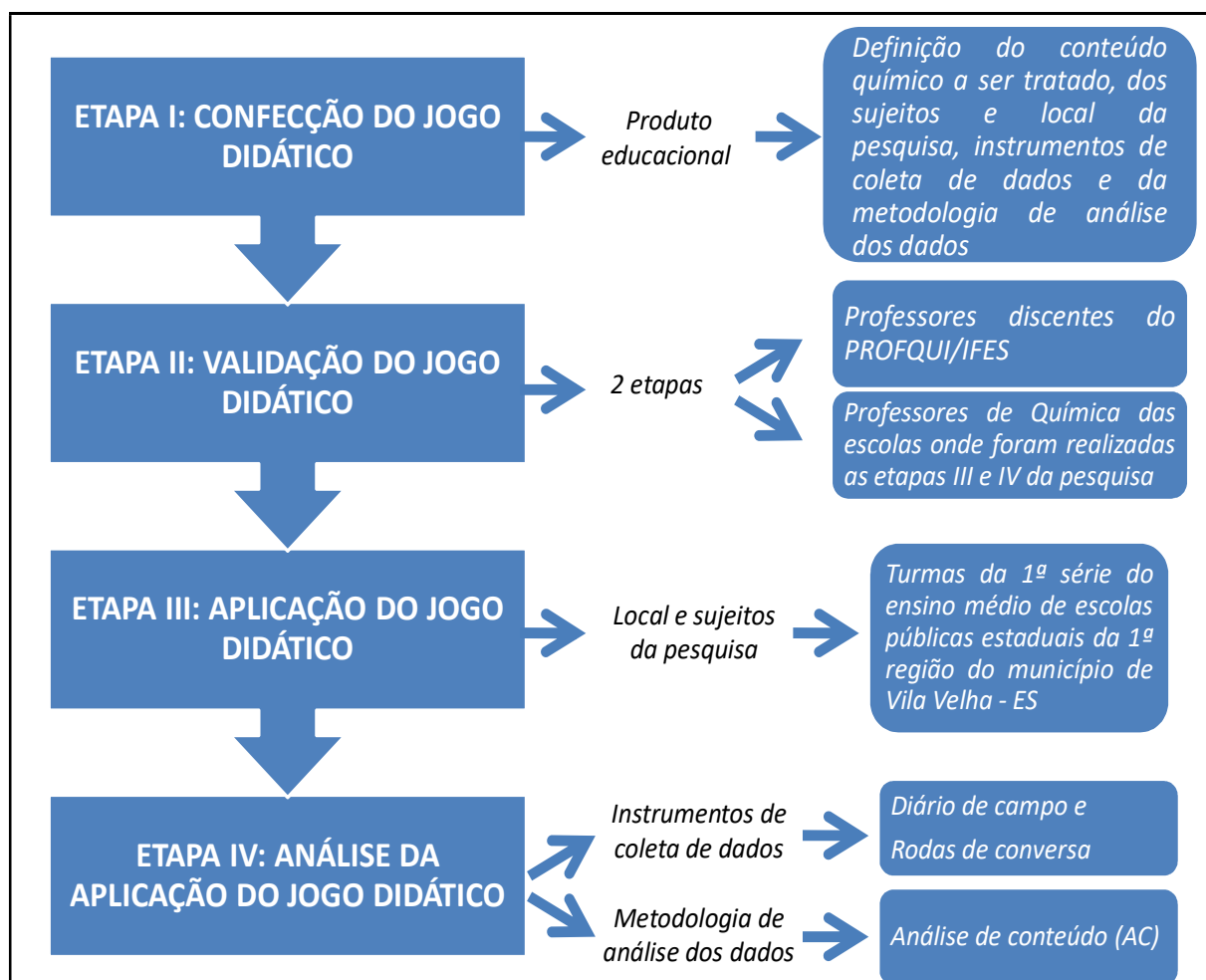
O padrão de representação e as regras de nomenclatura de bases e ácidos inorgânicos, exibidos nesta seção, foram explorados na elaboração e aplicação do jogo didático NORFQUIM desenvolvido na presente pesquisa. A metodologia empregada na aplicação e análise do material será descrita no capítulo seguinte desta dissertação.

### 3 METODOLOGIA

A metodologia compreende a descrição detalhada e fidedigna de todas as técnicas e procedimentos que foram utilizados na realização do estudo (KAUARK; MANHÃES; MEDEIROS, 2010, p. 53), incluindo a modalidade de investigação, os instrumentos de coleta de dados e os métodos de tratamento e análise de resultados empregados na pesquisa.

O presente estudo foi subdividido em quatro etapas, que constam no esquema ilustrativo da Figura 8, a seguir:

Figura 8 - Etapas e procedimentos metodológicos empregados na pesquisa



Fonte: autor.



A pesquisa é aplicada, visto que objetiva produzir conhecimentos aplicáveis à solução de problemas específicos (SILVEIRA; CÓRDOVA, 2009, p. 35), e de cunho descritivo-explicativo, pois une particularidades de ambas as modalidades. A pesquisa descritiva busca estudar algum fenômeno, experiência ou população por meio da descrição das características do objeto de estudo e a pesquisa explicativa empenha-se em encontrar o porquê da ocorrência dos fenômenos, a partir do conhecimento extraído de determinada situação ou realidade, conforme as definições apresentadas por Moreira e Caleffe (2008, p. 70) a seguir:

**Pesquisa descritiva** é um estudo de *status* que é amplamente usado na educação e nas ciências comportamentais. O seu valor baseia-se na premissa de que os problemas podem ser resolvidos e as práticas melhoradas por meio da observação objetiva e minuciosa da análise e da descrição. [...] tem como objetivo principal a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis.[...] **Pesquisa explicativa** [...] tem como preocupação central identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos. Esse é o tipo de pesquisa que mais aprofunda o conhecimento da realidade, porque explica a razão, o porquê das coisas.

Essa classificação descritivo-explicativa, atribuída ao presente estudo, decorre do objetivo desta pesquisa em explicar a contribuição do jogo NORFQUIM na aprendizagem significativa de fórmulas e nomenclatura de bases e ácidos inorgânicos por meio da descrição e análise das experiências práticas vivenciadas pelos alunos com este jogo durante a terceira etapa do estudo. A descrição e a análise das experiências se baseou nas observações do pesquisador, comentários de professores e declarações dos alunos participantes.

Quanto à forma de abordagem, o presente estudo é qualitativo, perspectiva que não prioriza a representatividade numérica, mas procura compreender com maior profundidade o objeto em estudo. Em relação a essa concepção qualitativa da pesquisa, Kauark, Manhães e Medeiros (2010, p. 26), destacam que:

[...] há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave.

A perspectiva qualitativa deste estudo é bem evidente, já que a análise dos resultados da aplicação do jogo didático NORQUIM levou em consideração a ótica dos participantes e a percepção do pesquisador, sendo a coleta de dados realizada no ambiente escolar natural dos sujeitos (seção 4.1) da pesquisa.

Os instrumentos empregados na coleta de informações foram o diário de campo do pesquisador e as rodas de conversa realizadas com professores e alunos participantes, cujas falas foram registradas em áudio. No diário, acontecimentos, eventualidades, situações de aprendizagem, erros, dificuldades, dúvidas, questionamentos e declarações dos alunos, além de outras situações que ocorreram durante a aplicação do jogo didático, foram descritas sob a ótica do pesquisador.

O diário de campo configura-se como um dispositivo de registro das temporalidades cotidianas vivenciadas na pesquisa, ao potencializar a compreensão dos movimentos da/na pesquisa e das diversas culturas inscritas no cotidiano da comunidade e da escola estudada (OLIVEIRA, 2014, p. 1).

Já as informações extraídas das rodas de conversa, a partir da discussão coletiva entre alunos e professores, propiciaram a avaliação do jogo didático sob a ótica dos participantes. Quando empregada na pesquisa qualitativa, a roda de conversa pode fornecer um valioso material para análise, visto que os dados gerados dessa forma, diferentemente do que ocorre nas entrevistas, são construídos em conjunto a partir de diferentes pontos de vista e opiniões que divergem ou se complementam.

A roda de conversa permite socializar conhecimentos e trocar experiências entre os participantes, de forma que se possa construir e reconstruir saberes, conforme explicam Moura e Lima (2014, p. 100):

Nas rodas de conversa, o diálogo é um momento singular de partilha, porque pressupõe um exercício de escuta e de fala, em que se agregam vários interlocutores, e os momentos de escuta são mais numerosos do que os de fala. As colocações de cada participante são construídas por meio da interação com o outro, seja para complementar, discordar, seja para concordar com a fala imediatamente anterior. Conversar, nessa acepção, significa compreender com mais profundidade, refletir mais e ponderar, no sentido de compartilhar [...].

Os áudios obtidos a partir das rodas de conversa foram posteriormente transcritos, fragmentados em unidades de análise e submetidos ao processo da categorização,

com intuito de interpretar os dados coletados, processo que será melhor descrito ainda nesta seção. Foram ordenadas seis categorias (vide: capítulo 6) que foram posteriormente examinadas por análise de conteúdo (AC) (BARDIN, 1977; MORAES, 1999).

A análise de conteúdo constitui uma metodologia de pesquisa usada para descrever e interpretar o conteúdo de toda classe de documentos e textos. Essa análise, conduzindo a descrições sistemáticas, qualitativas ou quantitativas, ajuda a reinterpretar as mensagens e a atingir uma compreensão de seus significados num nível que vai além de uma leitura comum (MORAES, 1999, p. 8).

A AC, tradicionalmente, utiliza materiais textuais escritos preexistentes ou produzidos no transcurso da própria pesquisa por meio da transcrição de entrevistas ou rodas de conversa, como é o caso do presente estudo, ou ainda, originados de fotografias, cartazes, jornais, informes, livros, depoimentos, gravações, diários, filmes e outras fontes (MORAES, 1999, p. 8; CAREGNATO; MUTTI, p. 683). Entretanto, para que haja melhor compreensão e interpretação, esse material bruto, que pode ter origem em fontes diversificadas, deve ser submetido a adequada organização e processamento.

Em relação ao processamento da AC, há diferentes descrições propostas por diferentes autores. Neste trabalho foi utilizada a proposta de Moraes (1999), que subdivide a AC em cinco etapas: (1ª) preparação; (2ª) unitarização ou transformação do conteúdo em unidades; (3ª) categorização ou classificação das unidades em categorias; (4ª) descrição; (5ª) interpretação.

(1ª) A etapa inicial de preparação envolve a identificação das amostras de informação com base nos objetivos da pesquisa e a codificação dos materiais por meio de números ou letras que permitam ao pesquisador encontrar, sempre que a consulta for necessária, os documentos da análise no transcurso da pesquisa.

(2ª) Na segunda etapa, denominada unitarização ou transformação do conteúdo em unidades, os materiais são criteriosamente fragmentados em unidades de análise, também denominadas unidades de significado ou registro. A natureza do problema investigado será importante para a caracterização das unidades de análise que

podem ser frases, palavras, temas ou documentos completos. Cada unidade também deve ser devidamente codificada.

(3ª) Na terceira etapa, chamada de categorização, as unidades de análise são agrupadas, por semelhança ou analogia, a partir de parâmetros preestabelecidos. Na determinação das categorias, cinco critérios devem ser observados:

a) *categorias válidas, pertinentes ou adequadas*: sob esta perspectiva as categorias devem ser válidas, pertinentes ou adequadas, quanto aos objetivos da análise, à natureza do material analisado e os problemas que se deseja solucionar. Se as categorias são definidas previamente, a validade ou pertinência deve ser estabelecida a partir de fundamentos teóricos. Já, quando as categorias emergem dos dados coletados, a validade se constrói de forma gradativa;

b) *exaustividade ou inclusividade*: a categorização do conteúdo significativo dos dados, tendo por referência os objetivos da pesquisa, deve incorporar todas as unidades de análise, ou seja, nenhum dado significativo deve ficar sem classificação;

c) *homogeneidade*: todas as categorias devem ser fundamentadas em um único princípio ou critério de classificação;

d) *exclusividade ou exclusão mútua*: cada unidade de análise só pode ser incluída em uma única categoria;

e) *objetividade, consistência ou fidedignidade*: a objetividade está muito relacionada com a exclusividade, visto que reduz as dúvidas quanto à inclusão das unidades de análise nas categorias. Entretanto, segundo Moraes (1999, p. 14), este critério tem sido muito questionado em abordagens qualitativas de pesquisa, pois nessa concepção é possível trabalhar com possibilidades e realidades múltiplas, o que propicia captar diferentes dimensões a partir de uma mesma fonte analisada.

(4ª) A etapa de descrição do conteúdo, nas pesquisas qualitativas, representa a comunicação entre as unidades de uma mesma categoria. Neste estágio um texto síntese que expressa os significados captados e deduzidos do conjunto de unidades é escrito para cada uma das categorias, com inclusão de citações diretas dos dados originais.

(5ª) A quinta e última etapa do processo é a interpretação. Esta fase é essencial a AC, em especial nas análises qualitativas, pois busca a compreensão mais aprofundada das questões que foram analisadas, não permitindo que a análise se limite à descrição.

Em função do envolvimento de humanos no estudo, o projeto desta pesquisa foi inicialmente submetido e posteriormente aprovado pelo Comitê de ética em pesquisa (CEP) do IFES, conforme parecer consubstanciado que consta no ANEXO A. O ambiente e os sujeitos participantes deste estudo serão descritos na seção seguinte.

### 3.1 LOCAL E SUJEITOS DA PESQUISA

O estudo foi realizado na primeira região administrativa do município de Vila Velha - ES, que abrange o centro da cidade e bairros vizinhos. A escolha dessa localidade levou em consideração sua representatividade populacional, visto que se trata da região mais populosa da cidade, segundo informações do perfil socioeconômico do município (VILA VELHA, 2013), como mostra a Tabela 4.

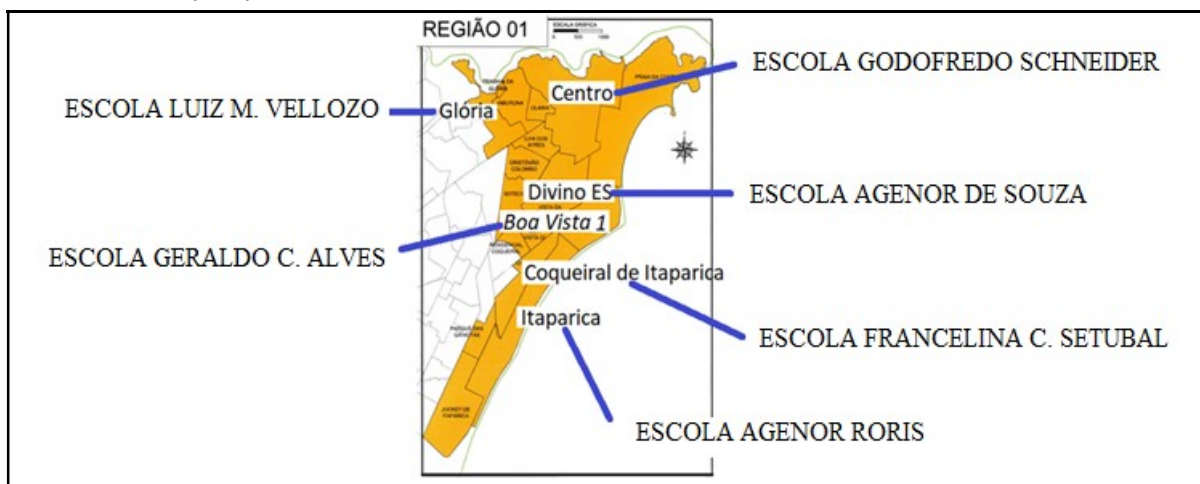
Tabela 4 - Distribuição populacional nas regiões administrativas do município de Vila Velha-ES

Subdivisão administrativa do município de Vila Velha	Número de habitantes/região
Região 01	147.289
Região 02	69.551
Região 03	68.635
Região 04	65.970
Região 05	59.381

Fonte: Vila Velha (2013).

A pesquisa contou com a participação de alunos da 1ª série do ensino médio regular do turno diurno das escolas públicas estaduais localizadas na referida região. Ao todo, seis escolas serviram de sítio para a pesquisa. Os nomes das instituições de ensino envolvidas e os bairros onde se localizam estão destacados a seguir, no Mapa 1.

Mapa 1 - Primeira região administrativa do município de Vila Velha com a localização/bairro das escolas onde a pesquisa foi realizada



Fonte: Vila Velha (2013, p. 9)

Nota: Imagem adaptada pelo autor.

Nas seções seguintes serão descritas as etapas da pesquisa, além dos instrumentos e procedimentos empregados em cada estágio.

### 3.2 ETAPAS DA PESQUISA E COLETA DE DADOS

A pesquisa foi subdividida em quatro etapas (vide: Figura 8) que consistem na confecção, validação, aplicação e análise do jogo didático NORFQUIM. Cada um dos referidos estágios serão descritos no itens que seguem.

#### 3.2.1 Etapa (I): confecção do jogo didático

Nesta etapa inicial, além da definição do conteúdo químico que seria abordado pelo jogo didático e o segmento do ensino médio contemplado, também se estabeleceu a localidade e sujeitos da pesquisa. O processo de confecção do jogo propriamente dito usou materiais e alguns equipamentos, que constam listados a seguir:

- a) folhas de papel cartão;
- b) folhas de papelão 1mX60cm;
- c) fita adesiva cor preta (largura: 48mm);
- d) estilete;
- e) canaletas de policloreto de vinila (PVC) para instalação elétrica (2cm X 1cm) e cotovelos 90°;
- f) lona, bastão e cordão para confecção do banner;
- g) impressora colorida modelo Epson L365.

O jogo fabricado para esta pesquisa contém três componentes básicos: cartas, suportes para cartas e banner. Nas folhas de papel cartão, cortadas em forma retangular tamanho 19cm X 15cm, foram impressas 84 cartas coloridas, cada uma referente a um elemento químico ou íon poliatômico, com informações de identificação, símbolo, família e NOX.

Os suportes para cartas foram feitos com folhas de papelão 1m X 60cm (vendidas em papelarias) e emoldurados na parte posterior com canaletas plásticas de PVC, disponíveis comercialmente em lojas de materiais para instalação elétrica ou construção. Os cotovelos 90° foram empregados no acabamento das molduras.

Para criar os sítios de cartas nos suportes, foram desenhados, em cada folha de papelão, doze retângulos, todos com 16 cm de aresta vertical e 13 cm de aresta horizontal. A seguir, realizaram-se cisões com estilete sobre as arestas verticais e a aresta horizontal-superior de cada retângulo. A aresta horizontal-inferior dos retângulos não sofreu cisão, pois compõe a base para apoio das cartas. As imagens das cartas, suportes e banner constam no capítulo 5, em que será apresentado o jogo com suas regras.

A fita adesiva, cor preta, foi utilizada para contornar os sítios, proporcionando contraste entre suporte e cartas. O banner de lona com bastão e cordão, contendo as regras de nomenclatura foi encomendado e confeccionado em gráfica com dimensões 1,80m X 1,40m. Após confeccionado, o jogo foi submetido ao processo de validação, descrito na seção seguinte.

### **3.2.2 Etapa (II): validação do jogo didático**

A validação do jogo didático NORFQUIM sucedeu em dois estágios. No primeiro estágio, participaram professores de Química discentes do programa de mestrado profissional em Química PROFQUI/IFES; e no segundo estágio, professores de Química das escolas públicas estaduais onde a pesquisa ocorreu. Durante a validação, foram listadas sugestões quanto às dimensões das cartas e banner, estrutura dos suportes e alteração de regras com vista a otimização da dinâmica do jogo. As informações reunidas serviram de base para modificações e incrementos ao jogo NORFQUIM. Concluídas as adequações propostas, seguiu-se para a fase de aplicação do jogo, que será descrita na seção seguinte.

### **3.2.3 Etapa (III): aplicação do jogo didático**

Como já informado, a aplicação do jogo NORFQUIM ocorreu em turmas da 1ª série do ensino médio regular do turno diurno das escolas públicas estaduais da localidade do município de Vila Velha que acolheu a pesquisa. A partir do Mapa 1, é possível constatar que a região contém seis escolas públicas estaduais de ensino médio regular, dentre as quais, foram aleatoriamente selecionadas, por sorteio, seis turmas de diferentes escolas da região (uma turma/escola), a fim de testar o jogo didático. As turmas eleitas para aplicação do jogo tinham, em média, vinte alunos/turma.

Cada aplicação durou cerca de 1h e 40 minutos (duas aulas seguidas de 50 minutos). Como o assunto abordado pelo jogo em análise foi **fórmulas químicas e nomenclatura de bases e ácidos inorgânicos**, fez-se quesito necessário à aplicação do jogo, o conhecimento prévio do conteúdo por parte dos alunos, visto



não ser possível montar fórmulas químicas ou nomear ácidos e bases sem dispor de conhecimentos básicos mínimos sobre o assunto.

Por essa razão, só houve aplicação do jogo NORFQUIM após o conteúdo didático do jogo ter sido trabalhado pelo professor de Química ou quando a abordagem do assunto encontrava-se em andamento.

#### **3.2.4 Etapa (IV): análise dos registros da aplicação do jogo didático**

A análise do jogo baseou-se nos registros obtidos a partir do diário de campo (OLIVEIRA, 2014) do pesquisador e das rodas de conversa (MOURA; LIMA, 2014) realizadas após aplicação do jogo. O diário foi empregado para registrar os fatos observados durante a aplicação do jogo NORFQUIM, como situações de aprendizagem, eventualidades, dúvidas e erros dos alunos, discussões entre estudantes e outras situações relevantes à pesquisa.

Após terminada a aplicação do jogo, os participantes eram convidados a uma roda de conversa. O convite estendeu-se aos alunos que participaram do jogo didático e professores que assistiram à aplicação, a fim de extrair opiniões e comentários relacionados à aprendizagem por meio do jogo NORFQUIM.

As discussões despontadas nas rodas de conversa foram registradas em gravador de voz e o áudio posteriormente transcrito foi analisado qualitativamente por AC (BARDIN, 1977; MORAES, 1999). Essas conversas foram guiadas por um roteiro, que consta no APÊNDICE A.

O material oriundo da transcrição dos áudios, após ser detalhadamente examinado, foi submetido ao processo de fragmentação que resultou na unitarização dos textos iniciais, com intuito de que fossem definidas as unidades de análise (BARDIN, 1977, p. 104; MORAES, 1999, p. 11). Depois de estabelecidas as unidades e identificadas por meio de códigos (codificação), buscou-se encontrar relações interunitárias para reuni-las em conjuntos mais complexos denominados categorias (BARDIN, 1977, p. 127).

Dessa forma, o processo de categorização realizado no presente estudo resultou em seis categorias que serão discutidas no sexto capítulo desta dissertação. As categorias constituídas são temáticas e emergentes, pois foram idealizadas a partir da identificação de semelhanças semânticas entre as unidades de análise e não foram definidas previamente, mas emergiram da própria análise dos dados (MORAES, 1999, p. 12).

Após definidas as seis categorias, buscou-se interconectar, em cada categoria, as unidades de análise, a fim de expressar os significados captados e deduzidos do conjunto de unidades, por meio de descrição e interpretação. A compreensão alcançada dessa captação de significados constam nos resultados e discussão (vide: Capítulo 6) desta dissertação. A apresentação do jogo didático NORFQUIM, produto educacional, com suas regras será a temática da seção subsequente.

## 4 O JOGO DIDÁTICO NORFQUIM - PRODUTO EDUCACIONAL

Com já exposto, o produto do presente mestrado profissional trata-se de um jogo didático elaborado durante esta pesquisa, voltado à área específica do ensino de Química (Educação em Ciências/Química) e intitulado NORFQUIM, cuja sigla significa **nomeando e representando fórmulas químicas**. Sua utilização objetiva promover aprendizagem e domínio de conceitos relativos à montagem e representação de fórmulas químicas e nomenclatura de bases e ácidos inorgânicos. Neste capítulo, consta a descrição do jogo e de suas regras.

### 4.1 PEÇAS DO JOGO

O jogo é formado basicamente por três componentes que serão apresentados a seguir: cartas, suportes para cartas e banner.

#### 4.1.1 Cartas do jogo

Compõem o jogo, oitenta e quatro cartas impressas em papel cartão (19cm X 15cm). Cada uma corresponde a um único elemento químico ou íon poliatômico e contém informações de identificação, símbolo, família e NOX relativos ao respectivo elemento ou íon.

Do conjunto total, vinte e oito cartas são referentes ao hidrogênio e vinte e oito ao oxigênio. No restante, há duas cartas de íons poliatômicos, um cátion e um ânion, e vinte e seis cartas de elementos variados, sendo metade metais e metade ametais.

Como já foi exposto na seção 2.5.2, cartas dos elementos fósforo (P), silício (Si), boro (B), arsênio (As) e antimônio (Sb) não fazem parte deste jogo, pois esses elementos originam oxiácidos de diferentes graus de hidratação, cujas regras de nomenclatura dispõem de variações que não são contempladas pelo jogo NORFQUIM e devem ser abordadas pelo professor de Química em outro momento didático.

Na Figura 9 encontram-se ilustradas algumas cartas do jogo, no APÊNDICE B, a tabela com o quantitativo completo de cartas, e no APÊNDICE C, o conjunto completo das cartas do jogo NORFQUIM.

Figura 9 - Exemplos das cartas que compõem o jogo NORFQUIM

<p><b>HIDROGÊNIO</b></p> <p><b>H</b><sup>1+</sup></p>	<p><b>CLORO</b> 1- 1+ 3+ 5+ 7+</p> <p><b>Cl</b></p> <p><b>NÃO-METAL</b> <b>GRUPO 17 (VII A)</b></p>	<p><b>ALUMÍNIO</b></p> <p><b>Al</b><sup>3+</sup></p> <p><b>METAL</b> <b>GRUPO 13 (III A)</b></p>	<p><b>OXIGÊNIO</b></p> <p><b>O</b><sup>2-</sup></p> <p><b>NÃO-METAL</b> <b>GRUPO 16 (VI A)</b></p>	<p><b>CIANETO</b></p> <p><b>CN</b><sup>1-</sup></p> <p><b>ÂNION</b> <b>POLIATÔMICO</b></p>
---	---	--	--	--

Fonte: autor.

#### 4.1.2 Suporte para cartas

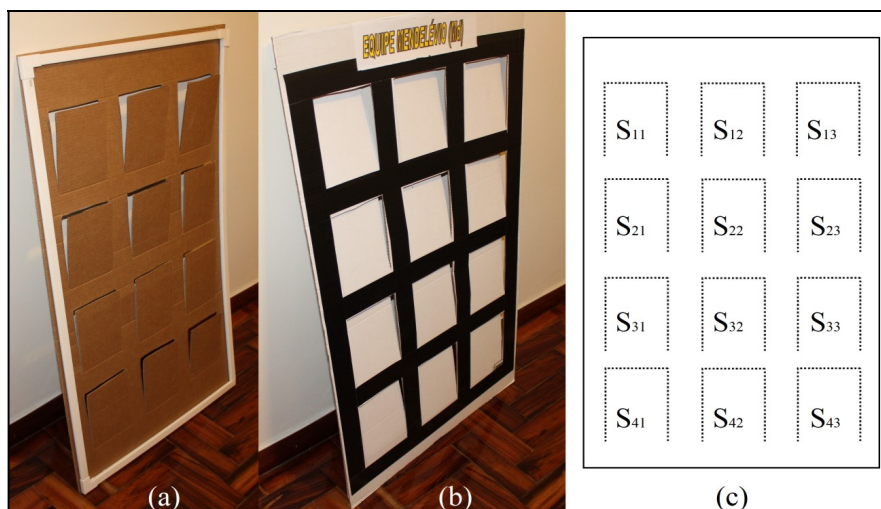
Foram confeccionados seis suportes para cartas (1m X 60cm), feitos de papelão e emoldurados na parte posterior com canaletas plásticas de PVC (disponíveis no comércio para uso em instalações elétricas). A moldura confere equilíbrio ao suporte, impedindo sua queda durante a manipulação dos participantes.

Através de cisões realizadas no papelão, com uso de estilete, foram produzidos os sítios (espaços reservados ao encaixe das cartas) e delimitados com fita adesiva preta. Cada suporte possui doze sítios que se dispõem em três colunas e quatro linhas, conforme mostra a Fotografia 1.

Além de permitirem boa organização das cartas, os suportes possibilitam melhor visualização do jogo a todos os participantes, o que favorece a prática em equipes. A fita preta delimitadora propicia contraste entre cartas e suporte, também melhorando a visualização por parte dos participantes.

Fotografia 1 - Suporte para cartas do jogo NORFQUIM.

- (a) visão posterior do suporte emoldurado com canaletas de PVC;  
 (b) visão anterior do suporte de cartas com sítios delimitados pela fita adesiva preta;  
 (c) esquematização do suporte, indicando os doze sítios (S) dispostos em 4 linhas e 3 colunas.



Fonte: autor.

#### 4.1.3 Banner

Também faz parte do jogo um banner de lona (1,80m X 1,40m), ilustrado na Figura 10, que contém a síntese das regras de nomenclatura para bases e ácidos inorgânicos, já descritas na seção 2.5.2.

Figura 10 - Banner ilustrativo com as principais regras de nomenclatura para bases e ácidos inorgânicos

**NOMENCLATURA DE BASES E ÁCIDOS INORGÂNICOS**

UTILIZAR SOMENTE PARA ELEMENTOS COM MAIS DE UMA VALÊNCIA

**BASES:** hidróxido de \_\_\_\_\_  
 (CÁTION) (VALÊNCIA) ALGARISMO ROMANO

**ÁCIDOS:** a) Hidrácidos: (não contêm *oxigênio*) → ácido \_\_\_\_\_ ídrico  
 (RAIZ DO ÂNION)

b) Oxiácidos: (contêm *oxigênio*)

	Grupo 14 (IVA)	Grupo 15 (VA)	Grupo 16 (VIA)	Grupo 17 (VIIA)
hipo_____oso				+1
_____oso		+3	+4	+3
_____ico	+4	+5	+6	+5
per_____ico				+7

Fonte: autor.

## 4.2 OBJETIVO DO JOGO

Construir e representar fórmulas químicas de bases e ácidos inorgânicos e nomeá-los segundo regras oficiais de nomenclatura.

## 4.3 REGRAS DO JOGO

Os participantes devem ser subdivididos em seis equipes e organizados em forma de semicírculo, de maneira que o quadro de anotações, os suportes e o banner fiquem visíveis a todos os jogadores. Caso a turma seja pequena, o número de grupos poderá ser reduzido.

Cada equipe terá à sua disposição um suporte, que ficará posicionado abaixo do quadro de anotações como mostra a Fotografia 2. O banner, que será útil a todos os participantes, deverá ocupar, evidentemente, boa posição e visibilidade, como sugerem as Fotografias 2 e 3, mas não deve cobrir o quadro de anotações, que será utilizado pelos alunos para representarem e nomearem suas fórmulas químicas.

Fotografia 2 - Disposição do banner e dos suportes em sala de aula durante a aplicação do jogo didático NORFQUIM



Fonte: autor.

O professor exerce o papel de mediador do jogo e separa inicialmente vinte e quatro cartas, sendo oito de hidrogênio, oito de oxigênio e oito sortidas, que poderão ser de



metais, ametais ou íons poliatômicos. Essas cartas ficarão sobre uma mesa, disponíveis para compra, e arrumadas em três pilhas, uma de hidrogênio, outra de oxigênio e uma terceira de cartas sortidas.

Os empilhados de hidrogênio e oxigênio ficam orientados para cima, enquanto a pilha sortida, para baixo, com o propósito de impedir que os jogadores saibam que cartas ali se encontram.

As sessenta cartas restantes são embaralhadas e distribuídas às equipes, ficando, cada uma, com dez cartas para montarem uma fórmula de ácido ou base por rodada, posicionando-as nos sítios do suporte de cartas, como ilustrado nas Fotografias 3 e 4.

Fotografia 3 - Alunos trabalhando em equipe para montar as fórmulas químicas



Fonte: dados do autor.

Fotografia 4 - Alunos posicionando as cartas nos sítios dos suportes. Sobre a mesa estão as cartas disponíveis para compra



Fonte: dados do autor.

A quantidade de átomos em uma fórmula dependerá do NOX dos elementos envolvidos. Após posicionarem as cartas no suporte, as equipes devem representar a fórmula no quadro de anotações e também nomear o composto (Fotografias 5 e 6).

Caso os participantes escolham a fórmula de um oxiácido, os sítios correspondentes a primeira e terceira colunas receberão obrigatoriamente hidrogênio e oxigênio nesta ordem, enquanto a segunda coluna será preenchida por outro elemento. Se o objetivo for um hidrácido, os sítios da primeira e segunda colunas deverão receber respectivamente hidrogênio e um ânion, ficando os sítios da terceira coluna vazios.

Na escolha de uma base, os sítios da primeira coluna deverão receber um cátion metálico ou o íon amônio. A fórmula será complementada com oxigênio e hidrogênio na segunda e terceira colunas respectivamente, sempre em mesma quantidade, pois compõem o ânion hidróxido. Quando em uma fórmula houver dois ou mais átomos de um mesmo elemento, eles deverão ser organizados na mesma coluna, um abaixo do outro.

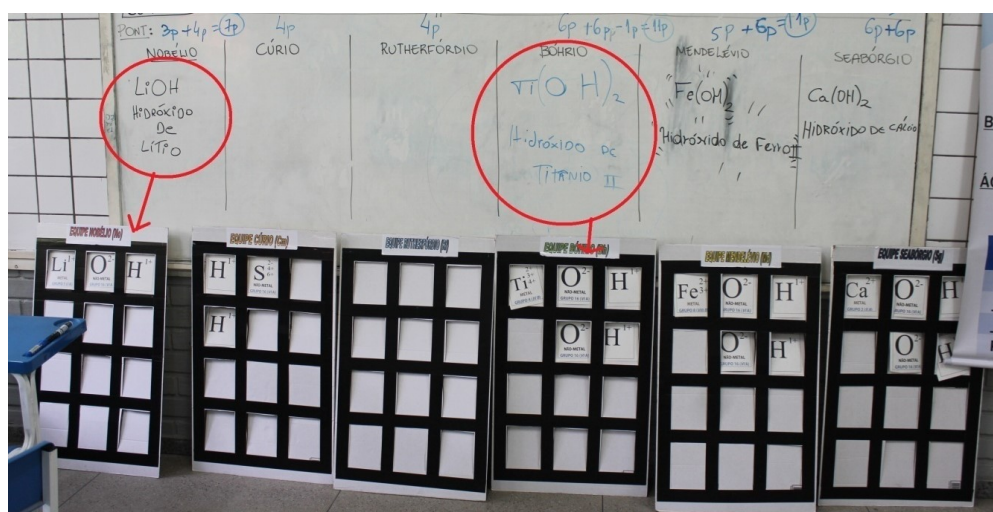


Fotografia 5 - Destacadas em vermelho algumas fórmulas preparadas pelos alunos. A imagem também mostra estudantes representando as fórmulas e nomeando os compostos no quadro de anotações



Fonte: dados do autor.

Fotografia 6 - Destacadas em vermelho a representação das fórmulas e a nomenclatura dos compostos escritos no quadro pelos alunos



Fontes: autor.

#### 4.4 SISTEMA DE PONTUAÇÃO DAS EQUIPES

A equipe que prepara corretamente uma fórmula, ganha pontuação correspondente ao número de cartas que utilizou. Se construiu, por exemplo, a fórmula do ácido sulfuroso ( $\text{H}_2\text{SO}_3$ ) no suporte, serviu-se de duas cartas de hidrogênio, uma de enxofre e três de oxigênio, logo, usou seis cartas ao todo, ganhando assim, seis pontos.

Entretanto, se montou a fórmula do ácido clorídrico (HCl), recebe apenas dois pontos, visto que para moldá-la, faz-se necessário apenas uma carta de hidrogênio e outra de cloro. Caso a fórmula proposta pelos alunos, durante o jogo, não esteja de acordo com as regras oficiais de representação química, não serão contabilizados pontos para a equipe autora.

O objetivo de premiar os times de alunos que constroem compostos de maior atonicidade é estimular os participantes na busca por fórmulas mais robustas, o que incentiva o raciocínio e o desenvolvimento de habilidades para o cálculo do NOX. Após montar a fórmula química no suporte, cada equipe deve representá-la no quadro de anotações e determinar o seu nome, conforme as regras oficiais de nomenclatura.

Se a fórmula idealizada for representada corretamente, os alunos receberão mais 1 (um) ponto; se nomearem o composto correspondente de forma correta, também lucrarão mais 1 (um) ponto; e a cada carta comprada subtrai-se 1 (um) ponto da equipe. Ao final do jogo vence o time que reunir maior quantidade de pontos.

#### 4.5 ESTRATÉGIAS PARA A PRÁTICA DO JOGO NORFQUIM

Como o sistema de pontuação do jogo NORFQUIM privilegia fórmulas mais robustas, com maior número de átomos, as equipes devem estabelecer estratégias para otimizarem suas jogadas, não sendo interessante que escolham o primeiro composto que venha a mente, mas sim que conjecturem possibilidades, dentre as quais, seja eleita a fórmula que renderá maior pontuação.

Nesta seção serão expostas algumas dicas que podem sistematizar a execução das jogadas e melhorar o desempenho dos jogadores, entretanto, o professor deve avaliar o momento mais adequado de auxiliar os alunos a traçarem suas estratégias, tendo em mente que é mais vantajoso, ao processo de aprendizagem, que os aprendizes desenvolvam suas próprias táticas de jogo e o professor atue como mediador do aprendizado, fazendo suas intervenções direcionadas a dúvidas e desvios de aprendizagem exibidos durante atuação dos alunos no jogo.

Entretanto, se perceber que certa dificuldade está obstaculizando o raciocínio lúdico de alguns alunos e comprometendo a motivação dos jogadores em participar, o professor deve intervir, ajudando-lhes a construir uma estratégia de jogo.

É indicado que os participantes conjecturem, a cada rodada, fórmulas que sejam as mais vantajosas possíveis à equipe, tanto de base como de ácido. Uma das estratégias que pode ser empregada na representação de bases consiste na organização dos cátions metálicos em ordem decrescente de valência, incluindo o cátion poliatômico amônio ( $\text{NH}_4^+$ ), que embora não seja metálico, também pode compor um hidróxido. Ou seja, os alunos devem selecionar, dentre as cartas disponíveis na rodada, todos os cátions metálicos e o íon amônio, quando presente, e colocá-los em ordem decrescente de valência.

Após estabelecer essa organização, a equipe inicia suas tentativas com o cátion de maior carga e verifica se há quantidade suficiente de cartas de oxigênio e hidrogênio para neutralizá-lo. Nos hidróxidos, a atomicidade do hidrogênio é equivalente à do oxigênio, a exceção do  $\text{NH}_4\text{OH}_{(aq)}$ , que não segue a regra, pois possui cátion hidrogenado. Entretanto, isso não modifica o raciocínio que deve ser desenvolvido para a montagem das fórmulas, já que o cátion amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) corresponde a uma carta do jogo.

Caso não estejam disponíveis à equipe cartas necessárias para completar a fórmula, os alunos deverão escolher o próximo cátion, em obediência à ordem decrescente de valência, e novamente procurar completar a fórmula com hidrogênio e oxigênio. Esse ciclo deve repetir-se até que a equipe consiga construir o hidróxido que apresente o maior número possível de átomos ou concluir que não é possível representar nenhum hidróxido a partir das cartas disponibilizadas na rodada.

Supondo que os alunos tenham em mãos os cátions  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Al}^{3+}$ , por exemplo, devem escolher, a princípio, o íon de maior valência, no caso, o alumínio. Entretanto, seriam necessárias três cartas de oxigênio e três de hidrogênio para completar a fórmula do hidróxido de alumínio, cuja representação é  $\text{Al}(\text{OH})_3$ .

Se o quantitativo necessário de cartas de hidrogênio e oxigênio não estiver disponível para a montagem do composto desejado, deve-se optar pelo cálcio, segunda opção na ordem decrescente de valência, que requer duas cartas de hidrogênio e duas de oxigênio para constituir o hidróxido de cálcio, cuja fórmula é  $\text{Ca(OH)}_2$ .

Contudo, se a quantidade disponível de oxigênio e hidrogênio ainda não for suficiente para este composto, uma nova tentativa deverá ser iniciada com o cátion restante, o íon sódio ( $\text{Na}^+$ ). Supondo que a equipe consiga construir a fórmula de uma base, por meio do caminho sugerido ou de outro modo, mesmo assim, não deve encerrar a jogada. Antes de lançarem a fórmula da base ao jogo, os participantes devem verificar se não é possível obter uma fórmula de ácido com maior pontuação.

Os ácidos oxigenados devem ser priorizados em relação aos não oxigenados, pois possibilitam maior reunião de átomos na fórmula. A montagem e a aplicação da regra de nomenclatura dos hidrácidos é simples e atrai normalmente a preferência dos alunos, entretanto, apresentam baixa atonicidade e rendem poucos pontos no jogo.

Os hidrácidos derivados de halogênios, como HF, HCl, HBr e HI, rendem apenas dois pontos porque requerem somente duas cartas, enquanto os que descendem de calcogênios, como  $\text{H}_2\text{S}$  e  $\text{H}_2\text{Se}$ , propiciam três. Ao montar a fórmula de um oxiácido, a equipe pode recorrer a seguinte estratégia:

- a) escolher um ametal;
- b) eleger seu maior NOX;
- c) adicionar a quantidade de hidrogênios que resulte na próxima carga de número par;
- d) neutralizar a carga do ítem "c" com a quantidade correspondente de átomos de oxigênio.

Na posse de um halogênio como o bromo (Br), por exemplo, os participantes deverão escolher o maior estado de oxidação deste elemento, no caso +7 (informação que consta na carta), e somá-lo à quantidade de hidrogênios que resulte na próxima carga de número par, que é +8. Para isso será necessário acrescentar à fórmula 1 (um) átomo de hidrogênio (uma carta de hidrogênio).

A seguir, os alunos deverão neutralizar essa carga com átomos de oxigênio. Como o estado de oxidação mostrado pelo oxigênio nos ácidos, e na maioria dos compostos, é -2, bastam quatro átomos deste elemento para contrabalancear a carga positiva e originar a fórmula do ácido perbrômico ( $\text{HBrO}_4$ ), a partir da qual, a equipe ganhará 6 pontos.

Caso não estejam disponíveis quatro cartas de oxigênio, a equipe poderá repetir o processo com o segundo maior estado de oxidação do bromo, que é +5, acrescentando um átomo de hidrogênio para obter a próxima carga de número par, no caso +6, e neutralizá-la com três átomos de oxigênio, construindo assim, a fórmula do ácido brômico ( $\text{HBrO}_3$ ).

Se não houver três cartas de oxigênio disponíveis, o processo deve ser repetido com a próxima carga, respeitando sempre a ordem decrescente dos estados de oxidação até que o objetivo seja alcançado ou se conclua que não é possível montar nenhum ácido com o elemento de escolha.

Caso recebam um conjunto de cartas que não contenha hidrogênio, os participantes deverão comprar uma carta deste elemento, pois não é possível montar nenhuma fórmula de base ou ácido inorgânico, sem hidrogênio. Caso falte oxigênio em uma rodada de cartas, os participantes deverão optar pela fórmula de um hidrácido.

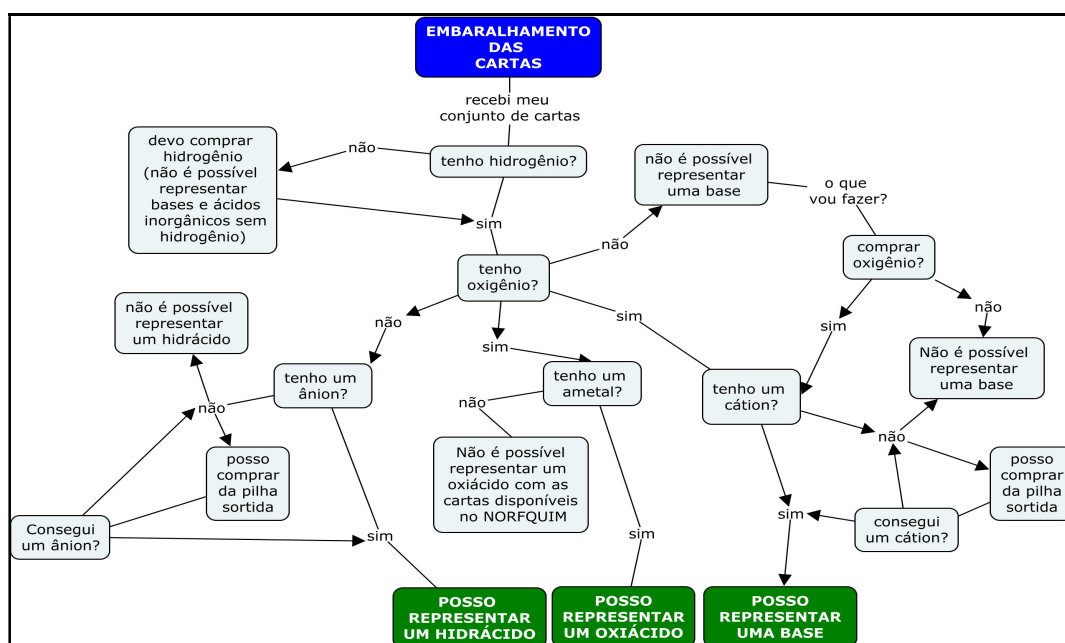
Se os alunos estiverem com o enxofre, elemento do grupo 16 (VIA) do sistema periódico, cujos estados de oxidação mais comuns são -2, +4 e +6 (RUSSEL, 2008, p. 1004), devem escolher seu maior NOX, +6, para iniciar a jogada. Seguindo a sucessão de etapas aqui sugerida, deverão adicionar a quantidade de hidrogênios que resulte na próxima carga de número par, no caso +8, sendo para isso

necessários dois átomos de hidrogênio. Em seguida, essa carga deve ser neutralizada com átomos de oxigênio.

Como já dito, o estado de oxidação do oxigênio nos ácidos é -2, logo, para neutralizar o restante da fórmula (com carga +8), serão necessários quatro átomos de oxigênio, pois a reunião de quatro ânions de carga -2 gera uma carga final de -8, o que torna a molécula neutra. Dessa maneira está pronta a fórmula do ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), que rende 7 pontos.

Supondo que os alunos estivessem apenas com uma carta de hidrogênio, uma de enxofre e quatro de oxigênio, se não houvesse uma opção melhor dentre as cartas disponíveis, valeria apenas comprar uma carta de hidrogênio para que fosse montado o ácido sulfúrico. Nesse caso, seria descontado o ponto da compra, mas a equipe ainda lucraria seis pontos. Alguns dos caminhos estratégicos que podem ser trilhados pelos participantes do jogo NORFQUIM estão nos mapas conceituais das Figuras 11 e 12.

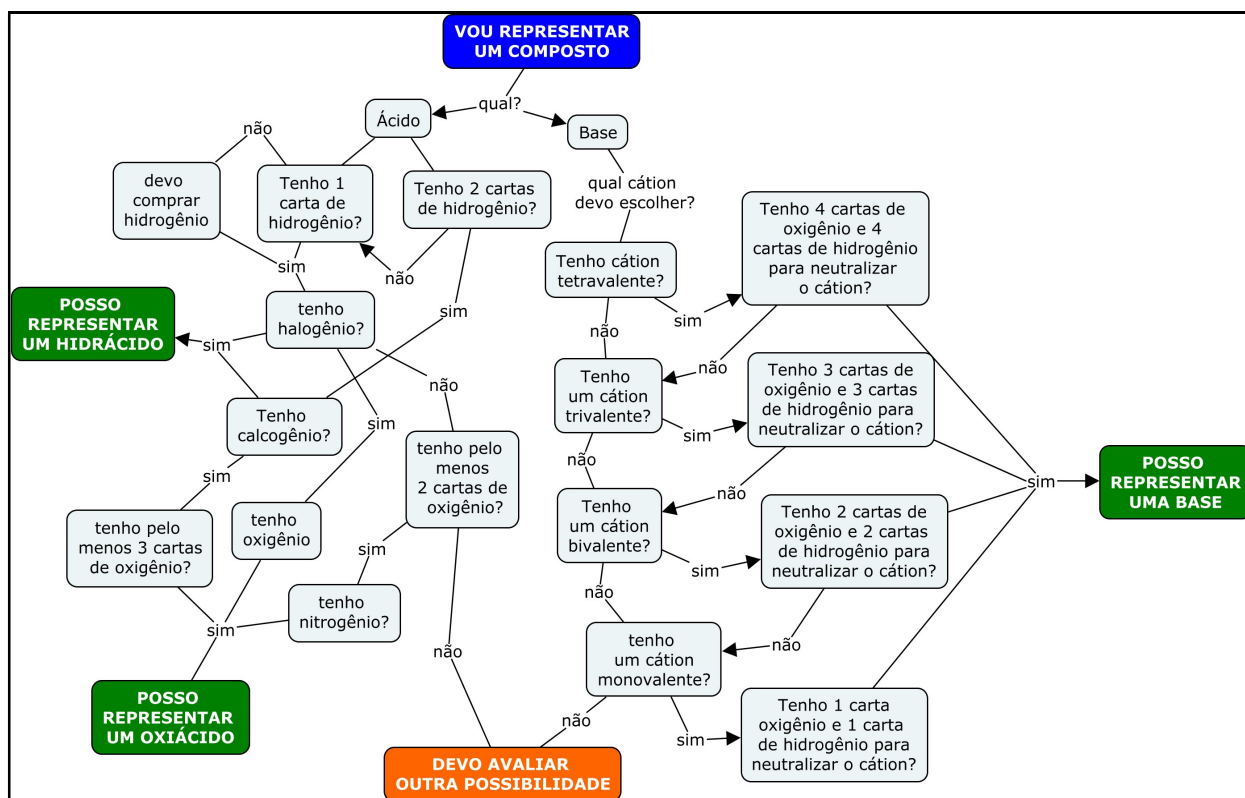
Figura 11 - Primeiro mapa conceitual mental dos possíveis caminhos que podem ser trilhados no jogo NORFQUIM, cujos objetivos estão destacados em verde



Fonte: autor.



Figura 12 - Segundo mapa conceitual mental dos possíveis caminhos que podem ser trilhados no jogo NORFQUIM, cujos objetivos estão destacados em verde



Fonte: autor.

No presente capítulo foi apresentado o jogo didático NORFQUIM e suas regras, a seguir, serão exibidos e discutidos os resultados de sua aplicação nas escolas nas quais a pesquisa foi realizada.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O jogo didático NORFQUIM foi testado em seis turmas de diferentes escolas estaduais de ensino médio regular localizadas na primeira região administrativa do município de Vila Velha-ES, com contingente aproximado de vinte alunos/turma e duração média de 1h e 40 minutos/aplicação (duas aulas geminadas de 50 minutos).

A escolha dessa localidade levou em conta sua representatividade, já que se trata da região mais populosa da cidade segundo dados do perfil socioeconômico do município (VILA VELHA, 2013). A facilidade de acesso e proximidade com outros bairros, típicas dos centros das cidades, colabora para que o público dessas escolas apresente um perfil mais diversificado, o que também contribui em termos de representatividade.

Como já informado anteriormente, foram utilizados métodos de coleta e análise de dados qualitativos nesta pesquisa. Esse tipo de abordagem analisa as situações que investigam as particularidades individuais dos pesquisados em situações cuja descrição numérica é inadequada ou impossível (MOREIRA; CALEFFE, 2008, p. 73), sendo realizada com base na visão que as pessoas envolvidas têm do objeto em estudo e foi aqui empregada, justamente, para possibilitar uma análise mais detalhada sobre a contribuição do jogo didático NORFQUIM no processo de aprendizagem, não somente sob a ótica do pesquisador, mas também pela perspectiva de alunos e professores dentro da própria escola, ambiente natural dos pesquisados, visto que a observação e análise dos fatos sociais não deve ocorrer de forma isolada, mas no contexto em que estão inseridos (GODOY, 1995, p. 62-63).

No levantamento de dados utilizados para avaliar o jogo NORFQUIM, além dos registros do diário de campo do pesquisador, realizados durante a aplicação do jogo NORFQUIM, utilizou-se de rodas de conversa realizadas com alunos e professores após a aplicação do jogo didático nas escolas do sítio pesquisado.

O áudio das rodas de conversa foi registrado em gravador de voz, posteriormente transcrito e estudado por AC, metodologia que visa aprofundar a compreensão dos



fenômenos investigados por intermédio de exame criterioso e rigoroso do material de análise, a partir de textos preexistentes, fotografias, depoimentos ou do material produzido no transcurso da própria pesquisa por meio de entrevistas ou rodas de conversa, como é o caso do presente estudo (MORAES, 1999, p. 8; BARDIN, 1977).

Os textos obtidos por meio da transcrição das rodas de conversa foram inicialmente fragmentados a fim de determinar e codificar as unidades de análise, posteriormente agrupadas por processos de categorização.

Foram estabelecidas seis categorias neste estudo (descritas na seção 6.1) que visam a construção gradativa de uma melhor compreensão sobre a utilização do jogo NORFQUIM, no sentido de haver ou não potencialidade nesse material para facilitar a aprendizagem, visto que a reorganização das unidades de análise e categorias, interligadas e validadas com clareza e coerência permitem a emergência de novas compreensões sobre o objeto estudado e o afloramento de entendimentos ainda não manifestos (MORAES, 1999).

## 5.1 CATEGORIAS DE ANÁLISE

Como a temática central das rodas de conversa foi o jogo didático NORFQUIM, a maior parte das falas dos participantes, que compuseram as unidades de análise, manifestou direta relação com o jogo. Por conseguinte, as categorias oriundas do processo de categorização também abordam o jogo NORFQUIM, porém, sob diferentes aspectos.

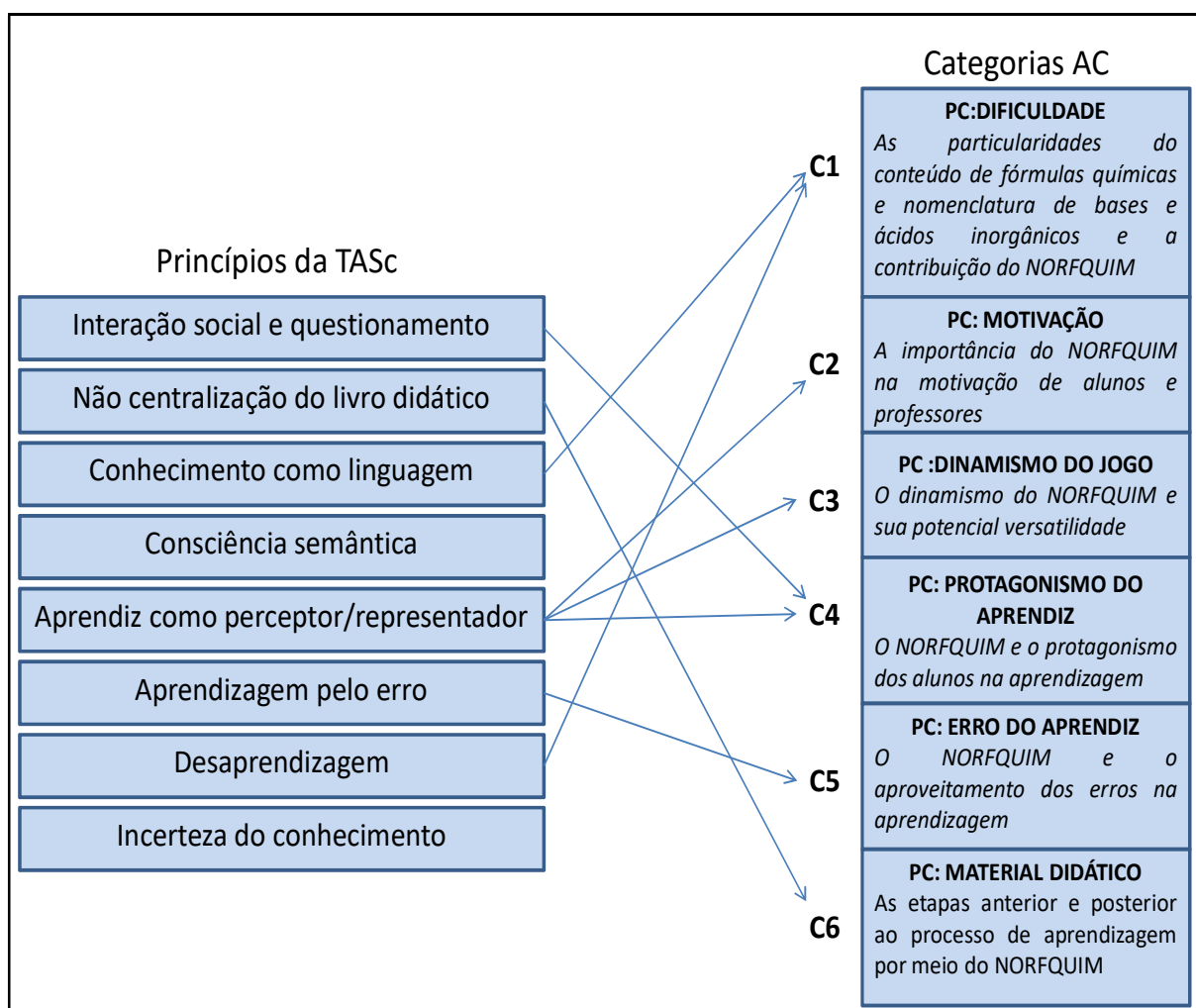
Foram selecionados os trechos considerados relevantes, em decorrência das ideias expressas de forma recorrente por alunos das diferentes turmas de 1ª série do ensino médio regular da localidade onde o estudo foi realizado e por seus respectivos professores de Química. A apreciação da recorrência de ideias não deixa de levar em consideração a subjetividade de cada participante.

Os registros do diário de campo do pesquisador foram cruciais para os processos de descrição e interpretação dos significados apresentados pelas unidades de análise em cada categoria, garantindo uma compreensão mais aprofundada do processo.

Muitas das situações, declarações e questionamentos dos estudantes que ocorreram durante a prática do jogo complementaram as unidades de análise, obtidas das falas dos participantes, nas rodas de conversa pós jogo.

No processo de categorização, foram estabelecidas seis categorias, cuja interpretação levou em consideração alguns princípios da teoria da aprendizagem significativa crítica (TASc) (MOREIRA, 2005, 2011). O diagrama da Figura 13 indica a correlação das categorias emergentes com os princípios da referida teoria explorados na discussão dos resultados.

Figura 13 - Diagrama mental sobre as relações estabelecidas entre os princípios da TASc e as categorias de análise referentes às seis escolas nas quais o jogo NORFQUIM foi aplicado.



Legenda: PC=palavras chave; categorias AC=categorias da análise de conteúdo; Cn (1 a 6)=categorias. Fonte: dados do autor.

As categorias indicadas no diagrama da Figura 13 são apresentadas a seguir de forma sucinta:

a) *as particularidades do conteúdo de fórmulas químicas e nomenclatura de bases e ácidos inorgânicos e a contribuição do jogo NORFQUIM (C1)*: esta categoria surgiu do agrupamento de unidades de análise que destacavam dificuldades de aprendizagem em Química. Foram recorrentes as falas dos participantes que abordaram os obstáculos enfrentados no processo de ensino e aprendizagem de conceitos relacionados ao conteúdo químico abordado pelo jogo NORFQUIM.

À luz dos princípios da TASC (MOREIRA, 2005, 2011): **conhecimento como linguagem e desaprendizagem**, analisou-se as falas dos participantes (unidades de análise) com objetivo de alcançar uma reflexão sobre as particularidades do conteúdo químico tratado pelo jogo NORFQUIM que podem dificultar a aprendizagem de conceitos químicos e quais aspectos da inserção do jogo, nesse processo, podem colaborar positivamente para melhorar os resultados da aprendizagem;

b) *a importância do jogo NORFQUIM na motivação de alunos e professores (C2)*: esta categoria foi originada da interação entre as falas dos participantes (unidades de análise) que abordavam o aspecto motivacional do processo de aprendizagem. Considerando que a falta de motivação pode comprometer de forma relevante o processo de aprendizagem (KAUARK, MUNIZ, MORAIS, 2008, p. 49), foi observado, a partir das unidades de análise, o quanto a inserção do jogo NORFQUIM no ensino e aprendizagem da representação de fórmulas químicas e nomenclatura de bases e ácidos inorgânicos pode contribuir no estímulo à aprendizagem significativa do referido conteúdo químico. Na interpretação dessa categoria foi empregado o princípio da TASC: **aprendiz como receptor/representador**;

c) *o dinamismo do jogo NORFQUIM e sua potencial versatilidade (C3)*: esta categoria se originou da junção de unidades de análise que destacaram a

versatilidade e o dinamismo oriundos das regras do jogo NORFQUIM. A partir da perspectiva evidenciada nas falas dos participantes (unidades de análise) refletiu-se sobre a importância do uso de metodologias estratégicas que acompanhem o ritmo acelerado dos jovens de hoje (MORÁN, 2015, p. 18; ALBUQUERQUE, 2015). Também foi empregado o princípio da TASC: **aprendiz como receptor/representador**, para discutir as unidades de análise empregadas nessa categoria;

d) *o jogo NORFQUIM e o protagonismo dos alunos na aprendizagem (C4)*: esta categoria emergiu das unidades de análise que destacaram o desconforto dos estudantes em ocuparem a posição de receptores da informação: "a gente fica só ouvindo", "o professor fica falando", "a gente só copiando". Foi realizada uma reflexão sobre esses significados e de como o jogo NORFQUIM pode ser útil para estimular o protagonismo dos alunos na aprendizagem de conceitos químicos, sob a luz dos princípios da TASC: **interação social e questionamento e aprendiz como receptor/representador**;

e) *o jogo NORFQUIM e o aproveitamento dos erros na aprendizagem (C5)*: esta categoria foi definida a partir das unidades de análise que abordaram exemplos de aprendizado decorrentes do aproveitamento de erros dos alunos. A partir dos desvios de aprendizagem expostos durante a aplicação do jogo NORFQUIM e destacados nas unidades de análise ou descritos pelo pesquisador no diário de campo, fez-se uma reflexão, sob a luz do princípio: **aprendizagem pelo erro** da TASC, sobre a potencialidade deste jogo de expor dúvidas dos alunos e gerar um ambiente favorável à aprendizagem por meio do aproveitamento de erros;

f) *as etapas anterior e posterior ao processo de aprendizagem por meio do jogo NORFQUIM (C6)*: esta categoria decorre das unidades de análise que destacaram demandas dos aprendizes no conteúdo abordado pelo jogo NORFQUIM e a necessidade de haver subsunçores adequados na estrutura cognitiva dos alunos que possibilitem a aprendizagem significativa. Esta

categoria destaca as necessidades deste jogo didático estar inserido num planejamento metodológico que propicie a aprendizagem significativa do conteúdo de fórmulas químicas e nomenclatura de bases e ácidos inorgânicos. Utilizou-se o princípio da não centralidade do livro didático (**diversificação dos materiais didáticos**) para abordar esse assunto.

As categorias aqui apresentadas serão descritas com mais detalhes nas seções que seguem.

### **5.1.1 As particularidades do conteúdo de fórmulas químicas e nomenclatura de bases e ácidos inorgânicos e a contribuição do jogo NORFQUIM (C1)**

A química apresenta uma linguagem particular que se baseia em símbolos, fórmulas, equações, termos e regras de nomenclatura que ainda não estão devidamente incorporados à estrutura cognitiva dos alunos no curso da 1ª série do ensino médio, visto que a instrução dos conteúdos desta ciência ocorre no 9º ano, última etapa do ensino fundamental.

O domínio para manipular o conhecimento químico não nasce de forma imediata, visto que os aprendizes devem primeiramente se apropriar de quesitos básicos relativos principalmente à linguagem científica, antes de se tornarem hábeis na aplicação do que aprenderam. Segundo à teoria de Vergnaud (MOREIRA, 2002), tratada na seção 2.1.1, os conhecimentos se organizam em campos conceituais, conjunto de soluções-problemas, que vão gradativamente se tornando mais elaborados à medida que vão sendo aplicados, demandando, dessa forma, um grande intervalo de tempo para que se atinja o correspondente domínio por meio das experiências e maturidade (MOREIRA, 2002).

Os alunos ingressos no ensino médio, portanto, ainda se encontram em fase de adaptação, visto o contato ainda recente com a linguagem química, repleta de novos termos – óxidos, hidróxidos, peróxidos, superóxidos, hidrácidos – que carregam novos conceitos e regras de notação que demandam uso de prefixos e sufixos pouco comuns ou desconhecidos aos principiantes em Química. Esse componente curricular exige fluência de aprendizagem e requer um período de adaptação, às

vezes traumático aos aprendizes, como pode ser observado nas falas dos alunos participantes da presente pesquisa, identificados como A1 e A2, e do professor P1.

*"[...] porque eu tenho muita dificuldade em química" (A1).*

*"[...] eu fui muito bem naquela matéria de mistura, do começo do ano, mas depois, só tirei nota baixa em Química" (A2).*

*"[...] eu vou te dizer que 70% dos alunos aqui da escola tem muita dificuldade. Muitos chegam aqui sem base nenhuma pra compreender os assuntos" (P1).*

Os jogos exercem grande influência sobre estudantes adolescentes (faixa etária envolvida na pesquisa) e quando usados com fins didáticos podem colaborar para que esse processo adaptativo se torne menos perturbador, como destacam Castro e Costa (2011, p. 27): "[...] As atividades lúdicas são muito bem aceitas no Ensino fundamental e médio, por alunos cuja faixa etária varia entre 12 a 17 anos". A declaração dos estudantes A2 e A3 exemplificam essa situação.

*"Eu achei que o jogo ajudou a gente a aprender de um jeito diferente, legal, porque Química é difícil, né?"(A2)*

*"Eu achei o jogo "da hora", porque eu gosto muito de jogo [...] a gente presta mais atenção e aprende mais [...] eu tô precisando, porque minha nota em Química não tá muito boa"(A3)*

O jogo NORFQUIM, apresentado neste trabalho, volta-se especificamente ao conteúdo de fórmulas químicas e nomenclatura de bases e ácidos inorgânicos e pode amenizar as dificuldades que se manifestam no ensino desse conteúdo, visto que várias particularidades e detalhes relativos a esse assunto, cujas descrições seguem no transcurso desta dissertação, geram grandes desafios para os estudantes.

Os símbolos químicos constituem a primeira dessas dificuldades e normalmente impõem certa confusão aos iniciantes no estudo da Química. Como já discutido na seção 2.5.1, os símbolos químicos derivam dos nomes de referência dos elementos

químicos, que muitas vezes não apresentam correspondência com suas denominações na língua portuguesa (RUSSEL, 2008, p.11).

A aprendizagem significativa de uma ciência envolve a assimilação da linguagem científica com suas palavras, signos e procedimentos. Para que o aprendiz desenvolva uma aprendizagem crítica, e consiga aplicar seus conhecimentos de forma coerente na resolução de problemas, é necessário que consiga perceber o mundo por meio dessa nova linguagem (MOREIRA, 2003).

De acordo com o princípio do **conhecimento como linguagem** da teoria da aprendizagem significativa crítica (TASc), abordado na seção 2.1.1 desta dissertação, tudo o que aprendemos é linguagem (MOREIRA, 2003). Logo, o professor deve trabalhar para que seus alunos aprendam significativamente a linguagem Química, caso contrário, não conseguirão aprender os conhecimentos ensinados *a posteriori*, podendo passar todo o ensino médio sob aprendizagem mecânica. O diálogo a seguir, entre o aluno A1 e o pesquisador, ilustra isso. Se o aprendiz não compreende os símbolos químicos, como poderá compreender os conteúdos químicos?

*"[...] o significado dos subíndices, você compreende?(Pesq)*

*O que é subíndice....rs? (A1)*

*São esses números que ficam escritos abaixo dos símbolos nas fórmulas. O que significam? (Pesq)*

*Não sei (A1)*

Essa dificuldade com a linguagem científica ficou perceptível durante a aplicação do jogo didático NORFQUIM nas escolas da região onde ocorreu a pesquisa. O símbolo **S**, por exemplo, derivado da palavra latina *sulphur*, representa o elemento enxofre, mas foi muitas vezes confundido com o metal alcalino **sódio** na oratória dos alunos, provavelmente, em virtude da coincidência entre a letra inicial do nome deste metal e a representação **S** do enxofre.

Contudo, foi possível observar que o jogo NORFQUIM contribuiu para amenizar essa dificuldade, pois estimulou os estudantes a estabelecerem uma associação

mental (MOREIRA, 2011, p. 6) entre o símbolo do elemento químico e o seu respectivo nome, visto que as equipes participantes inicialmente montavam as fórmulas empírica ou molecular, com as cartas disponibilizadas pelo embaralhamento ou compra, e as escreviam na lousa, e em seguida, registravam o nome do composto.

O exercício de escrever a fórmula composta de símbolos químicos, e em seguida grafar o nome, que contém as designações dos elementos que o compõem (ou termos que os referenciam), contribuiu para que os alunos associassem o símbolo ao nome do elemento.

Embora as cartas apresentem nome e símbolo, exigindo apenas observação por parte dos alunos, as ações consecutivas de representar a fórmula e escrever o nome do composto contribuem para o estabelecimento de uma inter-relação símbolo/nome. Por exemplo, ao escolherem e montarem a fórmula empírica NaOH, e logo a seguir, registrarem na lousa o seu nome, hidróxido de sódio, automaticamente um elo mental é criado entre o símbolo **Na** e a denominação **sódio**.

Em relação à nomenclatura de bases inorgânicas, uma questão que pode levantar certa dificuldade inicial aos estudantes é a ordem com que os componentes se apresentam na fórmula e no nome do composto. Enquanto na fórmula se escreve o nome do cátion seguido do íon hidróxido; no nome, a ordem se inverte, aparecendo primeiro a palavra hidróxido (referente ao íon hidróxido) seguida do nome do cátion. Dessa forma, o exercício de representar a fórmula e a seguir escrever o nome também contribui para esse entendimento.

Além disso, a variação na regra de nomenclatura das bases, em função das possibilidades de valência do cátion, provocou erros recorrentes de notação e certa dificuldade de compreensão, o que pode ser observado na abordagem do estudante A4, a seguir. Nos compostos cujo cátion apresenta mais de uma possibilidade de valência, acrescentam-se algarismos romanos para indicá-la, o que não acontece com elementos que possuem uma única valência (MAIA ; BIANCHI, 2007, p.125).



*"Professor, a gente errou porque não colocou o algarismo romano, mas pro outro grupo você deu certo" (A4).*

*"Mas os cátions são iguais? Observe a regra no banner" (Pesq).*

Já em relação à notação química dos ácidos, a multiplicidade de nomes, fruto do grande número de compostos conhecidos e da condição elementar de que todas as substâncias sejam identificadas de forma única, dificulta a compreensão. Para nomear o maior número possível de compostos químicos sem que a notação perca sua lógica e que o entendimento entre estudantes, profissionais químicos e pesquisadores seja mantido sem dubiedades ou indefinições, torna-se necessário estabelecer uma série de critérios de nomenclatura e classificação de substâncias químicas que se ajustem a diferentes situações e, o que conseqüentemente, demanda a utilização de padrões mais relativos de representação.

Na nomenclatura de ácidos inorgânicos isso fica bem evidente, visto que alguns dos elementos que constituem esses compostos, como halogênios, calcogênios e do grupo 15 (VA) da tabela periódica, apresentam-se com múltiplas possibilidades de estados de oxidação, permitindo que um mesmo elemento químico forme vários ácidos diferentes.

Como já discutido na seção 2.5.2, os halogênios, nos oxiácidos, podem exibir os estados de oxidação +1, +3, +5, +7, e ainda formarem ácidos não oxigenados (hidrácidos) derivados de seus ânions monoatômicos. Tais possibilidades propiciam que o elemento bromo (Br), por exemplo, origine os ácidos hipobromoso, bromoso, brômico, perbrômico e bromídrico (MAIA; BIANCHI, 2007, p. 146; RUSSEL, 2008, apêndice C, p.15).

Os calcogênios exibem estados de oxidação distintos dos halogênios, pois normalmente apresentam-se com carga +2 e +4 nos oxiácidos e também originam ânions que formam ácidos não oxigenados, assim como os halogênios (RUSSEL, 2008, apêndice C, p.15). Durante a etapa de aplicação do jogo NORFQUIM, uma das equipes de alunos montou a fórmula do composto  $H_2S$  e o nomeou equivocadamente, como ácido "enxofídrico". No momento em que foi contabilizada a pontuação das fórmulas, a equipe (E1) se manifestou:

*"Como a gente ia saber?" (E1)*

É evidente que os erros de notação relacionados ao enxofre decorrem da forma com que são nomeados os seus derivados, que utiliza o prefixo **sulfur**, proveniente da denominação latina de referência deste elemento, da qual se originam os vocábulos sulfúrico, sulfuroso e sulfídrico, referentes aos ácidos provenientes do enxofre.

Essa modalidade de erro exemplifica bem a imaturidade (simplicidade) dos subsunçores presentes na estrutura cognitiva do aprendiz (MOREIRA, 2012, p. 2), cuja linguagem química científica ainda se encontra em aprimoramento.

Se essa informação relativa ao prefixo **suphur** fosse transmitida aos alunos em uma aula expositiva, a probabilidade de seguir ao esquecimento seria grande. Porém, quando o equívoco é identificado dentro de uma construção cognitiva (raciocínio) do aprendiz, como aconteceu na situação descrita, a possibilidade de ocorrer aprendizagem significativa é maior, pois os subsunçores utilizados no raciocínio podem ancorar mais facilmente o novo conhecimento. Este tipo de intervenção leva à troca de significados entre professor e aluno, favorecendo a aprendizagem significativa do conteúdo (MOREIRA, 2011, p. 5).

Dessa forma, atividades que estimulem o aluno a exercitar a linguagem química são de grande valia, pois expõem dúvidas, que muitas vezes decorrem da imaturidade no uso da linguagem científica, oportunizando ao professor intervir sobre o raciocínio construído e negociar significados ao invés de transmitir a informação acabada, conforme defende o princípio da **interação social e questionamento** da teoria da aprendizagem significativa crítica (TASc).

No grupo 15 (VA), o ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ), derivado do nitrogênio, também foi alvo de deslizos por parte dos alunos durante a prática do jogo NORFQUIM, visto que uma das equipes utilizou a expressão "nitrogênico" para identificá-lo. Esse tipo de erro se justifica pela diferença do padrão da regra que se constata quando os sufixos derivados do nitrogênio são comparados a de outros elementos.

Na maioria dos casos, cujos nomes terminam em vogal, essa última letra é substituída pela terminação correspondente, como podem ser observados o **cloro**, que origina os termos **clórico** e **cloroso**; o **iodo** do qual derivam os nomes **iódico** e **iodoso** e o **bromo**, do qual descendem as denominações **brômico** e **bromoso**. No nitrogênio, esse padrão não se mantém, sendo necessário eliminar duas sílabas e uma vogal do nome do elemento químico para que os sufixos sejam acrescentados, derivando assim os termos **nítrico** e **nitroso**, referentes à identificação dos seus ácidos derivados.

Quando indagados sobre as dificuldades enfrentadas durante o estudo do assunto fórmulas e nomenclatura de bases e ácidos inorgânicos, foi recorrente, entre os alunos, a fala que atribuiu maior dificuldade a aprendizagem dos ácidos, porém, o reconhecimento da relevante contribuição que o jogo didático NORFQUIM concedeu à aprendizagem do conteúdo também foi bem significativo.

É importante ressaltar, embora já informado, que a aplicação do referido jogo ocorreu em turmas da 1ª série do ensino médio de escolas estaduais de Vila Velha-ES, nas quais o conteúdo abordado pelo jogo didático já havia sido tratado ou encontrava-se em andamento por seus respectivos professores de Química.

O diálogo a seguir, entre o pesquisador (*Pesq*) e os estudantes *A1* e *A2*, produzido durante uma das rodas de conversa que sucederam a aplicação do jogo NORFQUIM, ilustra o abordado.

*"Ácido é mais difícil, eu não sabia dar nome de ácido, mas hoje ficou fácil. Eu acho que aprendi" (A2);*

*"Eu aprendi a diferença entre ácidos e bases, como a gente consegue criar fórmulas de ácidos e de bases. Aprendi a nomenclatura desses compostos. E foi muito bom, né?, porque eu tenho muita dificuldade em Química. Isso me ajudou bastante, até mesmo pro meu aprendizado nos próximos anos, tá ligado? E no ENEM também, porque eu sei que cai essa matéria" (A1);*

*"Então você tinha dificuldade de distinguir entre a fórmula de um ácido e uma base?"(Pesq);*

*"Tinha. Eu errei isso na prova! mas aí, tipo agora eu aprendi"(A1);*

*"E você acha que o jogo didático utilizado ajudou? Você acha que o jogo facilitou a aprendizagem do assunto ?"(Pesq).*

*"Claro, claro. Facilitou. Tipo, hoje se me dessem uma prova falando sobre ácidos e bases eu conseguia fazer facinho. Tirava dez!"(A1).*

A fala do estudante A2 exemplifica as recorrentes declarações dos alunos participantes sobre o elevado grau de dificuldade do conteúdo de ácidos e A1 prevê, em sua declaração, a possibilidade do assunto fórmulas e nomenclatura de bases e ácidos inorgânicos servir de auxílio à aprendizagem de conteúdos ulteriores. O comentário de A1 é muito relevante, visto que o desenvolvimento de outros temas, apresentados aos alunos no transcurso do ensino médio demandam habilidade prévia em bases e ácidos inorgânicos.

Representar e nomear ácidos, por exemplo, é requisito básico essencial para a representação e nomenclatura de sais inorgânicos. Dessa forma, se o aluno não aprender de forma significativa os conceitos relativos aos ácidos, não apresentará os subsunçores necessários à aprendizagem significativa de conteúdos subsequentes, cuja aprendizagem o requisitam, como o assunto de sais inorgânicos (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

Pelas razões destacadas nas declarações dos alunos quanto ao grau de dificuldade do assunto e do fato de constituir quesito para a aprendizagem de outros conteúdos químicos, é fundamental que se reserve uma atenção especial aos ácidos, com seleção apropriada de recursos metodológicos potencialmente capazes de melhorar os resultados da aprendizagem desse assunto.

Ainda sobre a declaração do estudante A1, na qual diz que aprendeu a distinguir fórmulas de ácidos e bases por meio do jogo, evidencia-se a importância desses assuntos serem tratados em algum momento de forma simultânea, visto que na prática, ácidos e bases costumam ser abordados consecutivamente, mas em separado, sendo muitas vezes reunidos apenas na avaliação, o que pode gerar dúvidas para os alunos.

A abordagem simultânea contribuiu para o processo de diferenciação progressiva, já que propiciou a distinção entre subsunçores que aparentemente não exibiam diferenças ao estudante (FELICETTI; PASTORIZA, 2015, p. 4; AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

O jogo didático NORFQUIM pode ser útil nesse aspecto, pois permite a abordagem concomitante dos conteúdos, melhorando a compreensão dos alunos em relação à aplicação das regras de nomenclatura e classificação dos compostos. Inicialmente, podem ser explanados separadamente e depois confrontados, por meio do jogo, a fim de alcançar melhor compreensão dos assuntos.

Após questionados se conseguiriam descrever alguma coisa que aprenderam durante a realização do jogo, um aluno, identificado como estudante A3, declarou que aprendeu a distinguir os termos hidrácido e hidróxido, o que evidencia como o confronto dos assuntos contribui para a melhor compreensão em especial, de termos cuja grafia e pronúncia são semelhantes, distinguindo subsunçores em sua estrutura cognitiva que aparentemente não exibiam diferença (diferenciação progressiva).

*"Eu Entendi que hidróxido é pras bases e que hidrácidos são ácidos que não contém oxigênio. Foi muito bom" (A3).*

De forma semelhante, A1 declarou que conseguiu distinguir ácidos de bases. Mais uma vez fica evidente a potencialidade do jogo NORFQUIM para promover aprendizagem por diferenciação progressiva.

*"[...] aprendi a diferença entre ácidos e bases [...]" (A1).*

De forma inversa, A4 declarou que conseguiu perceber que hidróxido e base são termos utilizados para referenciar o mesmo grupo de compostos, ficando evidenciada a reconciliação integrativa, visto que o aluno eliminou diferenças entre subsunçores em sua estrutura cognitiva, processo que contribui para a aprendizagem superordenada, já discutida na seção 2.1.2.

*"[...] agora que eu percebi que hidróxido é base [...]" (A4).*

Durante o estudo de fórmulas químicas e nomenclatura, os estudantes normalmente exercitam seu conhecimento buscando determinar nomes de compostos a partir de suas respectivas fórmulas, ou de forma inversa, tentando chegar às fórmulas a partir dos nomes. Porém, no jogo NORFQUIM, o exercício transcorre de forma diferente. Os participantes analisam as cartas que lhes foram destinadas e propõem fórmulas

de bases ou ácidos inorgânicos de forma aleatória, sem nenhuma informação inicial, e as constroem no suporte para cartas.

Esses suportes contribuem para ampliar a percepção dos alunos em relação àquilo que devem representar. Cada suporte possui apenas três colunas, sendo, cada uma, referente a um elemento distinto, o que deixa nítido, aos estudantes, que as fórmulas esperadas devem ser, no máximo, ternárias.

Dessa forma, a aprendizagem ganha sistematização, indicando aos alunos que os hidróxidos são ternários e formados por: (cátion metálico + oxigênio + hidrogênio); enquanto os ácidos podem ser binários ou ternários, compostos por: (hidrogênio + outro elemento) ou (hidrogênio + outro elemento + oxigênio). Estruturação que ficou bem evidenciada na fala de A4:

*"Deu pra aprender a escrever o nome da base e do ácido. E as fórmulas, também. Tipo...hidrogênio mais ametal, mais oxigênio"(A4).*

*"Achei que ficou mais fácil fazer a fórmula com essa paradinha que coloca as cartas"(A5);*

*"Qual paradinha? suporte ou banner?(Pesq)*

*"Suporte"(A5)*

*"Mas o banner ajuda demais. Podia ficar aí no dia da prova"(A6).*

A compreensão mais aprofundada por parte dos alunos em relação à disposição dos componentes da fórmula, exemplificada na fala de A4, torna-se possível a partir da própria interação do aprendiz com o material didático. Como cada coluna é destinada a apenas um elemento e as linhas devem ocupar-se da repetição de cartas de um mesmo elemento, os significados de atomicidade e composição elementar vão sendo oferecidos aos alunos, sem a necessidade da transmissão direta por parte do professor. A aluna A5 e o aluno A6 referenciam os componentes do jogo didático, suporte para cartas e banner, como elementos facilitadores do processo da aprendizagem.

Quando o estudante monta uma fórmula que contém quatro cartas de oxigênio, e ao representá-la no quadro, utiliza um subíndice "4" para indicar a quantidade de

átomos, cria um mapa mental, uma correlação automática entre a quantidade de cartas (quantidade de átomos) e o subíndice. Segundo a teoria dos modelos mentais de Philip Jonhson-Laird essas representações mentais criadas pelo aprendiz podem evoluir para a aprendizagem significativa, pois permitem o ancoramento dos novos conhecimentos (MOREIRA, 2011, p. 7).

Um dos primeiros assuntos tratados no curso de Química durante os ensinamentos fundamental e médio, é o número atômico ( $Z$ ), representado por um algarismo subscrito ao símbolo químico, como nos exemplos:  ${}_8\text{O}$ ,  ${}_6\text{C}$ ,  ${}_1\text{H}$  (USBERCO; SALVADOR, 2006, p. 62). Esta representação pode confundir o principiante no estudo de fórmulas químicas, atuando como um subsunçor bloqueador (MOREIRA, 2012, p. 7), já que nas fórmulas químicas os subíndices indicam a atomicidade dos elementos,  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ .

Dessa forma, a estratégia do jogo NORFQUIM de apresentar significado claro ao subíndice da fórmula, contribui para a promoção de diferenciação progressiva entre as duas representações. Isso está diretamente ligado ao princípio da desaprendizagem da TASC. Segundo este princípio, na aprendizagem crítica, o aprendiz deve desenvolver capacidade seletiva sobre certos subsunçores, optando por não utilizá-los nas situações que agem como dificultadores do processo de aprendizagem (MOREIRA, 2005, 2011).

Essa potencialidade do material didático de oferecer significados lógicos aos aprendizes constitui uma das condições necessárias para que aconteça aprendizagem significativa (FELICETII; PASTORIZA, 2015, p. 4).

Além do mais, como os alunos constroem os compostos de forma aleatória, sem nenhuma informação inicial, apenas com base nas cartas disponíveis às equipes, a observação dos quesitos essenciais à montagem de cada fórmula – posições, atomicidade e estados de oxidação dos elementos – é de grande importância para elegerem e construírem a fórmula mais adequada.

Essa necessidade de gerenciar e correlacionar informações: cartas disponíveis, NOX, composição, disposição dos elementos, atomicidade, modalidade do

composto (ácido ou base); antes de representarem a fórmula, estimula o raciocínio dos estudantes e demandam esforço para organizar conhecimentos e aplicar conceitos. Isto é, para executar tais ações não basta que o aluno memorize as informações, é essencial que ele exerça uma atitude explícita para inter-relacionar os significados, o que também representa outra condição à ocorrência da aprendizagem significativa (FELICETTI; PASTORIZA, 2015, p. 4).

Essas peculiaridades normalmente não são observadas quando se oferece a fórmula pronta aos alunos para que determinem o nome do composto (estratégia normalmente empregada nos exercícios de materiais didáticos sobre o assunto).

Na seção seguinte, será abordado o estímulo motivacional que o jogo didático NORFQUIM pode propiciar à aprendizagem de fórmulas e nomenclatura de bases e ácidos inorgânicos, tanto em discentes quanto nos docentes de Química.

### **5.1.2 A importância do jogo NORFQUIM na motivação de alunos e professores (C2)**

Como já discutido na seção 2.4.2 desta dissertação, o jogo é capaz de despertar no ser humano uma modalidade de motivação intrínseca muito peculiar, que inclusive o distingue bastante de outras atividades de caráter voluntário, sendo capaz de aflorar sentimentos, que se traduzem muitas vezes em alegria, euforia ou até lágrimas. O jogo altera o comportamento natural dos jogadores em situação de jogo, pois gera motivação e prazer no simples ato de jogar (FUENTES, 2005, p. 31; ROBAINA, 2008, p. 14-15).

Durante a pesquisa, a animação de alguns alunos ficou perceptível no momento em que recebiam a notícia da aplicação do jogo NORFQUIM. Antes de ter consciência das regras e do assunto que seria tratado pelo jogo, os alunos já demonstravam interesse, como pode ser observado nas falas a seguir.

*"Vai ter jogo? demorô!!."(A3)*

*Vocês gostam de jogar? (Pesq)*

*"muito!" (alunos)*



A relação do jogo com o ser humano é tão íntima, que desde a antiguidade ele se mostra presente em diversas sociedades de diferentes épocas históricas, exercendo influência sob aspectos culturais, religiosos, sociais, políticos, bélicos e educacionais, tanto nos adultos como nas crianças (SANTOS, 2015).

Quando empregado com fins didáticos, o jogo pode contribuir significativamente para a aprendizagem, visto que a capacidade natural de motivar os jogadores pode, por conseguinte, despertar interesse pelo assunto abordado, como destaca Kishimoto (1996, p. 37, *apud* CASTRO; COSTA, 2011, p. 28): "A utilização do jogo potencializa a exploração e a construção do conhecimento, por contar com a motivação interna típica do lúdico".

Segundo Moreira (2003, p. 2), a aprendizagem significativa ocorre quando o aprendiz se torna hábil para aplicar seu conhecimento na resolução de diferentes problemas ou passa a ser capaz de explicar o que aprendeu com as próprias palavras, ou seja, quando o indivíduo recebe e representa o que aprendeu (princípio do aprendiz como receptor/representador). Dessa forma, o jogo pode contribuir para a promoção da aprendizagem significativa, pois estimula o indivíduo a aplicar seu conhecimento na resolução de diferentes situações-problema apresentadas pelo jogo.

Porém, o interesse dos alunos no jogo didático, a princípio, não decorre do desejo de aprender, mas da possibilidade de se divertirem. Os estudantes normalmente concordam em participar do jogo não porque acham que será intelectualmente proveitoso, mas por acreditarem que será prazeroso e divertido.

*"Podia ter jogo na aula todo dia"(A7)*

*"Achei bem interessante estudar assim, porque quando o professor faz uma coisa que os alunos gostam, eles começam a interagir mais e aí eles querem aprender mais" (A5).*

Contudo, no transcurso da atividade, os jogadores vão assimilando gradativamente os conhecimentos oferecidos pelo jogo didático, muitas vezes de forma inconsciente. E isso ocorre porque os participantes de um jogo não buscam apenas memorizar regras para reproduzi-las nas avaliações, os jogadores procuram apropriar-se das

normas do jogo para aplicá-las em suas estratégias.

Essa predisposição em explorar o jogo para autossuperar-se ou superar os oponentes, contribui para que o sujeito se esforce na construção de um raciocínio lógico que se fundamenta nas informações que assimilou. Assim, o indivíduo aprende o conteúdo científico abordado pelo jogo didático de forma significativa, já que é estimulado a pensar e refletir sobre suas ações, buscando extrair significados lógicos do jogo. Isto é, o aluno concorda em participar do jogo porque é prazeroso e divertido, e quando percebe, já está envolvido na atividade, tentando explorar as regras para vencer o jogo.

Ter prazer em manipular o conteúdo químico abordado a partir das regras do jogo para traçar estratégias que visam à construção de um raciocínio lógico que possibilite ao jogador superar oponentes e vencer o jogo é aprender significativamente. Uma das condições necessárias para que ocorra aprendizagem significativa é a atitude explícita do sujeito em aprender significativamente, ou seja, de correlacionar informações novas com as já existentes em sua estrutura cognitiva (FELICETTI; PASTORIZA, 2015, p. 4).

Os sentimentos aflorados durante a prática do jogo mostram relevância nos processos de aprendizagem. A perspectiva humanista da aprendizagem significativa de Novak (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980; NOVAK, 1981; NOVAK; GOWIN, 1996) trata a aprendizagem como resultado da integração construtiva de três elementos: pensamento, sentimento e ações, que conduzem ao crescimento humano. Além do raciocínio (pensamento) e de suas ações (empenho do estudante), a promoção da aprendizagem significativa ainda depende das experiências emocionais e afetivas dos aprendizes (MOREIRA, 2000, p.5).

Durante a etapa de aplicação do jogo NORFQUIM, questionou-se aos alunos participantes se preferiam estudar fórmulas químicas e nomenclatura de bases e ácidos inorgânicos por metodologia tradicional (aula expositiva) ou por intermédio do jogo NORFQUIM.

O resultado da aplicação do jogo nas seis turmas em que foi testado mostrou os

alunos unânimes em responder que preferiam usar o jogo NORFQUIM no estudo do assunto abordado à opção de aprendê-lo por intermédio de explicação direta do professor. Nenhum aluno se manifestou de forma diferente e uma das interlocuções ocorridas nesse contexto, entre os estudantes e o pesquisador, exhibe-se a seguir.

*"É melhor estudar assim do que do jeito normal. Assim, querendo ou não, ajuda a gente a desenvolver melhor"(A5);*

*"Mas por que você acha que ajuda a desenvolver melhor?"(Pesq);*

*"Por causa da competitividade aqui na turma entre a gente. Assim todo mundo quer aprender, entendeu?"(A5);*

*"Ah, então vocês são competitivos!"(Pesq);*

*"Demais!"(A5);*

*"Eu achei bem bacana, até porque a gente venceu. Melhor ainda se os vencedores ganhassem alguma coisa"(A6);*

*" Todo mundo ganhou conhecimento"(A7).*

Os trechos exibidos evidenciam que os atributos do jogo, ludicidade e ludismo (SOARES, 2015, p. 73), descritos na seção 2.2, estão presentes no jogo NORFQUIM. A ludicidade está expressa no ambiente agradável e favorável ao jogo, evidenciado nas falas da estudante A5 que diz ser melhor estudar por intermédio do jogo que de forma tradicional, e do estudante A6 que afirmou que o jogo NORFQUIM é "bem bacana", pois quando não há prazer no que se faz, o indivíduo não utiliza todo seu potencial de produção, cumprindo apenas o mínimo necessário do que lhe foi solicitado (KAUARK, MUNIZ, MORAIS, 2008, p. 49).

Entretanto, se os alunos têm prazer no que estão fazendo, como expresso pelo aluno A6 "achei bem bacana", eles participam mais, fato que, conseqüentemente, melhora os resultados da aprendizagem. Ter prazer em explorar as regras do jogo para traçar estratégias cumpre um dos quesitos da aprendizagem significativa que é a atitude explícita do aprendiz de aprender significativamente, ou seja, de correlacionar informações novas e antigas (FELICETTI; PASTORIZA, 2015, p. 4).

É muito importante que o professor, ao aplicar o jogo NORFQUIM ou outros jogos didáticos, garanta junto a seus alunos um ambiente em que as equipes sejam

estimuladas a comemorarem seus acertos e progressos, contribuindo para que o “espírito” lúdico contagie os envolvidos, proporcionando entusiasmo e vontade de participar (SOARES, 2015, p.73).

Já o ludismo fica perceptível no clima de competição, que estimula o empenho dos estudantes a fim de vencerem o jogo, o que mostra a potencialidade do jogo NORFQUIM para entusiasmar os participantes e estimulá-los na apropriação de atitude lúdica, como mostra a fala da aluna A5, ressaltando que a competição aumenta a vontade de aprender, pois a turma é muito competitiva, e a declaração do aluno A6, salientando que a vitória contribuiu para que gostasse ainda mais do jogo, reivindicando inclusive premiação ao empenho que investiram para alcançar a vitória.

Contudo, no ponto de vista da estudante A7 a derrota no jogo didático não foi propriamente uma derrota, já que a todos os alunos participantes, vencedores e perdedores, foi-lhes dada a oportunidade de aprender, ou seja, "todo mundo ganhou conhecimento". Isso mostra o jogo NORFQUIM também cumprindo seu papel de jogo didático, que é manter equilíbrio entre sua função lúdica, associada a diversão e prazer, característicos da prática do jogo, e seu papel educativo, no sentido de promover o aprendizado de conceitos científicos voltados a fórmulas e nomenclatura de bases e ácidos inorgânicos (ORTIZ, 2005, p. 10; MESSEDER NETO; MORADILLO, 2017, p. 528).

A concepção de que o maior objetivo do jogo era a aprendizagem foi bem compreendida pelos alunos e mostra-se nítida na fala da estudante A7, que atribui maior valor ao ganho de conhecimento que a vitória no jogo. É papel do professor conversar com seus alunos sobre os objetivos esperados em relação à utilização do jogo NORFQUIM ou de outros jogos didáticos, esclarecendo que embora proporcionem diversão, têm por objetivo maior a aprendizagem de conceitos.

O emprego do jogo NORFQUIM permite não só explorar a grande potencialidade que os jogos dispõem para despertar motivação nos alunos, como também contribui no aspecto motivacional do professor, visto que a falta de interesse dos educandos,

em muitos momentos, desestimula o educador a exercer o seu trabalho com diligência, situação que pode ser observada nos relatos dos professores que participaram da fase de aplicação do jogo didático.

*"[...] você olha pra trás, olha pra turma, alguns estão desinteressados, alguns estão dormindo, alguns estão conversando. Isso deixa a gente triste. E a gente se esforça ao máximo pra que seja diferente. Então quando a gente tem uma metodologia que consegue ganhar a turma toda, por ser algo que chama atenção deles porque eles gostam, que não vai apenas aprender, mas vai divertir também. É uma experiência muito boa pra gente. Porque se a gente vê que o aluno tá interessado, tá aprendendo, aí a gente não precisa mais de nada. Esse é o prazer do professor"(P1).*

*"Foi muito significativo. Parece que causou emoção pro aluno, né? Eles querendo falar sobre isso, comentar sobre isso. Muito Legal" (P2)*

Para que o ensino e aprendizagem sejam bem-sucedidos, é fundamental que ambos os personagens deste processo, educador e educando, estejam motivados (KAUARK, MUNIZ, MORAIS, 2008). A partir da fala do professor P1, é possível perceber como a motivação dos alunos é importante para o trabalho do professor, pois lhe representa um grande impulso motivacional "o aluno tá interessado, tá aprendendo, aí a gente não precisa de mais nada".

Ao estimular a participação dos discentes, o jogo NORFQUIM influencia de forma indireta o exercício profissional do professor de Química, que ao perceber o envolvimento de seus alunos, automaticamente, ganha estímulo para exercer sua função. Na fala de P2 pode-se observar o entusiasmo do professor só por perceber que os alunos se interessaram pelo jogo. Além disso, os jogos didáticos podem, adicionalmente, melhorar as relações interpessoais no ambiente escolar, visto que uma postura participativa dos alunos diminui a necessidade do professor os exortar frequentemente, chamando-os do sono, desatenção e conversa, como expressa P1 e também pode ser observado na fala da professora P3, referindo-se a dois alunos:

*[...] até aqueles dois estão tranquilos hoje, prestando atenção. Acho que gostaram do jogo, porque normalmente eles não são assim (P3).*

Além da potencialidade para motivar os personagens do processo educacional, educador e educando, o jogo NORFQUIM detém recurso para ser explorado em

diferentes temas do ensino e aprendizagem de Química, abordagem que será apresentada a seguir.

### **5.1.3 O dinamismo do jogo NORFQUIM e sua potencial versatilidade (C3)**

Como já discutido na seção 2.3.4, o baralho constitui um conjunto de cartas de utilização extremamente versátil. Existe uma ampla variedade de jogos como buraco, bisca, paciência, canastra e outros, que se servem desse carteadado. As diversas possibilidades de associação entre cartas proporcionam inúmeras alternativas de entretenimento aos seus admiradores que, por conseguinte, podem praticar diferentes jogos com o mesmo petrecho (SOARES, K. L., 2016).

Foi o hábito de jogar paciência que despertou no químico russo Mendeleiev (1834 - 1907) o propósito de escrever símbolos, pesos atômicos e propriedades dos elementos químicos em um conjunto de fichas, que juntas compuseram uma espécie de "baralho químico".

Esse carteadado o auxiliou na organização dos elementos conhecidos na época e contribuiu para a elaboração de sua proposta de tabela periódica publicada em 1869, por meio da qual dividiu com Lothar Meyer a premiação *Davy Medal* pela descoberta da lei periódica (CLAUDINO; NASCIMENTO, 2012, p. 55; KEAN, 2011, p. 52).

De forma semelhante ao "baralho" de Mendeleiev, cada carta do jogo NORFQUIM reserva informações de determinado elemento químico (símbolo, nome, grupo e NOX), o que contribui para que os alunos ganhem familiaridade com os elementos e com a principal ferramenta de estudo da Química, a tabela periódica.

Na prática, as cartas do jogo NORFQUIM representam a unitarização, ou recorte, da tabela periódica em um conjunto de cartas, no qual alguns elementos aparecem duplicados ou de forma múltipla, como já foi exibido na seção 4.1.1.

É muito pertinente que os alunos compreendam as propriedades que regem a formação das ligações e dos compostos químicos, principalmente quando ainda

estão se apropriando desses conceitos, como no caso do público envolvido na presente pesquisa que é formado por estudantes da 1ª série do ensino médio.

Os átomos não se ligam por acaso, propriedades metálicas ou não metálicas, valências, raios atômicos, eletronegatividade e outras peculiaridades dos elementos estão intimamente envolvidas nos processos químicos, favorecendo, dificultando ou impossibilitando a formação de ligações, moléculas e compostos iônicos (RUSSEL, 2008, p. 400-402).

A estratégia de apresentar aos alunos uma coleção de cartas, em que cada uma represente uma espécie química, convidando os mesmos a associá-las com base nos princípios que regem a formação dos compostos, representa, aos educandos, uma oportunidade para pensarem nesses conceitos, e deles se apropriarem, visto que o jogo de cartas estimula os indivíduos a desenvolverem sua capacidade associativa, como destacado nas falas da aluna A7.

*"Eu achei muito melhor aprender com essas cartas" (A7)*

*"Mas por que você achou melhor?" (Pesq)*

*"Deu pra entender mais as fórmulas" (A7)*

Muitas vezes o aluno reproduz as combinações atômicas que o professor representa na lousa, sem compreender as propriedades químicas que fundamentam tal associação. Ao escrever no quadro a representação HCl, por exemplo, o professor não oportuniza aos alunos a reflexão sobre os motivos que propiciaram a associação do hidrogênio (H) com o cloro (Cl) na razão 1:1 para formar o ácido clorídrico (HCl).

Dessa forma, o aluno aprende mecanicamente que esse composto é viável e busca reproduzir nas provas as mesmas informações fornecidas pelo professor ou material didático, sem saber explicar, por exemplo, se essas razões matemáticas se manteriam, caso o cloro fosse substituído pelo bromo (Br) ou enxofre (S).

No jogo NORFQUIM, o aluno forma compostos químicos a partir da associação de cartas que são disponibilizadas aleatoriamente pelo embaralhamento ou compra de

cartas. Dessa maneira, não há razão que justifique a memorização de fórmulas, afinal, de que adianta o aluno memorizar que a associação de hidrogênio, enxofre e oxigênio na razão 2:1:4 forma o ácido sulfúrico? Ele pode jogar várias rodadas sem que fiquem disponíveis as cartas que precisa para representar este composto.

Na prática do jogo NORFQUIM, o aluno precisa primeiramente analisar as cartas que estão disponíveis e depois decidir o composto que será representado. Esse exercício que envolve a análise das cartas e a formação de compostos, com base no próprio raciocínio, contribui para que os aprendizes encontrem significados químicos em suas associações, que os permitam evoluir da memorização literal mecânica para a aprendizagem significativa.

A capacidade natural do jogo em despertar interesse e motivar os participantes, assunto que foi discutido na seção anterior, contribui para estimular nos alunos o desejo de continuarem jogando. Quanto maior for a participação dos jogadores, maiores serão as experiências vividas no jogo. Situação que ficou bem evidente nas falas dos estudantes A8 e A9.

*"Já acabou? Agora que a gente começou a entender o jogo" (A8)*

*"Não dá pra fazer nem mais uma rodada?"(A9)*

Os significados adquiridos a cada rodada vão gradativamente sendo aplicados nas jogadas subsequentes, deixando mais elaborados os subsunçores preexistentes na estrutura cognitiva do indivíduo, com conseqüente amadurecimento de suas representações mentais.

O jogo NORFQUIM tem por objetivo estimular nos alunos o desenvolvimento de habilidade para que representem fórmulas de bases e ácidos inorgânicos a partir da combinação de cartas. Entretanto, a perícia em arranjar e rearranjar cartas de forma substanciada nas propriedades químicas não retrata uma necessidade exclusiva desses compostos, de fato, a formação de qualquer substância química depende de associações e interações atômicas.



Dessa maneira, a aprendizagem de muitos outros conteúdos ministrados no ensino médio, como reações químicas, ligações químicas e a montagem e representação de fórmulas de outras classes de compostos como óxidos, sais e hidretos pode ser muito otimizada.

A habilidade que o jogo NORFQUIM busca desenvolver nos alunos, que é estimular o desenvolvimento de um raciocínio que permita discernir e compreender as propriedades químicas que vão facilitar, dificultar ou impossibilitar a formação de compostos químicos, é de importância fundamental para o estudo da Química como um todo, ou seja, subsídio para o estudo geral da referida ciência.

Além da contribuição ampla à capacitação dos alunos, o jogo também dispõe de potencialidade direta para emprego no ensino e aprendizagem de outros temas químicos. O jogo NORFQUIM apresenta a multifuncionalidade típica dos carteados. Semelhantemente ao baralho que oferece diversas possibilidades de jogos, ele também pode emprestar seu conjunto de cartas à aprendizagem de outros temas químicos.

Essa sua potencialidade não passou despercebida pelos professores que acompanharam a aplicação do jogo nas escolas e pode ser bem exemplificada a partir da sugestão proferida pelo profissional identificado como professor *P2*, durante a roda de conversa que sucedeu uma das execuções do jogo didático.

*"A gente tem aula de ácido, faz um jogo. Os alunos já aprenderam o jogo. Temos aula de base, joga um jogo que os alunos já sabem das regras como joga. Só que mudou a forma como vão dispor as cartas e escrever o nome. Depois faz só com sal. Depois faz só com óxido. Então dá prá jogar quatro vezes com quatro tipos diferentes. Agora pode jogar uma quinta misturando tudo"(P2).*

Embora proposto para contribuir na aprendizagem de bases e ácidos inorgânicos, fica evidente na manifestação exposta por *P2*, que o carteadado e os suportes do jogo NORFQUIM também podem ser empregados no ensino de outros conteúdos, nos quais haja representação química.

Em sua fala, o professor *P2* ampliou a aplicação do jogo com tanta espontaneidade, que intuitivamente o tratou como houvesse sido idealizado para o estudo de sais e

óxidos também. É fácil compreender essa corrente indutiva que leva os professores a ampliarem naturalmente a aplicação do jogo NORFQUIM quando consideramos que o princípio orientador deste jogo é o mesmo que rege a própria ciência Química. Compreender os conceitos e propriedades que explicam as associações interatômicas (formação de ligações e composto químicos) significa literalmente aprender Química.

Nesse raciocínio, um conjunto de cartas, como o do jogo NORFQUIM, também pode, por exemplo, ser facilmente explorado no ensino de representações interatômicas binárias, que os professores costumam ilustrar na abordagem de ligações iônicas, assim como, na representação dos rearranjos atômicos de reações químicas.

Um outro aspecto que colaborou para o bom andamento do jogo didático no ambiente escolar de sua aplicação foi a dinâmica deste jogo, que embora exija um momento inicial dedicado à exposição das regras aos alunos e à organização das equipes e do ambiente (posicionamento do banner e suportes para cartas), reserva a maior parte do tempo para que os estudantes realizem suas ações, já que concluída a etapa inicial de preparo do jogo e exposição das regras, basta que o professor embaralhe e distribua as cartas para que a rodada inicie.

A execução das jogadas pelas equipes participantes ocorre de forma simultânea, visto que para cada equipe há um suporte de cartas disponível à montagem da fórmula e uma superfície reservada, no quadro de anotações, para representarem e nomearem o composto, não havendo assim, necessidade que os grupos aguardem sua vez de executarem a jogada.

Esse dinamismo é importante para evitar que os alunos desviem sua atenção durante a atividade, precaução que não deve ser ignorada quando o público alvo é adolescente.

A resolução de problemas por meio de raciocínio rápido e a necessidade de conjecturar e avaliar possibilidades na busca pela fórmula desejada, associada a jogadas que gastem pouco tempo, criam ambiente favorável à aprendizagem,

sobretudo, quando se trata das atuais gerações, cada vez menos pacientes para aceitar o ritmo natural do tempo, com pouco ou nenhum ânimo para participar de métodos de aprendizagem delongados (ALBUQUERQUE, 2015).

A velocidade e impaciência das atuais gerações demandam adequações nas metodologias de aprendizagem, como destacado por uma das professoras participantes da pesquisa.

*"O jovem de hoje é mais acelerado [...]"(P3).*

A dinâmica do jogo NORFQUIM, com jogadas de duração curta e que demandam maior participação dos alunos, adéqua-se bem à natureza da juventude atual. Talvez por essa razão, essas características do jogo tenham despertado a atenção dos estudantes. Algumas falas proferidas pelos alunos A8, A2 e A3, durante as rodas de conversa que sucederam a aplicação do jogo NORFQUIM nas escolas exemplificam o abordado.

*"Eu acho que é dinâmico e a gente se interessa mais. É bom porque a gente não fica ali sentado só olhando pro quadro"(A8).*

*"Eu gostei demais do jogo. O tempo passou rapidinho. Tem aula que demora um século" (A2)*

*"Aula boa, passa rápido" (A3)*

A declaração do estudante A8 mostra que a estruturação do jogo contribuiu para estimular o interesse dos jogadores, "é dinâmico e a gente se interessa mais" e, também, destaca o papel ativo que o jogo NORFQUIM oferece aos alunos, "é bom porque a gente não fica ali sentado só olhando pro quadro". Essa temática que envolve o protagonismo dos estudantes no processo de aprendizagem por meio do NORFQUI será discutida na seção seguinte.

#### **5.1.4 O jogo NORFQUIM e o protagonismo dos alunos na aprendizagem (C4)**

No jogo NORFQUIM o professor de Química assume o papel de mediador do jogo e da aprendizagem, sendo delegado aos alunos o protagonismo do processo de construção do conhecimento. Entretanto, durante a fase de aplicação nas escolas, a

função de mediador foi desempenhada pelo pesquisador, autor da presente pesquisa, sendo dele inclusive a responsabilidade pela organização prévia da turma, equipes e espaço físico (posicionamento do banner e suportes).

Não houve, por parte do pesquisador mediador, exposição do conteúdo químico propriamente dito, entretanto, as normas do jogo foram apresentadas aos alunos de forma didática e objetiva, com liberdade para que esclarecessem suas dúvidas em relação ao jogo.

Como eram totalmente desconhecidas aos estudantes, as regras constituíram o conjunto de organizadores prévios essenciais à prática do jogo NORFQUIM, apresentadas aos alunos em sua generalidade para que aplicassem especificamente no jogo, com os diferentes conjuntos de cartas disponibilizados a cada rodada (MOREIRA, 2012, p. 11). Nesse tipo de situação, os aprendizes, muitas vezes, têm a impressão de que não estão compreendendo, mas na verdade, estão estimulando suas estruturas cognitivas para alcançarem significados, como pode ser observado nas falas a seguir:

*"No começo eu não tava entendendo nada, mas depois entendi. É fácil jogar esse jogo"(A9).*

*"Na primeira jogada a gente fez tudo errado. A gente fez duas fórmulas e era só pra fazer uma"(A10).*

O objetivo dessa estratégia foi fornecer, aos estudantes, apenas os quesitos mínimos necessários à prática do jogo NORFQUIM, de forma que a construção do conhecimento fosse guiada pelo raciocínio dos alunos, com menor influência do mediador. Segundo o princípio da interação social e do questionamento da TASc, os aprendizes devem ser estimulados a elaborarem suas próprias perguntas, visto que a formulação de questionamentos relevantes, apropriados e substantivos exploram o conhecimento prévio do aprendiz e favorecem a aprendizagem significativa (MOREIRA, 2005, p. 13).

Nesse aspecto, a prática do jogo NORFQUIM representa uma ótima oportunidade para que o professor estimule os alunos a formularem suas próprias indagações, visto que o fornecimento aleatório de cartas aos participantes cria um ambiente

natural de questionamento. Isto é, ao analisarem o conjunto de cartas fornecido a cada rodada, os estudantes automaticamente se questionam: qual modalidade de composto químico iremos apresentar? Ácido ou base? Temos as cartas necessárias para representarmos qual composto?

Considerando que um único conjunto de cartas quase sempre permite a representação de várias fórmulas diferentes, os participantes são naturalmente convidados a conjecturarem possibilidades a fim de elegerem a fórmula que lhes renderá maior pontuação. A análise das possibilidades de jogadas propicia uma natural interação social entre os participantes, o que, segundo o princípio da interação social e questionamento da TASC, favorece a aprendizagem significativa (GOWIN, 1981; MOREIRA, 2005).

Para que as equipes agissem de forma livre e autônoma, como já dito, não foram realizadas intervenções preventivas, porém, os participantes do jogo tinham plena liberdade para convidarem o mediador à discussão, caso despontassem dúvidas.

O auxílio do pesquisador-mediador ocorreu sempre por meio de indagações que visavam estimular nos alunos a construção de um raciocínio sistemático à montagem das fórmulas: “Vocês desejam representar um ácido ou uma base?”; “quais elementos devem estar disponíveis para a representação desejada?”; “qual deve ser o resultado da soma dos NOX de todos os átomos da fórmula?”.

Essa negociação de significados entre aluno e mediador por meio da permuta de questionamentos, sem transmissão de respostas acabadas, é determinante para a promoção da aprendizagem crítica, segundo o já citado princípio da interação social e do questionamento da TASC (MOREIRA, 2005, p. 52).

Como a execução do jogo NORFQUIM apresenta aos alunos um jeito novo e diferente de estudar fórmulas e nomenclatura de bases e ácidos, a compreensão dos itens relevantes à representação de cada fórmula constitui uma habilidade muito importante à execução deste jogo. Tradicionalmente, como já tratado na seção 6.1.1, no estudo regular desse conteúdo, exercita-se o conhecimento buscando determinar os nomes de compostos a partir de suas respectivas fórmulas químicas,

ou de forma inversa, tentando encontrar as fórmulas a partir dos nomes dos compostos.

Porém, no jogo NORFQUIM, as equipes propõem um composto, cuja fórmula abarque o maior número possível de átomos com as cartas que lhes foram destinadas e, a partir disso, apresentam a representação química e o nome do composto. Ou seja, ao invés de determinarem o nome a partir da fórmula pronta ou vice-versa, no NORFQUIM, realizam trabalho completo: propõem a fórmula de um composto, exibem sua representação e determinam o nome.

A fórmula é construída aleatoriamente pelos jogadores com base nas cartas que lhes foram disponibilizadas. Dessa maneira, os estudantes são encorajados a montarem seus compostos químicos a começar do “zero”, sem nenhuma informação inicial. Isso lhes exige maior perspicácia, já que devem observar com minúcia as características de cada fórmula, condição que foi propositalmente estabelecida com intenção de aprimorar as aptidões cognitivas dos alunos por meio do jogo. Assim, os aprendizes são estimulados a buscarem soluções para os desafios propostos no jogo NORFQUIM a partir de subsunçores preexistentes em sua estrutura de conhecimento.

Esse modo de exercitar o assunto conquistou boa aceitação dos alunos, como pode ser evidenciado na interlocução entre os estudantes A9, A10 e o pesquisador (Pesq). Ambos participantes afirmam que o jogo contribuiu para a aprendizagem, contudo, o aluno A9 reforçou a importância do jogo NORFQUIM para melhorar o entendimento quanto à aplicação das regras de nomenclatura química, segmento do conteúdo que normalmente impõe considerável dificuldade de aprendizagem, em função das múltiplas variações da regra já especificadas na seção 2.5.2.

*"Eu achei que ficou mais fácil de aprender, até mesmo o nome"(A9);*

*"[...] eu não sabia distinguir nem entre ácido e base, e também em relação aos nomes eu não entendia bem"(A10);*

*"E o jogo te ajudou a compreender melhor o assunto?"(Pesq);*

*"Sim. Agora eu entendi"(A10).*

As regras de nomenclatura estavam dispostas no banner do jogo NORFQUIM de forma esquemática, não acabadas e sem exemplos, estrategicamente para estimular os alunos a extraírem seus próprios significados do material didático. Embora seja permitido aos alunos escolherem qualquer fórmula de base ou ácido inorgânico, não é aconselhável, sob o ponto de vista estratégico, montar um composto qualquer, visto que a pontuação obtida pela equipe, ao apresentar sua fórmula, é proporcional ao número de átomos nela presentes (seção 4.4).

Isto é, para serem bem-sucedidas no jogo, as equipes devem buscar fórmulas mais robustas, com maior quantidade de átomos, o que contribui para que os praticantes se tornem mais hábeis no cálculo do NOX.

Algumas declarações dos participantes evidenciaram que a atuação ativa dos discentes, viabilizada pelo jogo, contribuiu para a melhoria dos resultados da aprendizagem. Os trechos de algumas das falas citadas encontram-se descritos a seguir.

*"Eu acho que a gente aprende melhor fazendo dessa forma, montando as fórmulas com as cartas do que o professor explicando e a gente tentando entender"(A11);*

*"Porque geralmente as aulas são muito monótonas. O professor vai explicando e a gente ouvindo e anotando. Aí é muito interessante a gente ter essa participação com o professor e com os alunos"(A12);*

*"[...] ao observar os alunos jogando: Eles ficam mais autônomos, na verdade. É uma maneira de aprender em que eles fazem mais por eles mesmos"(P3);*

*"Eu achei bom a gente ir ao quadro tentar montar a fórmula. É bom que pratica"(A13);*

*"Desse jeito todo mundo se mexe"(A14).*

Na declaração da estudante A11 fica perceptível que o jogo NORFQUIM melhorou didaticamente o andamento do processo de aprendizagem, visto que, segundo a discente, aprende-se melhor com ele, ao passo que as estudantes A12, A13 e A14 frisaram que o jogo tornou a aula mais dinâmica e menos monótona, peculiaridade que pode exercer influência positiva no sentido de melhorar o interesse dos alunos.

A autonomia dos discentes foi destaque na fala da professora, aqui identificada como *P3*, e certifica a potencialidade do jogo NORFQUIM para desenvolver o protagonismo dos alunos no processo de aprendizagem.

De maneira semelhante ao que acontece em outros jogos, didáticos ou não, foi possível perceber que o transcurso do jogo NORFQUIM vai gradativamente mostra aos competidores se suas decisões lhes proporcionaram bom ou mau resultado. As tentativas de montar, representar e nomear as fórmulas estimulam o raciocínio dos participantes, que vão aprendendo e aprimorando conhecimentos de forma autônoma à medida que jogam, sem a necessidade da intervenção direta do mediador. Isso mostra a potencialidade do material didático em oferecer significados aos alunos, requisito necessário à aprendizagem significativa (FELICETTI; PASTORIZA, 2015, p.4)

Entretanto, a presença do professor mediador é essencial ao processo, pois representa a garantia de que a aprendizagem será adequadamente direcionada, quanto ao ponto de vista científico. Segundo o princípio do aprendiz como perceptor/representador (MOREIRA, 1996, p. 193), ao perceberem os significados oferecidos na prática do jogo, os estudantes constroem representações mentais que podem ser adequadas ou inadequadas. Dessa forma, a interação dos alunos com o mediador é importante para alinhar, ao conhecimento científico, às diferentes percepções dos alunos (GOWIN, 1981).

A responsabilidade de iniciar o processo propriamente dito era dos alunos, que recebiam as cartas, analisavam e executavam a jogada, usando o entendimento alcançado sobre o assunto até aquele momento. Como já dito, não foram necessárias intervenções prévias por parte do mediador, pois a expectativa era que os alunos extraíssem conhecimentos por meio da prática do jogo, enquanto buscavam desvendar os desafios por ele propostos (MORAIS, 2011. p. 156).

O mediador acompanhou o processo, orientou os discentes e esclareceu dúvidas, contribuindo para que se apropriassem do conhecimento científico, entretanto, só realizou intervenções que foram demandadas pelos estudantes, os verdadeiros



protagonistas do processo, uma vez que a tomada de decisão na escolha, montagem, representação e identificação da fórmula foi a eles atribuída.

Ao final de cada rodada, os estudantes recebiam a pontuação, verificavam seu desempenho e analisavam ações e motivos que lhes subtraíram pontos e esclareciam suas dúvidas com o mediador. Diferentemente de outras atividades escolares, os alunos aqui não podiam copiar as respostas de outras equipes, pois cada grupo dispunha de um conjunto de cartas distinto que mudava a cada rodada em virtude do embaralhamento, sendo necessário que cada equipe desenvolvesse um raciocínio próprio.

Durante o andamento do jogo, os participantes erraram e acertaram em suas decisões, mas ambos os cenários foram benéficos à promoção da aprendizagem. Quando uma boa jogada era executada, o mediador parabenizava seus autores e valia-se da circunstância para compartilhar significados sobre a fórmula apresentada, o que servia tanto para motivar a equipe destacada quanto para ressaltar, aos outros participantes, aspectos dos quais ainda não se haviam atentado.

Em duas situações, a representação das equipes mereceu cumprimentos do mediador. Nas fórmulas do ácido perclórico ( $\text{HClO}_4$ ) e do ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Em ambas as circunstâncias foi destacada a boa estratégia de explorar os estados de oxidação mais altos dos ametais para montar fórmulas de oxiácidos.

Já numa jogada de execução inadequada, a própria perda ou baixo ganho de pontos dela decorrente, por si só, era suficiente para alertar os alunos que ações semelhantes àquela deveriam ser evitadas ou efetuadas de outra maneira, entretanto, nesses casos, o mediador incentivava os alunos a esclarecerem suas dúvidas para que o ocorrido fosse bem compreendido pelos estudantes, estimulando a discussão entre membros do grupo e com o próprio mediador.

O ambiente lúdico mostrou-se bem favorável para intervenções corretivas, pois não foram observados sinais de constrangimento por parte dos alunos, provavelmente em razão do clima descontraído em que as considerações eram realizadas

(KISHIMOTO, 1996, *apud* SOARES, 2015, p. 47). Essas situações em que a intervenção foi decorrente de algum erro dos alunos serão melhor tratadas e exemplificadas na seção 5.1.5.

A dinâmica de pontuação cumulativa do jogo NORFQUIM, já apresentada na seção 4.4, contribuiu para que os alunos buscassem o conhecimento estimulados pela possibilidade de recuperarem nas próximas cartadas o prejuízo de jogadas anteriores, como mostra o diálogo a seguir:

*"A gente errou tudo. Não era para colocar uma carta atrás da outra" (A10);*

*"Tem problema não. A gente recupera na próxima"(A11).*

O aprimoramento no entendimento das regras e estratégias do jogo, no decorrer da partida eram importantes para que não houvesse reprodução de equívocos e comprometimento de performance no seguimento do jogo, uma vez que a cada rodada as equipes recebiam um novo conjunto de cartas e uma outra situação, que demandava nova leitura do jogo, surgia, sendo importante o emprego do conhecimento acumulado no curso da partida.

Em recorrentes momentos, os alunos solicitaram a presença do mediador para discutir e esclarecer detalhes relacionados a jogadas de equipes oponentes, tentando aprimorar a própria estratégia por meio da observação de ações dos adversários.

Dessa forma, o próprio curso do jogo foi conduzindo a aprendizagem, pois à medida que estratégias eram traçadas, os estudantes, embalados pela motivação natural que o jogo proporciona, gradativamente se apropriavam das regras a fim de alcançar a vitória no jogo, contudo, também atingiam o objetivo principal do emprego do jogo NORFQUIM, o conhecimento, muitas vezes extraído de equívocos dos alunos, como será discutido na próxima seção.

### **5.1.5 O jogo NORFQUIM e o aproveitamento dos erros na aprendizagem (C5)**

Em qualquer atividade competitiva, é natural que os participantes busquem operar

suas decisões a fim de alcançarem desfechos prósperos e vitoriosos que proporcionem a desejada sensação de prazer e alegria que a vitória é capaz de provocar nos vencedores (FUENTES, 2005, p. 44; ROBAINA, 2008, p. 14-15). Nessas atividades, a derrota e os erros de decisão são normalmente indesejados e, conforme o caso, frustrantes.

Entretanto, nos jogos didáticos, as decisões equivocadas e inapropriadas dos jogadores, podem ser muito benéficas aos participantes e ao processo de aprendizagem (PIAGET, 1987, p. 61), visto que servem de diagnóstico ao professor, por meio das quais poderá identificar desvios no entendimento de conceitos e dúvidas, realizar intervenções e planejar o seguimento do processo de ensino.

Uma das equipes de estudantes que participou da fase de aplicação do jogo NORFQUIM nomeou de maneira incompleta o composto de fórmula  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , ocultando a valência do elemento ferro que deveria ser representada por meio de algarismo romano.

Ao invés da denominação correta, hidróxido de ferro III, os alunos escreveram apenas "hidróxido de ferro". Ao final da atividade, quando foi oportunizado aos participantes que falassem sobre o que aprenderam com o jogo, uma das alunas da equipe citada, estudante A15, cuja fala está descrita a seguir, declarou que havia aprendido a usar os algarismos romanos na nomenclatura das bases.

*"Eu aprendi aquela parte de colocar números romanos no nome das bases"(A15).*

*"Então me explica quando que você deve usar os algarismos romanos na nomenclatura de bases?"(Pesq).*

*"Quando o átomo tem mais de um nox"(A15).*

A correção do erro durante o jogo, com conseqüente desconto na pontuação da equipe, criou uma situação de aprendizagem, nitidamente apresentada na fala citada. Segundo o princípio da aprendizagem pelo erro da TASC, o ser humano erra frequentemente e aprende a partir da correção e superação de seus erros (MOREIRA, 1993).

A recepção de novos significados culmina na construção de modelos mentais que representam o que o sujeito aprendeu e sofrem correções gradativas até que se tornem funcionais ao indivíduo. As intervenções que decorrem da demanda dos aprendizes, visando ao suprimento de dúvidas ou correção de erros, são muitas vezes mais proveitosas que uma longa exposição do assunto, visto que, como ouvinte, o aluno pode desviar sua atenção, experimentando dificuldade para reter o conhecimento que está sendo transmitido ou recebê-lo de forma mecânica.

Contudo, no jogo NORFQUIM, os alunos não oferecem atenção principal àquilo que estão ouvindo, já que não exercem papel de meros ouvintes, mas sim às ações que se encontram em execução e ao raciocínio que desenvolvem, situação que colabora para que os alunos mantenham sua concentração e utilizem seu conhecimento prévio para interagir com os novos conhecimentos.

É corriqueiro na atividade educacional que o professor, após reproduzir inúmeras vezes a mesma informação em suas exposições didáticas, venha deparar-se, somente na correção das avaliações dos discentes, com a triste descoberta de que os mesmos não compreenderam o que foi explicado, mesmo após várias repetições.

Essa transmissão unidirecional, primeiramente, do professor para o aluno durante as aulas e posteriormente do aluno para o professor, no momento da prova, não favorece a aprendizagem significativa, pois não estimula a negociação de significados entre os personagens do processo educacional: educador e educando (MOREIRA, 2000, p. 4) .

Além disso, conquistar a atenção de alunos adolescentes, especialmente, numa época em que os indivíduos estão menos resistentes ao curso natural do tempo (ALBUQUERQUE, 2015), não é tarefa fácil e ficou bem ilustrado nas falas dos professores *P1* e *P2* participantes da presente pesquisa, em relação aos seus alunos.

*"[...] vou te dizer, dependendo da turma eu passo mais tempo chamando a atenção dos alunos, do que discutindo Química (P1)"*

*"[...] Cara! eu tento falar o menos possível nas aulas. Explico um pouco e já passo exercício. Não adianta ficar falando muito que eles não prestam atenção"(P2).*

*"Só nas primeiras aulas do dia a gente consegue desenvolver melhor a aula" (P3).*

O jogo NORFQUIM, assim como outros jogos didáticos, pode auxiliar o educador nessa dura tarefa de conquistar a atenção dos estudantes, visto a alta potencialidade que a metodologia lúdica apresenta, por si só, em cativar pessoas e estimular compartilhamento de significados. A declaração a seguir, do estudante A10, reforça a relevância do jogo quanto a aprendizagem do conteúdo de fórmulas químicas em comparação à metodologia tradicional, visto que já havia estudado o assunto sem sucesso.

*"Com esse jogo eu consegui aprender a nomenclatura dos ácidos e das bases que eu já tinha estudado antes, mas não tinha conseguido aprender"(A10).*

Algumas circunstâncias criadas pelo jogo NORFQUIM são bem estratégicas para aprimorar o ensino do conteúdo abordado. Após estimular o raciocínio dos alunos na confecção, representação e nomenclatura de fórmulas, reserva-se um instante para a contabilização dos pontos, realizada pelo mediador ao final de cada rodada. Esse momento gera certa inquietação nos alunos para descobrirem a quantidade de pontos obtidos com sua respectiva fórmula.

Essa expectativa colabora para que fixem sua atenção na fala do mediador. Ou seja, o andamento do jogo cria um momento de expectativa dos alunos em relação ao professor, já que aguardam ouvi-lo sobre a pontuação da fórmula, o que é extremamente favorável para que ele execute suas intervenções. Com a atenção voltada para ele, maiores serão as chances de suas considerações serem bem assimiladas pelos alunos.

Um outro fator que coopera para que os estudantes mantenham sua atenção nas intervenções de cada rodada, é o sistema cumulativo de pontuação do jogo, que estimula os estudantes a buscarem compreensão clara sobre cada equívoco cometido pela equipe, com interesse de que não sejam reproduzidos nas jogadas subsequentes.

Além disso, os jogadores querem ter certeza de que não foram injustiçados por algum possível equívoco na contabilização dos pontos, sendo necessário, dessa forma, que compreendam satisfatoriamente os critérios usados para atribuir pontos à formula, de modo que garantam uma pontuação isenta de erros. Algo semelhante ao que acontece com os alunos após receberem suas provas corrigidas, que querem compreender o raciocínio a fim de verificarem se nota está correta. As falas das alunas A5, A11 e A14 exemplificam o abordado:

*"Conta esse negócio direito professor, Não quero perder esse jogo não"(A5)*

*"[...] eu não entendi por que a gente só ganhou 4 pontos"(A11)*

*"[...] a gente acertou metade do nome. Não dá pra dar meio pontinho? (A14)*

O acumulado dessas situações que abrangem a expectativa dos alunos em verificar a pontuação alcançada, a oportunidade de aperfeiçoar as próximas jogadas e o cuidado de acompanhar a contabilização dos pontos colabora para que a atenção dos alunos esteja voltada ao professor no momento em que realizará suas intervenções, ao final de cada rodada.

Neste instante, as ações dos alunos já se concretizaram e o professor poderá direcionar suas considerações com base em falhas cometidas pelas equipes ou dúvidas que surgiram durante o processo, evitando repetições de informações já compreendidas ou explicações delongadas, dentre as quais fica difícil, ao aluno, distinguir o que é realmente relevante.

É comum que muitos estudantes, por timidez ou vergonha, ocultem suas dúvidas em sala de aula, o que torna difícil ao professor analisar e identificar os entraves à aprendizagem, uma vez que normalmente não detém de tempo disponível para corrigir os exercícios de todo corpo discente, cuja displicência quanto ao cumprimento de tarefas, principalmente as domiciliares, não é raro, em especial no público adolescente.

Esse cenário é desfavorável ao processo de aprendizagem, pois predispõe que certas dúvidas ou desvios no entendimento de conceitos só sejam identificadas pelo professor ao final do processo, provavelmente quando corrigir as avaliações

mensais ou bimestrais. Entretanto, quanto antes as dúvidas forem expostas, melhores serão as condições para o professor planejar suas ações e intervir em favor da aprendizagem dos alunos.

É nesse aspecto que o jogo NORFQUIM se apresenta em grande vantagem, visto que o andamento do jogo facilita a exposição de dúvidas, dificuldades e desvios de aprendizagem por parte dos alunos. Como a execução das jogadas é totalmente delegada aos estudantes, o professor pode detectar os problemas de aprendizagem enquanto observa o desempenho dos jogadores.

As dúvidas expostas na prática do jogo oportunizam a intervenção do professor, já que ao observar as ações dos participantes, o profissional educador consegue identificar as questões que prejudicam a aprendizagem e ganha subsídios para intervir de forma específica e eficiente.

Várias foram as intervenções realizadas pelo mediador em resposta aos erros dos alunos durante a prática do jogo nas escolas, alguns deles, como a atribuição do nome ácido “enxofídrico” ao composto  $H_2S$  e a denominação ácido “nitrogênico” para o  $HNO_3$ , já foram discutidas na seção 5.1.1.

Uma circunstância que demandou reiteradas intervenções do mediador durante o jogo foi a utilização dos parêntesis nas representações de fórmulas químicas de hidróxidos derivados de cátions bivalentes ou trivalentes. Os alunos montavam as fórmulas no suporte de forma adequada, mas falhavam na representação.

*"Você entende o significado dos parêntesis nas fórmulas químicas? (Pesq)*

*"Não" (A1)*

Uma das equipes participantes selecionou corretamente cinco cartas (uma de cobre, duas de oxigênio e duas de hidrogênio) para a fórmula do hidróxido de cobre II, e as organizou de forma adequada no suporte, porém, suprimiu equivocadamente os parêntesis em sua representação correspondente, concluindo a jogada com a fórmula “ $CuO_2H_2$ ”, ao invés de  $Cu(OH)_2$ .

Embora o emprego dos parêntesis nas fórmulas químicas exiba semelhança com seu uso em fórmulas matemáticas, a maioria dos alunos, quando questionados, não soube explicar o papel desse recurso nas fórmulas químicas. Consequentemente, as intervenções do mediador foram direcionadas no sentido de suprir essa demanda.

Os alunos recebiam, a cada equívoco desse gênero, a informação de que os subíndices externos aos parêntesis abrangiam todos os átomos que estavam sob sua demarcação e a seguir era solicitado que os próprios alunos tentassem corrigir a representação com base nas considerações do mediador. De forma geral, as equipes conseguiam reparar corretamente a representação da fórmula após intervenção.

Uma outra situação que merece destaque surgiu da fórmula “H<sub>4</sub>SO” proposta por uma equipe participante que atribuiu NOX -2 tanto para o oxigênio quanto para o enxofre, ambos com atomicidade unitária, e neutralizaram a carga negativa com quatro átomos de hidrogênio. Embora o cálculo estivesse correto e os estados de oxidação atribuídos constassem dentre as possibilidades existentes para cada um dos átomos do composto idealizado, a fórmula é inconsistente.

Como já abordado anteriormente, na seção 5.1.3, os átomos não se associam de qualquer modo. A formação de um composto obedece a mecanismos naturais que se orientam por um conjunto de propriedades químicas, dentre as quais está a eletronegatividade (RUSSEL, 2008, p. 400-402).

O enxofre e o oxigênio (grupo 16/ VIA) apresentam seis elétrons na camada de valência e necessitam de dois extras para completar o octeto. Ambos podem assumir carga -2 se associados a átomos de hidrogênio, já que são mais eletronegativos que ele. É o que ocorre nos compostos H<sub>2</sub>S<sub>(aq)</sub> (ácido sulfídrico) e H<sub>2</sub>O (água). Entretanto, se átomos dos três elementos compuserem um mesmo composto, o oxigênio, por ser mais eletronegativo, tende a deslocar em seu favor a densidade eletrônica (KOTZ; TREICHEL; WEAVER, 2009, p. 735).

Dessa forma, cargas positivas vão se refletir tanto no enxofre como no hidrogênio em função do afastamento da nuvem eletrônica provocado pelo oxigênio, o que



inviabiliza a fórmula "H<sub>4</sub>SO" proposta pelos alunos, visto que o enxofre, em razão do que foi exposto, tende a assumir cargas positivas quando ligado ao oxigênio. Situação que pode ser bem exemplificada nos oxiácidos H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (ácido sulfúrico) e H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> (ácido sulfuroso), cujas estruturas já foram discutidas na seção 2.5.2 e dispõem do enxofre com os estados de oxidação positivos, +6 e +4, respectivamente.

Os próprios alunos desconfiaram da consistência da fórmula que propuseram frente a dificuldade enfrentada para adequá-la às regras oficiais de nomenclatura, dúvida que oportunizou ao mediador discutir o conceito de eletronegatividade a título de revisão, uma vez que já haviam estudado o assunto anteriormente. Durante a roda de conversa, após aplicação do jogo NORFQUIM, quando foi solicitado aos alunos que falassem sobre o que aprenderam com o jogo, um dos participantes dessa equipe, identificado como A16, declarou:

*"Eu entendi que o oxigênio deixa todo mundo positivo, por que ele puxa os elétrons de todo mundo"(A16).*

Mostrar a aplicação do conceito de eletronegatividade na formação dos compostos e na representação de suas fórmulas correspondentes e discutir com os alunos os motivos pelos quais os átomos podem se apresentar com diferentes estados de oxidação, conforme sua vizinhança atômica, contribuiu para consolidar subsunções já existentes na estrutura cognitiva dos alunos e promover aprendizagem significativa de novos conhecimentos.

Embora o objetivo do jogo NORFQUIM seja encaminhar os alunos à formulação correta de bases e ácidos inorgânicos, todavia, a exemplo do que ocorreu na proposição "H<sub>4</sub>SO", a liberdade ofertada aos jogadores para que representem aleatoriamente suas fórmulas pode ocasionar desfechos inesperados ao mediador.

Contudo, como o objetivo do jogo é a promoção da aprendizagem, não é relevante, para a construção do saber, quantificar o que os participantes acertaram ou erraram em suas decisões, sendo o sistema de pontuação do jogo apenas um artifício para estimular a participação dos alunos.

O mais importante é que a prática do jogo crie circunstâncias de aprendizagem, colaborando para o aprimoramento do conhecimento preexistente e fornecimento de subsídios ao raciocínio dos estudantes, como demonstrado nos resultados aqui discutidos em relação à utilização do jogo NORFQUIM, sendo essencial a presença do mediador para alinhar as hipóteses e argumentos construídos pelos alunos durante o jogo ao conhecimento científico.

Além disso, também será o mediador quem planejará as ações que antecedem a prática do jogo e as atividades didáticas que o sucedem (MESSEDER NETO; MORADILLO, 2016, p. 367; RIBEIRO *et al.*, 2018, p. 44), haja vista que a aprendizagem do conteúdo de fórmulas químicas e nomenclatura de bases e ácidos inorgânicos não começa e nem termina com o jogo NORFQUIM, conforme será discutido na seção subsequente.

#### **5.1.6 As etapas anterior e posterior ao processo de aprendizagem por meio do jogo NORFQUIM (C6)**

Embora a atmosfera lúdica e o ambiente descontraído sejam condições essenciais à realização de jogos didáticos, é indispensável que o professor, antes de aplicá-los, explique a seus alunos que a sua prática não consiste apenas em uma simples brincadeira, mas possui objetivos didáticos preestabelecidos que, inclusive, devem ser compartilhados com os envolvidos (SOARES, 2015, p.73).

*"Professor! nós vamos jogar agora?"(A7)*

*"Nós vamos aprender agora, por meio do jogo" (Pesq)*

Caso isso não seja feito, corre-se o risco de não alcançar a merecida atenção de alguns dos alunos, em virtude da falta de compreensão relativa aos objetivos que se almeja atingir por meio da atividade empregada. "[...] as pessoas que não veem sentido ou não gostam do que fazem [...] utilizam somente 10% da sua capacidade de produção de conhecimento" (KAUARK, MUNIZ, MORAIS, 2008, p. 49).

É importante ressaltar que uma das condições necessárias à ocorrência de aprendizagem significativa é a predisposição do indivíduo em aprender

significativamente (FELICETTI; PASTORIZA, p. 4; AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980). Logo, é essencial que esteja a par dos objetivos da aula e expectativas do professor quanto à metodologia utilizada.

Se não forem instruídos sobre as metas a atingir por meio do jogo didático e sua importância para aprendizagem, os alunos podem achar que o professor os está engabelando e servindo-se do jogo como pretexto para disfarçar a própria desídia.

Entretanto, se o profissional educador expuser os motivos pelos quais planejou sua aula e apresentar as metas desejadas, provavelmente, cativará maior empenho dos estudantes com conseqüente melhoria nos resultados da aprendizagem. Além disso, também evitará interpretações injustas e equivocadas em relação à sua conduta.

Um forte indício do prejuízo ao processo de aprendizagem que pode ocorrer, se os alunos não compreenderem os objetivos do uso da metodologia lúdica, ficou bem evidenciado na declaração da professora, identificada como professor *P4*, que participou da aplicação do jogo NORFQUIM.

Esta profissional compartilhou uma experiência anteriormente vivenciada em sala de aula durante a aplicação de um jogo didático, na qual experimentou a rejeição de um grupo de alunos ao jogo, sob alegação de que a brincadeira prejudicaria a aula.

*"[...] eles falaram bem assim: ah, é brincadeira? Não queremos brincar não, queremos aula" (P4).*

Os alunos estavam interessados em participar da aula, porém, não queriam jogar, provavelmente, em virtude de uma visão tradicional da palavra aula, não enxergando, dessa forma, importância no que estava sendo proposto.

Por essa razão é fundamental que o professor realize antecipadamente suas considerações, evitando que, por motivos de preconceções referentes ao educador que utiliza jogos didáticos, os alunos se desobriguem a dar atenção ao que está sendo realizado, por julgarem que o professor não está ensinando, mas brincando ou embromando.

É quesito para a ocorrência do jogo didático o envolvimento dos dois personagens do processo educacional, educador e educando, da mesma forma que a troca de significados entre professor e aluno constitui um facilitador para a ocorrência da aprendizagem significativa crítica (MOREIRA, 2005, 2011). Além de planejar o ensino, o professor também deve incentivar seus aprendizes a participarem do processo.

Quanto maior for o comprometimento dos estudantes, melhores serão os resultados obtidos. Em se tratando de jogos didáticos, o envolvimento dos estudantes normalmente se relaciona ao ambiente de prazer que a atividade proporciona aos alunos, como pode ser percebido nas declarações estudantes A15, A16, A17 e professora P3, a seguir.

*"Achei o jogo criativo, muito criativo!"(A15);*

*"É muito divertido aprender assim, brincando"(A16);*

*"Uma aula diferente. É legal"(A17);*

*"[...] achei que foi muito natural, eles jogaram tão natural, parecia que eles estavam jogando um joguinho em casa"(P3).*

É papel do professor conscientizar os alunos quanto ao caráter educativo do jogo, explicando que sua utilização não visa apenas o entretenimento, mas objetiva principalmente melhorar o desempenho cognitivo e a aprendizagem. O professor também deve expor as razões do emprego da metodologia lúdica e estimular o ludismo, compromisso de jogador, um dos atributos do jogo, sem o qual não há jogo (SOARES, 2015, p.73). Quanto maior for o comprometimento do participante, buscando desenvolver raciocínio lógico na execução das jogadas, mais significativa será a aprendizagem.

O jogo NORFQUIM não deve ser empregado para principiar o ensino de bases e ácidos inorgânicos, pois a representação e a nomenclatura de fórmulas químicas, conteúdo abordado por esse jogo, requer que o aluno possua um conhecimento prévio mínimo do assunto. Sendo assim, torna-se necessário que o professor discuta com os estudantes conceitos e outras informações que julgar relevantes antes de aplicá-lo.

Nas aulas que antecedem o jogo NORFQUIM, o professor deve abordar ácidos e bases sob o ponto de vista científico, mas também buscar estabelecer correlação desses conceitos com o cotidiano dos alunos. Bebidas cítricas, como laranjadas ou limonadas, e medicamentos antiácidos, como o leite de magnésia, podem ser explorados como subsunçores à aprendizagem do conteúdo químico abordado pelo jogo NORFQUI, mas de forma cuidadosa para que o aluno não crie analogias equivocadas.

Se as definições de ácidos e bases já estiverem bem ancoradas na estrutura cognitiva dos alunos, os novos conhecimento relativos à representação e nomenclatura dessas funções químicas oferecerão maior significância aos aprendizes.

Caso contrário, aprender a representar e nomear um ácido ou base não manifestará muito significado, se os conceitos básicos essenciais (subsunçores) à aprendizagem do conteúdo abordado estiverem carentes, ou seja, se o aprendiz ainda não tiver se apropriado dos tais. A falta desses subsunçores está evidente nas declarações dos participantes A18, A19 e A20 derivadas das interações entre pesquisador e estudantes que ocorreram durante a aplicação do jogo.

*"[...] ácido é uma coisa assim...amarga" (A18);*

*"[...] base tem a ver com aquilo que passa na unha?" (A19);*

*"[...] ácido é um negócio corrosivo" (A20).*

Assim como qualquer outro jogo didático, o jogo NORFQUIM deve estar bem conexo às outras etapas do processo educativo, seja nas aulas anteriores, em que houver a explanação do assunto para aquisição do conhecimento prévio essencial ao jogo, seja nas aulas subseqüentes, com a resolução de exercícios relacionados ao conteúdo abordado pelo jogo.

O jogo NORFQUIM deve ser explorado para motivar a participação dos estudantes no processo educacional, fomentar curiosidade e despertar interesse pelo conteúdo de fórmulas e nomenclatura de bases e ácidos inorgânicos, e ao seu término,

devem ser empregados recursos estratégicos que garantam a continuidade da aprendizagem (MESSEDER NETO; MORADILLO, 2016, p. 367).

Não basta que isso esteja perceptível apenas para o professor, é muito importante que seja compartilhado enfaticamente com os alunos, afinal o sucesso da metodologia, em parte, depende deles. Por mais bem sucedida que possa parecer a aplicação de um jogo didático ou de outra metodologia no processo de ensino e aprendizagem, sempre haverá pontos a serem reforçados ou dúvidas a esclarecer.

Cada aprendiz detém seu próprio ritmo de desenvolvimento e dos subsunçores existentes em sua estrutura cognitiva, não sendo possível, por mais exitoso que seja o planejamento metodológico, alcançar a todos da mesma forma. Ao observar as declarações de alguns alunos, após aplicação do jogo, é possível entender o que foi discutido.

*"[...] A gente tinha um pouco de dúvida para dar nomes a ácidos e bases, mas com a aula de hoje ficou mais fácil, deu uma boa clareada"(A21);*

*" Ácido é mais difícil. Tive dificuldade em escrever o nome. Achei meio difícil"(A22);*

*"O jogo é legal, mas eu achei meio difícil dar os nomes" (A19).*

O aluno A21 expressa sua percepção em relação à sua equipe e apesar de ter expressamente reconhecido que a realização do jogo facilitou a aprendizagem das regras de nomenclatura química, assunto que por sinal já lhes geravam dúvidas, a expressão “clareada”, empregada por ele, sugere que algumas necessidades quanto à aprendizagem ainda precisavam de ser supridas, ou seja, o jogo facilitou o processo mas não foi capaz de proporcionar aprendizado integral do conteúdo.

A frase do estudante A22 “achei meio difícil” também ilustra a necessidade que os conceitos tratados pelo jogo sejam complementados por meio de atividades pós jogo, análise que também atende a declaração de A19.

Uma boa alternativa para a continuidade do processo de aprendizagem, após a aplicação do jogo NORFQUIM, é o fornecimento de exercícios aos alunos para realização domiciliar, que podem ser avulsos ou selecionados do material didático

(RIBEIRO *et al.*, 2018, p. 44), todavia, que sejam estratégicos, com abordagem enfática aos conceitos tratados pelo jogo e, se possível, referenciando-o em seus enunciados, de tal forma que o aluno resgate o raciocínio que desenvolveu durante a atividade lúdica na resolução dos exercícios.

Essas tarefas domiciliares do pós-jogo podem contribuir para a familiarização dos alunos com a principal ferramenta de trabalho da Química, a tabela periódica, já que em casa as cartas serão dispensadas e substituídas por ela, justamente para que os alunos percebam a relação desta ferramenta química com o conjunto de cartas do jogo NORFQUIM.

Semelhantemente ao "baralho químico" de Mendeleiev, apresentado na seção 2.3.4, cada carta do jogo NORFQUIM faz referência a um elemento, sendo a tabela periódica, a representação do carteadado completo. A correção posterior dos exercícios, pelo professor, também devem resgatar as atividades executadas pelo jogo a fim de manter o clima lúdico e salientar aos estudantes a importância do emprego desse jogo didático na aprendizagem de fórmulas químicas de bases e ácidos inorgânicos.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os registros históricos mostram que o jogo, desde a antiguidade, esteve presente na vida social e cultural de pessoas de diferentes tempos e espaços geográficos, mostrando que a relação do homem com o jogo é tão íntima que superou e adaptou-se às inúmeras mudanças sociais, políticas, culturais e tecnológicas que ocorreram ao longo da história, mantendo-se ainda muito presente nos dias atuais.

Os mesmos sentimentos e componentes que circundam o ambiente dos jogos, como o espírito de competição, a busca por conquistas, as regras, sejam legais, éticas ou morais e o antagonismo entre vitória e derrota, também se fazem presentes no cotidiano das pessoas, o que pode ser facilmente ilustrado nas disputas judiciais, nos concursos públicos ou competições esportivas.

Essa relação íntima do ser humano com o jogo não deve ser desconsiderada no processo educacional, afinal, desde a antiguidade, o homem explora o jogo para fins de aprendizagem, o que evidencia sua alta potencialidade para tal. Além disso, o emprego de jogos no processo educacional é indicado pelos PCNs brasileiros, inclusive no ensino médio e nas ciências da natureza.

Quanto ao jogo didático NORFQUIM, que foi elaborado e testado na presente pesquisa, comprovou-se a alta potencialidade deste produto educacional para exercer papel facilitador na aprendizagem significativa de fórmulas químicas e nomenclatura de bases e ácidos inorgânicos, visto a forma inovadora de abordar o referido conteúdo que o jogo NORFQUIM propõe aos professores de Química.

Os materiais didáticos tradicionais normalmente oferecem fórmulas químicas prontas e acabadas ao estudante para que determine os nomes dos compostos correspondentes ou, de forma inversa, apresentam nomes de substâncias ao aluno para que atribua respectivas fórmulas químicas.

Contudo, o jogo NORFQUIM disponibiliza aos estudantes um conjunto de cartas aleatórias que confrontam o aluno com situações-problema, das quais terá que encontrar soluções por meio da construção de um raciocínio lógico que levará o



aluno a apropriar-se de significados químicos revelados a partir da sua prática com o jogo. Isto é, nem a fórmula, nem o nome são fornecidos de forma acabada aos estudantes, tudo é construído no transcurso do processo.

O sistema de pontuação, que premia fórmulas com maior número de átomos, exige dos participantes um raciocínio minucioso que possibilite a representação de compostos de maior atomicidade. Dessa forma, o jogo NORFQUIM incentiva o aluno a aprimorar conhecimentos relacionados ao cálculo do NOX, à representação de fórmulas químicas e nomenclatura de compostos.

A dinâmica do jogo promove o protagonismo dos alunos no processo de aprendizagem, visto que possibilita aos estudantes decidirem de forma autônoma o composto que irão representar e nomear. Além disso, a atividade em equipes estimula a interação social e a construção participativa de conhecimentos. O papel mediador do professor, exercido por meio de ações formativas direcionadas e interventivas, contribui para garantir que as construções cognitivas dos estudantes, geradas durante o jogo, guiem os aprendizes ao conhecimento científico.

O andamento do jogo NORFQUIM preserva o ritmo dinâmico dos jogos de cartas e promove otimização do aproveitamento do tempo, já que as equipes realizam suas ações de forma simultânea, não sendo preciso aguardar a vez de jogar. Isto é, a dinâmica do jogo não fornece tempo ocioso aos participantes, justamente, para que não haja distração. Essas ações atribuem ao NORFQUIM desfecho rápido, o que o qualifica para emprego nas aulas do ensino básico, que normalmente são curtas, com média de 50 minutos.

A ciência Química estuda as transformações materiais, que decorrem de arranjos e rearranjos atômicos. Como o jogo NORFQUIM se baseia na associação de cartas que representam átomos, encontra identificação em muitos outros conteúdos da Química. Logo, seu conjunto de cartas e suportes podem ser emprestados ao estudo dos óxidos, hidretos, sais, reações químicas e outros assuntos, desde que feitas as devidas adequações.

O jogo NORFQUIM é de fácil confecção e adequado para uso em sala de aula, o que permite ser explorado tanto em escolas públicas como particulares. Além de cumprir sua função mais importante, que é a didática, também exerce seu papel de jogo. A competição entre equipes, o sistema de pontuação cumulativo, a presença do mediador que resguarda as regras, e o ciclo de rodadas de jogo curtas, que permitem a recuperação da equipe durante a competição, gera um ambiente de ludicidade e ludismo, o que ficou evidente durante a aplicação do jogo nas escolas.

Frente a forte tendência da inserção de recursos tecnológicos e *serious game* (jogos sérios) nos processos educacionais, o jogo NORFQUIM também exhibe potencialidade para versão digital. A casualidade decorrente do embaralhamento de cartas e a contabilização de pontos, que caracterizam o jogo, podem ser facilmente viabilizados por recurso eletrônico, bem como, as disputas em equipes, cuja competição pode ser firmada por meio de *bluetooth* ou outra forma de compartilhamento de dados, usando, cada participante ou equipe, seu próprio dispositivo móvel de comunicação.

Essa constatação ilustra a concepção já comprovada ao longo da história de que os jogos possuem uma gigantesca aptidão para se adaptarem às mudanças sociais e tecnológicas da humanidade, mantendo estreita a relação com o homem.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, C. S. **O imediatismo do mundo atual**. 2015. Disponível em: <<http://diariodosul.com.br/SITE2015/colunista/32/15097/CLAUDIA-SOUZA-DE-ALBUQUERQUE-O-imediatismo-do-mundo-atual.html>>. Acesso em: 15 ago. 2019.
- ALVES, A. M. P. A história dos jogos e a constituição da cultura lúdica. **Revista Linhas**, v. 4, n. 1, p. 1–15, 2003.
- ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química**. 3 ed. São Paulo: Artmed, 2005.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimento**: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Editora Plátano, 2003.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1980.
- BARDIN, R. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.
- BECKER, F. O Que é Construtivismo? **Ufrgs - Pead**, v. 1, p. 8, 2009.
- BELO, A. B. Jogos de tabuleiro e ensino de história-relato de experiência com o jogo Senet. *In*: ENCONTRO NACIONAL PERSPECTIVAS PARA O ENSINO DE HISTÓRIA, 7., 2009. Uberlândia **Anais...Uberlândia**: Editora da Universidade Federal de Uberlândia, 2009.
- BELTRAN, N. O. Idéias em movimento. **Química Nova na Escola**, v. 5, p. 14–17, 1997.
- BENEDETTI FILHO, E. *et al.* Utilização de palavras cruzadas como instrumento de avaliação no Ensino de Química. **Experiências em ensino de ciências**, v. 8, n. 2, p. 104–115, 2013.
- BETTELHEIM F. A.; CAMPBELL, M. K.; FARRELL, S. O. **Introdução à Química Geral**. 9 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012.
- BÔAS, L. P. S. V. Jogos didáticos : um estudo de representações sociais. **Educação & Linguagem**, v. 12, n. 19, p. 201–218, 2009.
- BRADY, J. E.; HUMISTON, G. E. **Química Geral**. 2 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008. v. 1.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: terceiro e quarto ciclos do Ensino Fundamental (Ciências Naturais). Brasília: Ministério da Educação e do Desporto [MEC], 1998. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2019.

\_\_\_\_\_. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2019.

BRENELLI, R. P. **O jogo como espaço para pensar** : a construção de noções lógicas e aritméticas. 4. ed. Campinas-SP: Papirus, 2003.

BROUGERE, G. **O jogo e a educação**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

CAMPOS, F. de. Jogos e a temática lúdica em Portugal ao final da Idade Média. **Bulletin du centre d'études médiévales d'Auxerre**, n. 2, p. 1–14, 2008.

\_\_\_\_\_. A agonia lúdica : guerra, competição e fortuna nos jogos medievais. **Bulletin du centre d'études médiévales d'Auxerre**, n. 2, p. 1–15, 2009.

CAREGNATO, R., C., A.; MUTTI, R. Pesquisa qualitativa: análise de discurso *versus* análise de conteúdo. **Texto e contexto Enfermagem**, v. 15, n. 4, p. 679-684, 2006.

CASTRO, B. J.; COSTA, P. C. F. Contribuições de um jogo didático para o processo de ensino e aprendizagem de Química no Ensino Fundamental segundo o contexto da Aprendizagem Significativa. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, v. 6, n. 2, p. 1–13, 2011.

CLAUDINO, G. P.; NASCIMENTO, I. A. do. **Evolução da Química**. Vitória: UFES-Núcleo de Educação aberta e à distância, 2012.

COELHO, P. M. F. Um mapeamento do conceito de jogo. **Revista Geminis**, v. 2, n. 1, p. 293–311, 2011.

CORDEZ, P. O jogo de xadrez: Imagem, poder e Igreja (fim do século X – início do século XII). **Revista de História**, n. 165, p. 93–119, 2011.

COSTA, F. A.; VIANA, J.; CRUZ, E. Recursos educativos para uma aprendizagem autônoma e significativa. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL GALEGO-PORTUGUÊS DE PSICOPEDAGOGIA, 11., 2011. Coruña. **Anais...Corunã**: Universidade de Coruña, 2011. p. 1609-1615.

CRAVEIRO, A., A. *et al.* Química: um palpite inteligente. **Química Nova**, v. 16, n. 3, p. 234–236, 1993.

CUNHA, M. B. da. Jogos no Ensino de Química: Considerações Teóricas para sua Utilização em Sala de Aula. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 2, p. 92–98, 2012.

DIÓGENES, F. C. B.; CUNHA, M. B. da. Desenvolvimento das universidades e bibliotecas universitárias na idade média até à modernidade. **Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, v. 15, n. 1, p. 99–129, 2017.

DREIDEK, I. M. The elements drawing. **Jornal of Chemical Education**, v. 5, n. 80, p. 501, 2003.

FELICETTI, S. A.; PASTORIZA, B. S. Aprendizagem significativa e ensino de ciências naturais: um levantamento bibliográfico dos anos de 2000 a 2013. **Aprendizagem significativa em Revista**. v. 5, n. 2, p. 1–12, 2015.

FRANCO JÚNIOR, H. **A Idade Média**: o nascimento do Ocidente. 2. ed. São Paulo: Brasiliense, 2001.

FREITAS, S.; LIAROKAPIS F. *Serious games: a new paradigm for education?* In: MA, M.; OIKONOMOU A.; JAIN, L. C. (Eds.). **Serious games and edutainment applications**. London: Springer, 2011.

FUENTES, M. T. M. Evolução do jogo ao longo do ciclo vital. In: MURCIA, J. A. M. (Org.). **Aprendizagem através do jogo**. Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 29–44.

GODOI, T. A. F.; OLIVEIRA, H. P. M. de; CODOGNOTO, L. Tabela periódica: um super trunfo para alunos do ensino fundamental e médio. **Química nova na escola**, v. 32, n. 1, p. 22–25, 2010.

GODOY, A. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de administração de empresas**, v. 35, p. 20–29, 1995.

GRANDO, R. C. **O jogo na educação**: aspectos didáticos-metodológicos do jogo na educação matemática. São Paulo: UNICAMP, 2001.

HOWARD, J. *Chemical bank*. **Jornal of Chemical Education**, v. 10, n. 6, p. 1790–1792, 1929.

HUIZINGA, J. **Homo ludens**. 4. ed. São Paulo: Perspectiva, 2000.

KAUARK, F. S.; MANHÃES, F. C.; MEDEIROS, C. H. **Metodologia de Pesquisa**: um guia prático. Itabuna: Via Litterarum, 2010.

KAUARK, F. S.; MUNIZ, I.; MORAIS, J. **Professor e aluno motivado**: isso faz a diferença. 3. ed. Itabuna/Ilhéus: Via Litterarum, 2008.

KEAN, S. **A colher que desaparece e outras histórias reais de loucura, amor e morte a partir dos elementos químicos**. Rio de Janeiro: Zahar, 2011.

KISHIMOTO, T. M. O Brinquedo na Educação: considerações Históricas. **Ideias. FDE**, n. 7, p. 39–45, 1990.

\_\_\_\_\_. O jogo e a educação infantil. In: **Jogo, Brinquedo, Brincadeira e a Educação**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 1996.

\_\_\_\_\_. O jogo e a educação infantil. **Perspectiva**, n. 22, p. 105-118, 1994.

KLEIN, E. C. **Xadrez: a guerra mágica**. Canoas: Ulbra, 2003.

KONICZNA, I. R.; PERES, L. B. F.; TAVARES, M. I. O desafio do ensino de Química no sistema prisional. 1ª Jornada de Educação e Divulgação em Ciências. **Anais...Vila Velha**.: Instituto Federal do Espírito Santo, 2018.

KOTZ, J. C.; TREICHEL, P. M.;WEAVER, G. C. **Química geral e reações químicas**. São Paulo: Cengage Learning, 2009. v. 2.

MACIEL, M.; VENTURELLI, S. Games. **Conexão**: comunicação e Cultura, v. 3, n. 6, p. 167–190, 2004.

MAIA, D. J.; BIANCHI, J. C. A. **Química Geral**: fundamentos. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

MENDES, C. F.; BRAGA, N. M. P.; SOUZA, M. A. N. Jogo didático-ecológico aplicado a alunos do quinto ciclo: conhecendo a nossa fauna. *In*: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., 2007, Caxambu. **Anais...Caxambu**: Universidade Estadual da Paraíba, 2007.

MESSEDER NETO, H. S.; MORADILLO, E. F. de. O Lúdico no Ensino de Química: Considerações a partir da Psicologia Histórico-Cultural. **Química nova na escola**, v. 38, n. 4, p. 360–368, 2016.

\_\_\_\_\_. O jogo no ensino de química e a mobilização da atenção e da emoção na apropriação do conteúdo científico : aportes da psicologia histórico-cultural. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 23, n. 2, p. 523–540, 2017.

MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, v. 22, n. 37, p. 7–32, 1999.

MORÁN, J. Mudando a educação com metodologias ativas. Coleção Mídias Contemporâneas. **Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens**, v. 2, p. 15–33, 2015.

MOREIRA, H.; CALEFFE, L. G. **Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador**. 2. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2008.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília/DF: UnB, 2006.

\_\_\_\_\_. **A teoria da aprendizagem significativa**: subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de Ciências. 2. ed. Porto Alegre: Instituto de Física/UFRGS, 2016.

\_\_\_\_\_. A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de Ciências e a pesquisa nesta área. **Investigações em ensino de Ciências**. v. 7, n. 1, p. 7–29, 2002.

\_\_\_\_\_. **Aprendizagem significativa crítica**. Porto Alegre: Instituto de Física/UFRGS, 2005.

\_\_\_\_\_. Linguagem e aprendizagem significativa. *In: ENCONTRO INTERNACIONAL LINGUAGEM, CULTURA E COGNIÇÃO*, 2., Belo Horizonte. 2003. **Anais...**Belo Horizonte. 2003.

\_\_\_\_\_. *Meaningful Learning: from the classical to the critical view*. **Aprendizagem significativa em Revista**. v. 1, n. 1, p. 1–15, 2011.

\_\_\_\_\_. Modelos mentais. **Investigação em ensino de Ciências**. v. 1, n. 3, p. 193–232, 1996.

\_\_\_\_\_. O que é afinal aprendizagem significativa? **La Laguna**. Espanha, 2012. Disponível em: <<http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2019.

MOREIRA, M. A.; BUCHWEITZ, B. **Novas estratégias de ensino e aprendizagem: os mapas conceituais e o Vê epistemológico**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. 1993.

MOREIRA, M. A. *et al.* Introdução. *In: MOREIRA, M. A. et al. (Org.)*. **Teoria da aprendizagem significativa**. Peniche, 2000. p. 3–21.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. A. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

MOURA, A. F.; LIMA, M. G. A reinvenção da roda: roda de conversa: um instrumento metodológico possível. **Revista Temas em Educação**, v. 23, n. 1, p. 98–106, 2014.

NEGRAO, A. M. M. O método pedagógico dos jesuítas: o “Ratio Studiorum”. **Revista Brasileira de Educação [online]**, n. 14, p. 154–157, 2000.

NOGARO, A.; GRANELLA, E. O erro no processo de ensino e aprendizagem. **Revista de Ciências Humanas**, v. 5, n. 5, p. 31–56, 2004.

NOVAK, J. D. **Uma teoria de educação**. São Paulo: Pioneira, 1981.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Aprender a aprender**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996.

OLIVEIRA, J. C.; CUENCA, M. E. A teoria de aprendizagem significativa de Ausubel e a (re)significação de conceitos químicos. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA*, 18., Florianópolis. 2016. **Anais...**Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). 2016.

OLIVEIRA, P. S. **Alcuíno e a educação dos governantes (final do século VIII e início do século IX)**. 2008. 120f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós Graduação em Educação, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2008.



OLIVEIRA, R. C. M. (Entre)linhas de uma pesquisa: o diário de campo como dispositivo de (in)formação na/da abordagem (Auto)biográfica. **Revista brasileira de educação de jovens e adultos**, v. 2, n. 4, 2014. p. 1–19.

ORTIZ, J. P. Aproximação teórica à realidade do jogo. *In*: MURCIA, J. A. M. (Org.). **Aprendizagem através do jogo**. Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 9–28.

PEARCE, J. C. **A criança mágica**: a redescoberta do plano da natureza para nossas crianças. 3. ed. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1997.

PIAGET, J. O possível, o impossível e o necessário. *In*: LEITE, L. B. (Ed.). **Piaget e a escola de Genebra**. São Paulo: Cortez, 1987.

RIBEIRO, L. C. *et al.* Uma Proposta de utilização do jogo Super Trunfo da Tabela periódica como instrumento lúdico de aprendizagem no Ensino Médio. *In*: ENEQ, 19. 2018, Rio Branco. **Anais...** Rio Branco: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2018.

ROBAINA, J. V. L. **Química através do lúdico**: brincando e aprendendo. Canoas: Ulbra, 2008.

RUSSEL, J. B. **Química Geral**. 2. ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 2008. 2 v.

SANTOS, A. P. B. dos; MICHEL, R. C. Vamos Jogar uma SueQuímica? **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 179–183, 2009.

SANTOS, G. F. L. **Jogo e civilização**: história, cultura e educação. Londrina: Eduel, 2015.

SCAGLIA, A. Jogo: um sistema complexo. *In*: FREIRE, J. B. (Ed.). **O jogo dentro e fora da escola**. Campinas-SP: Faculdade de Educação Física da UNICAMP, 2005. p. 37–69.

SILVA, C. B.; MAFRA JUNIOR, A. C. Os jogos para computador e o ensino de História. **Em tempo de Histórias**, n. 12, p. 201–214, 2008.

SILVA, T. G. da. **Jogos sérios em mundos virtuais**: uma abordagem para o ensino-aprendizagem de teste de *software*. 2012. 88 f. Dissertação (Mestrado em Computação) - Programa de Pós Graduação em Informática, Universidade Federal de Santa Maria, Santa maria, 2012.

SILVA, I. K. O.; MORAIS, M. J. O. desenvolvimento de jogos educacionais no apoio do processo de ensino-aprendizagem no Ensino Fundamental. **HOLOS**, v. 5, n. 27, p. 153–164, 2011.

SILVEIRA, D. T.; CÓRDOVA, F. P. A. A pesquisa científica. *In*: GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (Org.). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS,



2009. p. 31–42.

SOARES, K. L. A Iconografia das cartas de Baralho. **Projética**, v. 7, n. 1, p. 25–36, 2016.

SOARES, M. H. F. B. Jogos e atividades lúdicas no ensino de química: uma discussão teórica necessária para novos avanços. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 2, n. 2, p. 5–13, 2016.

\_\_\_\_\_. **Jogos e atividades lúdicas para o Ensino de Química**. 2. ed. Goiana: Kelps, 2015.

STRATHERN, P. **O sonho de Mendeleiev**: a verdadeira história da Química. Rio de Janeiro: Zahar, 2002.

USBERCO, J.; SALVADOR, E. **Química**: volume único. 7 ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

VILA VELHA (Prefeitura Municipal). **Perfil Socioeconômico por bairros**. Vila Velha. SEMPLA: Estudos e pesquisas. 2. ed., 2013. Disponível em: <[http://www.vilavelha.es.gov.br/midia/paginas/Perfil\\_socio\\_economico\\_R2.pdf](http://www.vilavelha.es.gov.br/midia/paginas/Perfil_socio_economico_R2.pdf)>. Acesso em: 20 fev. 2019.

WALLAU, W. M. Química na Poesia e Poesia na Química. **Química Nova**, n. 10, v. 37, p. 172– 1731, 2014.

**APÊNDICES**

A. Roteiro guia das rodas de conversa

B. Tabela do quantitativo completo das cartas do jogo NORFQUIM

C. Conjunto completo de cartas do jogo NORFQUIM

## **APÊNDICE A. Roteiro-guia das rodas de conversa**

As perguntas a seguir serviram de base para guiar as rodas de conversa que foram realizadas com alunos e professores das escolas da primeira região administrativa de Vila Velha-ES, após aplicação do jogo didático NORFQUIM.

Embora as perguntas estejam no singular, não foram individualizadas, mas sim, dirigidas para o grupo de pessoas presentes nas rodas de conversa. As questões abordaram o jogo didático NORFQUIM e o conteúdo tratado pelo jogo (fórmulas químicas e nomenclatura de ácidos e bases inorgânicos):

O jogo foi aplicado em turmas, cujo conteúdo de fórmulas químicas e nomenclatura de ácidos e bases inorgânicas já havia sido abordado pelo professor ou estava em andamento.

### **Em relação ao conteúdo abordado pelo jogo (fórmulas químicas e nomenclatura de ácidos e bases inorgânicos), pergunta-se:**

- 01) Você sente alguma dificuldade para aprender o conteúdo de fórmulas químicas e nomenclatura de bases e ácidos inorgânicos?
- 02) O que você acha mais difícil neste conteúdo?
- 03) Em relação à montagem e representação das fórmulas de bases e ácidos inorgânicos, você sente alguma dificuldade?
- 04) Em relação à nomenclatura de bases e ácidos inorgânicos, você sente alguma dificuldade?

### **Em relação ao jogo:**

- 01) Dê sua opinião em relação ao jogo de fórmulas químicas que foi aplicado hoje.
- 02) O que você achou das regras e das peças do jogo: cartas, suportes e banner?
- 03) Você teve alguma dificuldade para jogar?
- 04) Você acha que aprendeu alguma coisa com o jogo de hoje?
- 05) Descreva alguma coisa que você aprendeu com o jogo de hoje.
- 06) Você prefere aprender o assunto por meio do jogo de hoje ou de forma tradicional?

**APÊNDICE B. Tabela do quantitativo completo das cartas do jogo NORFQUIM**

Carta	Informações contidas em cada carta				Quantitativo de cartas no jogo NORFQUIM
	<i>Elemento Químico/ion poliatômico</i>	<i>Símbolo/ representação</i>	<i>Estados de oxidação</i>	<i>Grupo, Família ou Classificação</i>	
A	Alumínio	Al	+3	13 (IIIA)	1
B	Amônio	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	+1	Cátion poliatômico	1
C	Bário	Ba	+2	2 (IIA)	1
D	Bromo	Br	-1, +1, +3, +5, +7	17 (VIIA)	2
E	Cálcio	Ca	+2	2 (IIA)	1
F	Carbono	C	+4	14 (IVA)	1
G	Chumbo	Pb	+2, +4	14 (IVA)	1
H	Cianeto	CN <sup>-</sup>	-1	Ânion poliatômico	1
I	Cloro	Cl	-1, +1, +3, +5, +7	17 (VIIA)	2
J	Cobalto	Co	+2, +3	9 (VIIB)	1
K	Cobre	Cu	+1, +2	11 (IB)	1
L	Enxofre	S	-2, +4, +6	16 (VIA)	2
M	Ferro	Fe	+2, +3	8 (VIIB)	1
N	Flúor	F	-1	17 (VIIA)	1
O	Hidrogênio	H	+1	1 (IA)	28
P	Iodo	I	-1, +1, +3, +5, +7	17 (VIIA)	2
Q	Magnésio	Mg	+2	2 (IIA)	1
R	Nitrogênio	N	+3, +5	15 (VA)	2
S	Ouro	Au	+1, +3	11 (IB)	1
T	Oxigênio	O	-2	16 (VIA)	28
U	Potássio	K	+1	1 (IA)	1

<b>Carta</b>	<b>Informações contidas em cada carta</b>				<b>Quantitativo de cartas no jogo NORFQUIM</b>
	<i>Elemento Químico/ion poliatômico</i>	<i>Símbolo/ representação</i>	<i>Estados de oxidação</i>	<i>Grupo, Família ou Classificação</i>	
V	Prata	Ag	+1	11 (IB)	1
W	Selênio	Se	-2, +4, +6	16 (VIA)	1
X	Sódio	Na	+1	1 (IA)	1
Y	Titânio	Ti	+2, +3, +4	4 (IVB)	1

## APÊNDICE C: Conjunto completo de cartas do jogo NORFQUIM

**ALUMÍNIO****Al**<sup>3+</sup>**METAL****GRUPO 13 (III A)****AMÔNIO****NH**<sup>1+</sup>**CÁTION****POLIATÔMICO**

**BÁRIO**

**Ba<sup>2+</sup>**

**METAL**

**GRUPO 2 (IIA)**

**BROMO**

**Br**

1-  
1+  
3+  
5+  
7+

**NÃO-METAL**

**GRUPO 17 (VIIA)**

**CÁLCIO**

**Ca<sup>2+</sup>**

**METAL**

**GRUPO 2 (IIA)**

**CARBONO**

**C<sup>4+</sup>**

**NÃO-METAL**

**GRUPO 14 (IVA)**



**CHUMBO**

**Pb**<sup>2+</sup>  
**Pb**<sup>4+</sup>

**METAL**

**GRUPO 14 (VIA)**

**CIANETO**

**CN**<sup>1-</sup>

**ÂNION**

**POLIATÔMICO**

**CLORO**

1-

**Cl**

1+

3+

5+

7+

**NÃO-METAL**

**GRUPO 17 (VIIA)**

**COBALTO**

2+

**Co**

3+

**METAL**

**GRUPO 9 (VIII B)**

**COBRE**

**Cu**<sup>1+</sup>  
**2+**

**METAL**

**GRUPO 11 (I B)**

**ENXOFRE**

**S**<sup>2-</sup>  
**4+**  
**6+**

**NÃO-METAL**

**FERRO**

**Fe**  $2^{+}$   
 $3^{+}$

**METAL**

**GRUPO 8 (VIII B)**

**FLÚOR**

**F**  $1^{-}$

**NÃO-METAL**

**GRUPO 17 (VIIA)**

**HIDROGÊNIO**

**H**  $1+$

**IODO**  $1-$

**I**  $1+$   
 $3+$   
 $5+$   
 $7+$

**NÃO-METAL**

**GRUPO 17 (VIIA)**

**MAGNÉSIO**

**Mg<sup>2+</sup>**

**METAL**

**GRUPO 2 (IIA)**

**NITROGÊNIO**

**N<sup>3+</sup>  
5+**

**NÃO-METAL**

**GRUPO 15 (VA)**

**OURO**

**Au** <sup>1+</sup>  
<sup>3+</sup>

**METAL**

**GRUPO 11 (I/B)**

**OXIGÊNIO**

**O** <sup>2-</sup>

**NÃO-METAL**

**GRUPO 16 (V/A)**

**POTÁSIO**

**K<sup>1+</sup>**

**METAL**

**GRUPO 1 (A)**

**PRATA**

**Ag<sup>1+</sup>**

**METAL**

**GRUPO 11 (B)**



**SELÊNIO**

**Se**  $2^-$   
 $4^+$   
 $6^+$

**NÃO-METAL**

**GRUPO 16 (VIA)**

**SÓDIO**

**Na**  $1^+$

**METAL**

**GRUPO 1 (IA)**

**TITÂNIO**

**Ti** •  $2+$   
 $3+$   
 $4+$

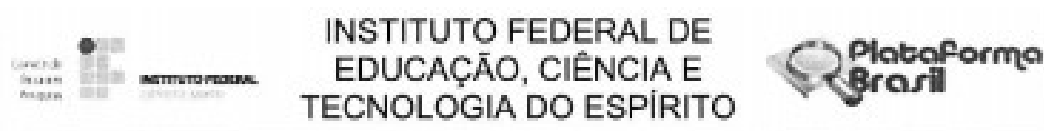
**METAL**

**GRUPO 4 (IVB)**

**ANEXOS**

A. Parecer consubstanciado do CEP

## ANEXO A. Parecer consubstanciado do Comitê de Ética e Pesquisa (CEP)



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Jogos pedagógicos no ensino de Química: a ludicidade e o processo de ensino-aprendizagem da ciência Química

**Pesquisador:** LEONARDO COUTINHO RIBEIRO

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 02574818.4.0000.5072

**Instituição Proponente:** INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO CIENCIA E TECNOLOGIA DO ESPIRITO

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.167.628

#### Apresentação do Projeto:

A pesquisa ocorrerá nas escolas estaduais de ensino médio regular (EEEM) da região administrativa número 01 do município de Vila Velha, Estado do Espírito Santo. Fazem parte dessa região, as EEEM Godofredo Schneider, Luiz Manoel Vellozo, Francelina Carneiro Setubal, Agenor Roris, Agenor de Souza e Geraldo Costa Alves. Participarão da pesquisa, alunos da 1ª série do Ensino Médio Regular do turno diurno das escolas citadas.

A pesquisa será quantitativa e qualitativa. O interesse dos estudantes por jogos e por Química será avaliado quantitativamente por intermédio de questionário (em anexo), enquanto que as experiências dos professores com jogos pedagógicos e suas dificuldades serão estudadas qualitativamente a partir de entrevistas cujo roteiro consta em anexo, sendo o registro realizado por meio de aparelho gravador de voz. Com base nos resultados dos questionários/entrevistas, selecionar-se-ão turmas para aplicação de uma proposta de jogo didático, cuja análise será realizada por Roda de conversa com os alunos.

#### Objetivo da Pesquisa:

**Objetivo Primário:**

Analisar a contribuição da metodologia ativa (jogos) no exercício docente do ensino de química em

**Endereço:** Avenida Rio Branco, nº 50

**Bairro:** Santa Lúcia

**CEP:** 29.056-255

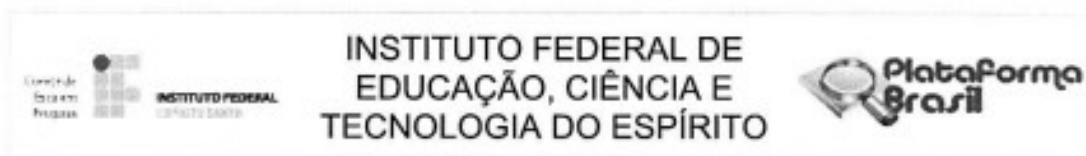
**UF:** ES

**Município:** VITÓRIA

**Telefone:** (27)3357-7518

**Fax:** (27)3331-2203

**E-mail:** etica.pesquisa@ifes.edu.br



Continuação do Parecer: 3.167.626

escolas públicas de Ensino Médio Regular da região administrativa 01 de Vila Velha-ES.

**Objetivo Secundário:**

Identificar os tipos de jogos (cartas, tabuleiro, virtuais) que mais despertam interesse nos alunos da primeira série do Ensino Médio das escolas estaduais, verificar se a utilização de jogos educativos faz parte da prática docente de professores de química da educação básica e propor novo jogo didático e uma prática educacional que permita ao professor inserir este e outros jogos didáticos em sua prática docente de forma a contribuir no processo de ensino e aprendizagem.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

**Riscos:**

Esta modalidade de pesquisa normalmente não apresenta riscos significativos aos seus participantes, entretanto, como os questionários destinados aos alunos serão aplicados no decorrer do turno escolar, existe o inconveniente da interrupção do curso das aulas, interferência que pode comprometer a explicação dos professores e o grau de concentração dos alunos, prejudicando a retomada da aula após aplicação do questionário e a aprendizagem dos estudantes sobre o assunto abordado no momento da intermitência. Para reduzir o prejuízo causado por essas interrupções os questionários serão aplicados de forma objetiva e breve, zelando para a manutenção da ordem e organização da turma, de forma que a retomada do comando pelo professor, após aplicação do instrumento de pesquisa, ocorra de forma adequada e organizada. As entrevistas aos professores ocupam tempo de planejamento e/ou intervalo. Prejuízo pertinente, considerando que o tempo reservado para planejar aulas já é curto e que a atividade em sala é exaustiva e não permite dispensar o descanso. Além disso, durante as pesquisas cujo instrumento é a entrevista, sempre há risco de constrangimento inerente as relações interpessoais, até mesmo por que no ambiente escolar, quase sempre é difícil encontrar locais reservados e adequados às entrevistas, o que possibilita muitas interferências como, por exemplo, a entrada e saída de pessoas do recinto durante o andamento da entrevista, o que pode constranger o entrevistado. Porém, como forma de minimizar tais inconvenientes, o pesquisador buscará realizar as entrevistas de forma sucinta e em um ambiente que seja o mais reservado possível. Em contrapartida, as intervenções que serão realizadas no decorrer da pesquisa, desde a entrevista até a aplicação do jogo didático. Durante a aplicação do jogo e da roda de conversa subsequente, há risco de constrangimento para os alunos, visto que neste momento os estudantes irão expor idéias e opiniões uns para os outros. O risco é

Endereço: Avenida Rio Branco, nº 50  
 Bairro: Santa Lúcia CEP: 29.056-255  
 UF: ES Município: VITÓRIA  
 Telefone: (27)3357-7518 Fax: (27)3331-2203 E-mail: etica.pesquisa@ifes.edu.br



INSTITUTO FEDERAL  
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA DO ESPÍRITO

INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA DO ESPÍRITO



Continuação do Parecer: 3.167.628

baixo e semelhante ao existente nas atividades escolares de rotina. Dentre as situações que podem obstaculizar a coleta de dados durante a pesquisa, está a possibilidade de alguns alunos que não concordarem em participar do estudo atrapalharem o andamento da pesquisa por meio de conversa ou tumulto, tanto na fase de aplicação do questionário aos estudantes, quanto na fase de execução do jogo pedagógico. Para sanar esse problema, será disponibilizada a sala de mídia da escola aos alunos que não quiserem participar

da aplicação do questionário para assistirem ao vídeo História da Tabela Periódica, disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=hvRnuMrDc14>>, enquanto aos discentes que não aceitarem participar da execução do jogo, estará reservado o vídeo Modelos atômicos, disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=58xkET9F7MY>>, ambos de curta duração. No segundo caso, os alunos receberão algumas questões em material impresso relacionadas ao vídeo para responder após assisti-lo, visto que o tempo previsto para execução do jogo é maior que o previsto para aplicação do questionários. Caso não haja sala de vídeo da escola ou o espaço não esteja disponível, será solicitado aos alunos que façam uma redação cujo tema será O que mais me encanta na Química? ou outro tema relacionado, na biblioteca ou em outro espaço físico disponível da escola. Um outro obstáculo ao andamento da pesquisa é a possibilidade de recusa por parte de alguns pais ou responsáveis em assinar o termo de consentimento mesmo após serem esclarecidos os objetivos e condições de realização da pesquisa e expostas as garantias dos participantes. Para amenizar essa possibilidade, será conversado com os diretores das escolas onde será realizado o estudo a possibilidade de realizar uma reunião com pais para esclarecer possíveis dúvidas ou desconfiâncias em relação à pesquisa. Em decorrência da faixa etária dos alunos pesquisados, alguns estudantes podem esquecer de pedir consentimento dos pais ou responsáveis.

#### Benefícios:

As intervenções que serão realizadas no decorrer da pesquisa, desde a entrevista até a aplicação do jogo didático, podem trazer benefícios ao professor, visto que oportunizam uma reflexão sobre o tema "jogos pedagógicos" e contribuem para o aprimoramento da prática didática do educador no ensino de Química. Os alunos também poderão beneficiar-se das intervenções realizadas durante a aplicação dos jogos, no sentido de ampliar seu conhecimento na ciência Química. Para as instituições envolvidas, pode-se dizer que a pesquisa desempenhada no ambiente escolar contribui para o envolvimento de alunos e professores no assunto pesquisado, o que poderá

Endereço: Avenida Rio Branco, nº 50

Bairro: Santa Lúcia

CEP: 29.056-255

UF: ES

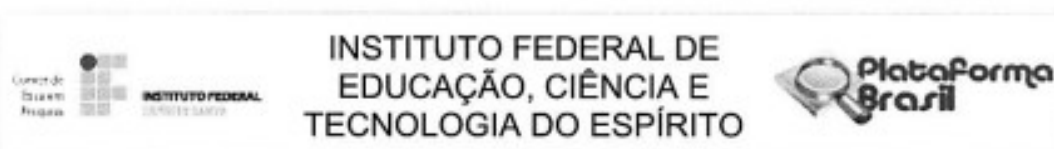
Município: VITÓRIA

Telefone: (27)3357-7518

Fax: (27)3331-2203

E-mail: [etica.pesquisa@ifes.edu.br](mailto:etica.pesquisa@ifes.edu.br)





Continuação do Parecer: 3.167.628

estimular o uso da metodologia jogos nessas escolas, despertando no corpo docente e equipe pedagógica interesse em utilizar e aprimorar o uso desta e outras metodologias ativas no processo de ensino e aprendizagem. Além disso, após concluída a pesquisa, a publicação de dados servirão de parâmetro para estimular e aperfeiçoar a utilização de jogos por profissionais de outras instituições.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

O pesquisador atendeu ao solicitado na última submissão do projeto ao CEP. Mas é necessário que fique claro para o mesmo que os riscos que as resoluções explicitam são para o sujeito da pesquisa e não para a pesquisa em si.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Os termos atendem as resoluções da CONEP.

**Recomendações:**

Não se aplica.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Aprovado - atendeu a todas as pendências

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1221216.pdf	14/02/2019 20:29:50		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_de_pesquisa_3.pdf	14/02/2019 20:27:26	LEONARDO COUTINHO RIBEIRO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	termo_consentimento_professor.pdf	10/01/2019 11:07:09	LEONARDO COUTINHO RIBEIRO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	termo_consentimento_pais.pdf	10/01/2019 11:06:39	LEONARDO COUTINHO RIBEIRO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de	termo_assentimento_alunos.pdf	10/01/2019 11:02:13	LEONARDO COUTINHO RIBEIRO	Aceito

Endereço: Avenida Rio Branco, nº 50

Bairro: Santa Lúcia

CEP: 29.056-255

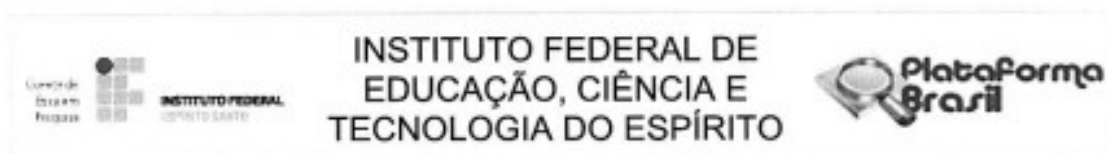
UF: ES

Município: VITORIA

Telefone: (27)3357-7518

Fax: (27)3331-2203

E-mail: etica.pesquisa@ifes.edu.br



Continuação do Parecer: 3.167.628

Ausência	termo_assentimento_alunos.pdf	10/01/2019 11:02:13	LEONARDO COUTINHO	Aceito
Outros	Roteiro_entrevista_professores.pdf	14/09/2018 19:36:13	LEONARDO COUTINHO	Aceito
Outros	Questionario_aluno.pdf	14/09/2018 19:34:49	LEONARDO COUTINHO	Aceito
Outros	autorizacao_dos_diretores_das_escolas.pdf	14/09/2018 19:23:37	LEONARDO COUTINHO	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto.pdf	14/09/2018 19:15:28	LEONARDO COUTINHO	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

VITORIA, 25 de Fevereiro de 2019

---

**Assinado por:**  
**Felipe Morais Addum**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** Avenida Rio Branco, nº 50  
**Bairro:** Santa Lúcia **CEP:** 29.056-255  
**UF:** ES **Município:** VITORIA  
**Telefone:** (27)3357-7518 **Fax:** (27)3331-2203 **E-mail:** etica.pesquisa@ifes.edu.br