



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

ALEXSANDRO ALBERTO DA SILVA

A SUPERAÇÃO DO FLOGÍSTICO: UMA AVENTURA DE RPG

RECIFE

2013

ALEXSANDRO ALBERTO DA SILVA

A SUPERAÇÃO DO FLOGÍSTICO: UMA AVENTURA DE RPG

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Licenciatura Plena em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito necessário à obtenção do grau de licenciado em Química.

Orientação: Prof^a. Dr^a. Maria Ângela Vasconcelos de Almeida.

Coorientação: Prof^o. Msc. Ricardo Ribeiro do Amaral.

RECIFE

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S586s

SILVA, ALEXSANDRO ALBERTO DA
A SUPERAÇÃO DO FLOGISTICO: UMA AVENTURA DE RPG / ALEXSANDRO ALBERTO DA SILVA. -
2013.
87 f. : il.

Orientadora: Maria Angela Vasconcelos de Almeida.
Coorientadora: Ricardo Ribeiro do Amaral.
Inclui referências e apêndice(s).

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Licenciatura em Química,
Recife, 2021.

1. Epistemologia. 2. História da Química. 3. Role Playing Game. I. Almeida, Maria Angela Vasconcelos de, orient.
II. Amaral, Ricardo Ribeiro do, coorient. III. Título

CDD 540

ALEXSANDRO ALBERTO DA SILVA

A SUPERAÇÃO DO FLOGÍSTICO: UMA AVENTURA DE RPG

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Licenciatura Plena em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito necessário à obtenção do grau de licenciado em Química, sendo aprovado com nota 10,0 (dez) pela banca examinadora abaixo, em 30 de Abril de 2013.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Maria Ângela Vasconcelos de Almeida
Orientadora

Prof^o. Msc. Ricardo Ribeiro do Amaral
Coorientador

Prof^a. Dr^a. Analice de Almeida Lima
Examinadora

Prof^a. Dr^a. Edenia Maria Ribeiro do Amaral
Examinadora

Dedico este trabalho à minha avó, Celina de Santana Borges,
que sempre esteve do meu lado, dando o maior apoio e
carinho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por sempre ter me dado forças e tolerância para trilhar meu caminho superando os obstáculos.

Agradeço a minha família, Eliane (mãe), Celina (avó), Francisco (avô – *in memorium*), Ilza (tia) e Anderson (irmão), que sempre me apoiaram em todas as minhas decisões, pelo exemplo que eles me passaram de coragem e perseverança, a eles sempre serei grato pela minha vida.

Agradeço aos meus amigos que sempre estiveram ao meu lado em tantos momentos. Sejam os que conviveram comigo desde o início do curso até os que pude conhecer já no final. Amo todos vocês! Quero agradecer em especial a Alex France, Sergio Jorge, Isabelle Cavalcanti, Leandro Cesar, Luiz Alberto, Iracema Santos, Hildete Santos, Idelazy Regis, Maria do Carmo, Norma Sobral, Everton Araújo, Marcia e Marilene Moraes, Eliane Everaldo, Cíntia e Elaine Gomes, Lidiana Ferreira, Maria de Lourdes, Sylvio Clayton, Leopoldina Cardoso, Meires Maria, Michele Reis, Irene Késsia, Italo Rodrigo, Sônia Maria, Pedro Pereira e todos os amigos do Colégio e Curso Opção por todo companheirismo.

O presente trabalho é o resultado de pesquisas, reflexões e da leitura atenta e ativa dos orientadores, Ângela Vasconcelos de Almeida e Ricardo Ribeiro do Amaral, agradeço pela confiança, acreditar que seria possível fazer algo novo nesse campo e pela amizade.

Agradeço muito a banca que contribuiu para aprimorar esse trabalho, Edenia Maria Ribeiro do Amaral e Analice Almeida de Lima, por todos os conselhos, credibilidade e amizade.

Agradeço também a todos os professores do curso que trocaram suas valiosas ideias e experiências, sempre motivando e direcionando a todas as pesquisas que pude fazer durante meu percurso.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, responsável pelo papel de base durante minha formação, sendo vital essa estrutura no processo.

“A mente que se abre a uma nova ideia, jamais voltará ao seu tamanho original.”

Albert Einstein

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo analisar o uso de um jogo didático, o *Role Playing Game* (RPG), no ensino da História da Química, numa perspectiva kuhniana e filosófica da ciência no século XVIII, na tentativa de melhorar o processo de ensino-aprendizagem dos alunos, e que paralelamente promova a interação aluno-aluno e professor-aluno em salas de aula de Química. Os jogos didáticos são usados como elementos motivadores e facilitadores do processo de ensino e aprendizagem de conceitos científicos. Ressaltamos que o objetivo desse recurso não se restringe à memorização do assunto pelo aluno, mas sim busca conduzi-lo ao raciocínio, à reflexão e conseqüentemente à (re) construção do seu conhecimento. A aventura de RPG vivenciada é na modalidade *live action*, intitulada “A Superação da Teoria do Flogístico: o calórico disfarçado” e é baseado em duas correntes filosóficas que norteiam a construção da ciência do século XVIII, o empirismo e o racionalismo, e epistemológico desse século, com o raciocínio *a priori* (dedução) ou racional e *a posteriori* (indução) ou experimental, e do século XX, em uma perspectiva kuhniana da ciência, concebendo esse momento como um marco na História da Química do século XVIII e, por isso, ocorreu uma revolução química com seu grande representante Antoine Laavoisier, descobridor do oxigênio, segundo essa perspectiva epistemológica, fato que ainda nos dias de hoje se debate quem foi seu descobridor, se Scheele, Priestley ou Lavoisier, devido à crise provocada no paradigma vigente, à teoria do flogístico. Para a aplicação do jogo foi escolhida uma turma do sexto período do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco que, divididos em dois grupos, um defensor do flogístico e outro do calórico, usaram o jogo e responderam a questionários de sondagem. Os resultados mostraram que o jogo contribuiu para um melhor entendimento por parte dos alunos do momento histórico significativo que permeou a descoberta do oxigênio para a ciência química, explorando as concepções dos alunos nesse contexto; e alguns alunos alcançaram os objetivos de aprendizagem esperados.

Palavras-chaves: Epistemologia, História da Química, *Role Playing Game*.

ABSTRACT

This study aims to analyze the use of a didactic game, the Role Playing Game (RPG), the teaching of the history of chemistry, Kuhn and philosophical perspective of science in the eighteenth century, in an attempt to improve the teaching-learning students, and parallel interaction promotes student-student and teacher-student classrooms Chemistry. Educational games are used as motivators and facilitators of the teaching and learning of scientific concepts. We emphasize that the purpose of this feature is not restricted to the memorization of the subject by the student, but search lead him to thinking, reflection and hence (re) construction of knowledge. The RPG adventure is experienced in live action form, titled "Overcoming the Phlogiston Theory: the caloric disguised" and is based on two philosophies that guide the construction of eighteenth-century science, empiricism and rationalism, and that epistemological century, with a priori reasoning (deduction) or rational and posteriori (induction) or experimental, and the twentieth century, in a Kuhnian view of science, conceiving that moment as a milestone in the history of chemistry of the eighteenth century and, therefore, there was a chemical revolution with its large representative Antoine Lavoisier, discoverer of oxygen, according to this epistemological perspective, the fact that still today is debated who was its discoverer, if Scheele, Priestley and Lavoisier, due to the crisis caused the current paradigm, the phlogiston theory. For the application of the game was chosen a class of sixth period of Degree in Chemistry, Federal Rural University of Pernambuco, which were divided into two groups, a defender of the phlogiston and other caloric, used the game and answered questionnaires probing. The results showed that the game contributed to a better understanding by the students of the historical significant that permeated the discovery of oxygen for chemical science, exploring students' conceptions in this context, and some students have achieved the learning objectives expected.

Keywords: Epistemology, History of Chemistry, Role Playing Game.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vivência da cena 2	55
Figura 2. Vivência da cena 2	57
Figura 3. Vivência da cena 4	57

TABELA DE QUADROS

Quadro 1. Calcinação – decomposição/síntese	25
Quadro 2. Combustão – composição/análise	25
Quadro 3. Vantagens e desvantagens da teoria do flogístico	28
Quadro 4. Categorias e quantidades das respostas referente à primeira questão	43
Quadro 5. Categorias e quantidades das respostas referente à segunda questão	45
Quadro 6. Categorias e quantidades das respostas referente à terceira questão	47
Quadro 7. Categorias e quantidades das respostas referente à quarta questão	50
Quadro 8. Categorias e quantidades das respostas referente à quinta questão	51

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. OBJETIVOS.....	14
2.1 Objetivo Geral.....	14
2.2 Objetivos Específicos.....	14
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
3.1 As correntes filosóficas do século XVIII.....	15
3.2 Uma perspectiva epistemológica do século XX.....	18
3.3 História da química no século XVIII.....	21
3.3.1 – A superação da teoria do flogístico.....	24
3.4 RPG e educação.....	33
4. METODOLOGIA.....	38
4.1 Contexto e sujeitos de pesquisa.....	38
4.2 Etapas da pesquisa.....	39
4.3 Instrumentos de coleta de dados.....	41
4.4 Análise de dados.....	41
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
5.1 Análise do questionário antes do jogo.....	43
5.2 Análise do questionário após o jogo.....	52
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	58
7.BIBLIOGRAFIA.....	60
APÊNDICES	

1. INTRODUÇÃO

O ensino de química durante anos vem sendo desenvolvido por meio da memorização de informações e dissociado da vida dos alunos, embora aquela exerça papel na aprendizagem de conteúdos fatuais. Em virtude disso, buscam-se cada vez mais novas estratégias para a superação dessa forma de ensino. Atividades lúdicas, tais como jogos e simulações, podem inserir-se nessas estratégias, visto que apresentam um caráter educacional quando em seu planejamento envolver a intenção e visar a (re) construção do conhecimento.

Dentre as estratégias didáticas o jogo didático pode ser um recurso lúdico, destacado pela maioria dos autores (SOARES, 2004; 2008; AMARAL, 2008; SCHMIT, 2008; SCHMIT; MARTINS; FERREIRA, 2009) como elemento motivador e facilitador do processo de ensino e aprendizagem de conceitos científicos. Inclusive, no Ensino Superior contribui com a formação do profissional propiciando a mediação entre sujeitos, através de ações propulsoras de simulações do real. Para Vygotsky (2007), o aluno deve exercer um papel ativo no processo de aprendizagem, promovida por um ensino que apresente condições de relacionar o novo conteúdo com conhecimentos prévios. Nesse sentido, o professor se torna responsável por criar condições e situações para que o aluno transforme e desenvolva um processo cognitivo mais significativo.

O *Role Playing Game (RPG)* é um jogo de interpretação de papéis, em que são estabelecidas regras pelo narrador, chamado “mestre do jogo”, o qual propõe a vivência de uma aventura no decorrer da brincadeira. Os participantes, por sua vez, constroem seus personagens, em tempo real, de forma dialética e interacionista. A escolha do RPG como recurso pedagógico é devida a grande capacidade de desenvolver competências e habilidades, e de solucionar situações-problemas com uso da contextualização e interdisciplinaridade, estimulando a oralidade, a cidadania e o trabalho em equipe (RIYIS, 2004; AMARAL, 2008).

Este trabalho foi inspirado a partir do contato com dois grupos de RPG em Pernambuco, um deles localizado no bairro do Cordeiro em Recife, chamado A Máscara – The Caramilla - na modalidade *live action*; outro na Cidade Universitária também situada na mesma cidade e praticado por alunos do Colégio de Aplicação nas aulas de física na modalidade de mesa.

Este trabalho propõe-se uma aventura de RPG para abordar um conteúdo da química, usando aspectos do seu desenvolvimento histórico, filosófico e epistemológico, com isso pretende-se oportunizar aos licenciandos em química a vivência dessa ferramenta para o ensino de química, tratando essa disciplina não apenas como retórica de resultados, mas como uma construção humana. Além disso, buscamos tornar o aluno mais ativo e o processo de ensino mais interativo (CHASSOT, 1995).

Dentre as várias formas de RPG conhecidas, escolheu-se para esta pesquisa o *live action*. Nesse tipo de jogo, os participantes interpretam seus personagens, como se estivessem inseridos numa peça teatral, havendo inclusive, preocupação com vestuário, elementos de cena, entre outros.

O tema escolhido para o enredo do jogo desta pesquisa foi “a superação da teoria do flogístico: o calórico disfarçado”, com enfoque em duas teorias, o flogístico de Stahl e o oxigênio de Lavoisier, ao buscar na perspectiva revolucionária das concepções epistemológicas de Thomas Kuhn. Segundo Alfonso-Goldfarb e Ferraz (1993), essas teorias são de grande importância do ponto de vista histórico-filosófico enquanto constituição da ciência química moderna.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Utilizar o *Role Playing Game* pedagógico em sala de aula a partir das perspectivas epistemológicas e históricas das teorias do flogístico e do oxigênio, favorecendo a inclusão desse recurso didático na prática docente.

2.2 Objetivos específicos

- Conhecer o processo de construção da história da ciência química do século XVIII e suas bases filosóficas, em uma perspectiva epistemológica kuhniana;
- Apresentar o *Role Playing Game* pedagógico como ferramenta didática de abordagem investigativa, interacionista, motivadora e contextualizada do ensino de história da química no ensino superior.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresentará os fundamentos teóricos que norteiam todo o processo de investigação do desenvolvimento desse estudo, a saber: as correntes filosóficas do século XVIII, uma perspectiva epistemológica do século XX, história da química no século XVIII e o *Role Playing Game* e educação.

3.1 As correntes filosóficas do século XVIII

Profundas transformações na visão do homem ocidental, marcada pela verdadeira explosão de descobertas no século XVI, trazem consigo a rejeição das ideias até então vigentes. O homem europeu descobre que há ideias bem diversas das que vinha aceitando como únicas verdades. Passa a ter dúvidas quanto ao conhecimento da verdade, expressando um clima de ceticismo. Depois que a astronomia de Copérnico e Galileu foi aceita, a firme associação entre a religião, os princípios morais e o esquema descritivo da natureza até então prevalecente foi abalada. A nova filosofia põe tudo em dúvida, o mundo, Deus, o homem (COTRIM, 1997).

A busca pelo caminho correto fez-se necessária, e, esta era a preocupação que se generalizou a partir do final do século XVI e que passou a caracterizar a investigação filosófica do século XVII e XVIII. Dois grandes processos metodológicos surgem, então, abrindo as principais vertentes do pensamento moderno, propostos por Bacon e Descartes, para a busca do pensamento, o indutivo e o dedutivo, figurando polos do esforço pelo conhecimento na idade moderna, o empírico e o racional.

A perspectiva empirista proposta por Francis Bacon (1561 – 1626), filósofo, político e ensaísta inglês. Importante na formulação de teorias que fundamentaram a ciência moderna e que exerceu grande influência nos paradigmas científicos que marcaram a sociedade industrial, contrariando a visão transcendental e a razão sem comprovação, que preconizava uma ciência sustentada pela observação e pela experimentação, utilizando a indução na formulação de suas leis, partindo da consideração dos casos ou eventos particulares para chegar a generalizações (ARANHA; MARTINS, 1992).

O racionalismo moderno de René Descartes (1596 – 1650), filósofo e matemático francês, autor da frase "Penso, logo existo", considerado o criador do pensamento cartesiano

- sua preocupação era com a ordem e a clareza - propondo uma filosofia que nunca acreditasse no falso, que fosse fundamentada única e exclusivamente na verdade justificada. Determinando que a ciência deva ter suas verdades necessárias a partir da intuição e inferências racionais e não especulativa, em sua obra: “O Discurso do Método”, a qual prevalece à autoridade da razão, considerando a busca na razão os recursos para a recuperação da certeza científica (ARANHA; MARTINS, 1992).

Para Bacon (1997), o verdadeiro cientista da natureza deveria fazer a acumulação sistemática de conhecimentos, mas também descobrir um método que permitisse o progresso do conhecimento, não apenas a catalogação dos fatos de uma realidade supostamente fixa, ou obediente a uma ordem divina, eterna e perfeita. Assim, ele destaca o seu instrumento vital, através de seu pensamento empírico, o método científico, e é este que fornece normas para a observação da natureza, segundo seu pensamento:

O homem, ministro e intérprete da natureza, faz e entende tanto quanto constata, pela observação dos fatos ou pelo trabalho da mente, sobre a ordem da natureza; não sabe nem pode mais... uma luz que eventualmente haveria de revelar e tornar visível tudo que fosse o mais escondido e secreto do universo. Seria algo insensato, em si mesmo contraditório, estimar poder ser realizado o que até aqui não se conseguiu fazer, salvo se fizer uso de procedimentos ainda não tentados (BACON, 1997, p. 37).

O método ao qual se faz menção compreende as observações sistemáticas, coleta de dados, interpretação cuidadosa, utilização de experiências, para assim conhecer os mistérios da natureza. Portanto, para Bacon, o cientista na busca do conhecimento devia se libertar do que ele chamava das fontes dos erros - os ídolos - que levam a noções falsas:

Os ídolos e noções falsas que ora ocupam o intelecto humano e nele se acham implantados não somente o obstruem a ponto de ser difícil o acesso da verdade, como, mesmo depois de seu pórtico logrado e descerrado, poderão ressurgir como obstáculo à própria instauração das ciências, a não ser que os homens, já precavidos contra eles, se cuidem o mais que possam (BACON, 1997, p. 40).

Dessa forma, ao desconsiderar a razão, deixa de enfatizar o papel das hipóteses as quais dependem da matemática porque é fruto de deduções cartesianas sobre o resultado dos experimentos. Assim como Bacon não avançaria sem a matemática, Descarte também não iria longe, mesmo com suas ideias claras e diferentes, se não fosse o pensamento empírico. O desenvolvimento posterior da ciência provou que os dois caminhos se complementam quando o cientista experimental formula suas hipóteses com o auxílio da matemática (OLIVEIRA, 2000).

No entanto, para Bacon, ainda faltava a consciência crítica do empirismo, que foi conquistada por seus sucessores Lock e Hume. John Locke (1632-1704), filósofo inglês, defendendo que os princípios são formados pelas ideias e derivam da experiência. Dessa forma, defendia que antes da experiência o espírito é como uma folha em branco, uma ‘tabula rasa’, ou seja, só a experiência inscreve conteúdos:

Admitamos, pois que, na origem, a alma é como que uma tábua rasa, sem quaisquer caracteres, vazia de ideias alguma: como adquire ideias? Por que meio recebe essa imensa quantidade que a imaginação do homem, sempre ativa e ilimitada, lhe apresenta com uma variedade quase infinita? Aonde vai ela buscar todos esses materiais que fundamentam os seus raciocínios e os seus conhecimentos? Respondo com uma palavra: à experiência. É essa a base de todos os nossos conhecimentos e é nela que assenta a sua origem. As observações que fazemos no que se refere a objetos exteriores e sensíveis ou as que dizem respeito às operações interiores da nossa alma, que nós apercebemos e sobre as quais refletimos, dão ao espírito os materiais dos seus pensamentos. São essas duas fontes em que se baseiam as fontes de ideias que, de um ponto de vista natural, podemos ter ou viemos a possuir (BACON, 1997, p. 20).

Segundo Descartes, que duvidava dos dados obtidos pelos sentidos afirmava: “Assim, porque os nossos sentidos nos enganam algumas vezes, quis supor que não existe coisa alguma que seja tal como, eles a fazem imaginar [...] Deleitava-me principalmente com as matemáticas, devido à certeza e à evidência de suas razões (DESCARTES, 1999, p. 36)”.

Para ele se constitui como principal enfoque metodológico, que só é verdadeiro o que é evidente, isto é, o que for intuído com clareza e precisão, valorizando a matemática e a lógica do pensamento que estavam emergindo na época. Usando a dúvida como um processo metódico, ou seja, uma estratégia para distinguir o conhecimento verdadeiro do falso. Assim, percebe-se que essa descoberta é fruto de muita reflexão, segundo o que declara em seu livro:

Ao mesmo tempo em que queria pensar que tudo era falso, fazia-se necessário que eu, que pensava, fosse alguma coisa. E ao notar que esta verdade: eu penso, logo existo, era tão sólida e tão correta que as mais extravagantes suposições dos céticos que não seriam capazes de lhe causar abalo julgaram que podia considerá-la, sem escrúpulo algum, o primeiro princípio da filosofia que eu procurava (DESCARTES, 1999, p. 40).

Assim, percebe-se que, no século XVIII, o conhecimento científico teve suas raízes em duas correntes filosóficas, o empirismo por Francis Bacon que dá ênfase ao conhecimento *a posteriori* (raciocínio indutivo), aquele que se adquire com a experiência a partir das observações dos fenômenos; e o racionalismo por René Descartes que dá ênfase ao

conhecimento *a priori* (raciocínio dedutivo), aquele que se adquire a partir de uma ideia ao analisar os fenômenos. E, é nessa relação epistêmica, indução-dedução, que se construiu a ciência química do século XVIII.

A seguir, discorre-se sobre um viés epistemológico elaborado no século XX para analisar filosoficamente a construção do conhecimento científico.

3.2 Uma perspectiva epistemológica do século XX

A teoria do conhecimento (do latim “*cognoscere*”: procurar, saber, conhecer) é um ramo da filosofia que investiga a possibilidade do ato de conhecer, partindo da sua origem (razão e experiência) e essência (relação sujeito-objeto), examinando as categorias e os sistemas de categorias do conhecimento existente, alternativas de conhecer (modos ou instrumentos) e a sua extensão. A epistemologia ou filosofia da ciência, pode ser entendida como uma parte da teoria do conhecimento que se preocupa com a investigação científica e seu produto, o conhecimento científico (MACHADO JÚNIOR, 2007).

O trabalho de Thomas Kuhn, entre os anos de 1977 e 1978, é um marco importante na construção de uma imagem contemporânea da ciência. Suas ideias sobre o desenvolvimento científico são precursoras - a primeira edição de seu primeiro livro “A estrutura das revoluções científicas”, publicado em 1962 - ao propor uma nova visão de ciência, elaborando críticas ao positivismo/cartesianismo/empirismo e à historiografia - registro escrito da história - tradicional. Em síntese, esta postura epistemológica do modelo kuhniano acredita em proposições de superação dessas ideias, contudo, elas ainda estão presentes.

A produção do conhecimento científico começa com a observação neutra, dando-se por indução, sendo cumulativa e linear onde o conhecimento científico daí obtido é definitivo. Ao contrário, Kuhn encara a observação como antecedida por teorias e, portanto, não neutra (apontando para a inseparabilidade entre observações e pressupostos teóricos), acredita que não há justificativa lógica para o método indutivo e reconhece o caráter construtivo, inventivo e não definitivo do conhecimento. Esta posição racionalista é decorrente da visão epistêmica que Kuhn possui sobre a ciência, a qual concebe não haver construção desse conhecimento sem teoria, mais tarde, configurar-se-á como o que existe de consenso entre os filósofos contemporâneos da ciência (OSTERMANN, 1996).

Para Kuhn (2007), os grandes progressos da ciência não resultam de mecanismos de continuidade – sequência evolutiva da ciência, mas sim de mecanismos de ruptura – “quebra” de teorias. Uma ciência que evolui de forma contínua atravessa uma etapa do seu desenvolvimento designada, nesta teoria, por Ciência Normal – período de desenvolvimento científico baseado num paradigma. Durante esse período, a comunidade científica à qual essa ciência se aplica é vista por todos os seus praticantes segundo uma mesma perspectiva.

Não obstante, alguns dos praticantes desse período de normalidade começam a descobrir contradições internas e chegam à conclusão sobre a visão de mundo em que essa ciência se baseia não seja mais adequada. Por isso, começou-se a discutir que o mundo deveria ser olhado de outra maneira.

As diversas formas de ver o mundo segundo determinados modelos teóricos vigentes, chamados paradigmas. Quando alguém descobre um paradigma distinto, sobre o qual é possível basear o desenvolvimento de uma ciência, se diz que essa ciência é, durante esse período, uma ciência revolucionária - episódios de desenvolvimento científico não-cumulativo, nos quais um paradigma antigo é substituído, no todo ou em parte, por outro.

A ciência normal articulará e desenvolverá o paradigma – pensamento dominante de uma comunidade científica - com o intuito de explicar e acomodar o comportamento de alguns aspectos importantes do mundo real, tal como se revelam através dos resultados da experimentação, sob a ótica de uma determinada teoria. Ao fazê-lo, experimentam inevitavelmente dificuldades e se encontram com aparentes falseações.

Se as dificuldades não forem superadas, teremos um estado de “crise”. Levando também a tentativa de articular um paradigma com o propósito de compará-lo o melhor possível com as evidências empíricas. Um paradigma sempre será suficientemente impreciso e aberto para permitir isso.

O que distingue a ciência normal madura da atividade relativamente desorganizada da pré-ciência imatura é a falta de acordos da comunidade nos aspectos mais fundamentais da disciplina que os congrega. Em consequência, de acordo com as ideias de Kuhn, a pré-ciência se caracteriza por total desacordo e constante debate dos aspectos essenciais que concernem a seu objeto de estudo, de forma que é impossível abordar o trabalho de forma detalhada (PRÄSS, 2008).

Kuhn (2007) descreve a ciência normal como uma atividade de resolver problemas governados pelas regras de um paradigma. Os problemas serão tanto de natureza teórica

como experimental. A ciência normal deve pressupor que um paradigma proporciona os meios adequados para resolver os problemas que surgem.

Quando ocorrem fracassos na resolução de um problema, considera-se um fracasso do pesquisador e não do paradigma no qual está inserido. Reconhecendo que todos os paradigmas contenham algumas anomalias, negando as correntes falseacionistas. Um cientista normal não critica o paradigma no qual trabalha. Só dessa maneira é capaz de concentrar esforços na detalhada articulação de ser pesquisador.

Segundo Ostermann (1996) o termo paradigma foi empregado para designar todo o conjunto de compromissos de pesquisas de uma comunidade científica (constelação de crenças, valores, técnicas partilhadas pelos membros de uma comunidade determinada).

Embora a autora considere esse sentido mais global como o menos apropriado — paradigma como constelação dos compromissos de grupos —, foi este o sentido que mais se difundiu. Recusando o termo “teoria”, por conotar uma estrutura bem mais limitada em natureza e alcance, ele utiliza para esse sentido mais amplo a expressão “matriz disciplinar”, uma estrutura partilhada pelos praticantes de uma mesma disciplina e composto dos seguintes elementos, ordenados como um todo.

Os cientistas desenvolvem muitas teorias especulativas, anteriores ao paradigma ou durante as crises. Essas teorias podem assinalar possíveis linhas de pesquisa, na busca de descobertas. Somente quando os experimentos e teoria se articulam e se encontram, surge a “descoberta” e a teoria se insere no paradigma. Uma vez que uma nova descoberta é assimilada, os cientistas estão em condições de explicar uma gama maior de fenômenos, ou explicar com maior precisão alguns já conhecidos.

O fracasso das regras existentes é o que serve de prelúdio à busca do novo. A nova teoria é uma resposta direta à crise e muitas versões costumam aparecer. A crise é a condição prévia e necessária para o nascimento de novas teorias. A decisão de rejeitar ou de aceitar um paradigma e o processo que conduz a essa decisão, envolve sempre a comparação de paradigmas com a natureza e entre eles.

Ao rejeitar um paradigma sem substituir por outro, estar-se rejeitando a própria ciência. Todas as crises começam com a confusão em um paradigma. A transição de um paradigma para um novo pode produzir uma nova tradição de ciência normal, longe de ser um simples processo de acumulação. É uma espécie de reconstrução, com o surgimento de novos fundamentos. As crises debilitam a imagem dos paradigmas e proporcionam dados

adicionais necessários para a sua troca. A essa transição, Kuhn chama de “revolução científica” (PRÄSS, 2007).

Uma revolução científica, na qual pode surgir uma nova tradição de ciência normal, está longe de ser um processo cumulativo obtido através de uma articulação do velho paradigma. É antes uma reconstrução da área de estudos a partir de novos princípios, que altera algumas das generalizações teóricas mais elementares do paradigma, bem como muitos de seus métodos e aplicações (OSTERMANN, 1996).

De acordo com Kuhn (2007), a emergência de um novo paradigma é repentina, no sentido de que pode ocorrer no meio da noite, na mente de um homem profundamente imerso na crise. Como o indivíduo inventa (ou descobre que inventou) uma nova maneira de ordenar os dados é uma questão que considera não investigável (inescrutável, em suas palavras) e acredita que assim seja permanentemente.

Nenhuma teoria resolve todos os problemas que se apresentam, nem é frequente que as soluções alcançadas sejam perfeitas. Na verdade, o imperfeito entre a teoria e os dados existentes, é o que definem muitos dos enigmas que caracterizam a ciência normal. As razões pelas quais os paradigmas postulantes necessariamente fracassam, ao entrar em contato com os pontos de vista dos demais, têm a ver com a incomensurabilidade da tradição normal anterior e posterior a revolução (PRÄSS, 2007).

Diante do exposto, pode-se trazer no seguinte tópico os aspectos históricos da química relacionados ao século XVIII em consonância com a ideia de ruptura paradigmática.

3.3 História da química no século XVIII

No fim do século XVII, a química surge como uma disciplina no sentido exato de ‘matéria ensinada’, estando esta matéria, na sua maior parte, estreitamente ligada à medicina e a práticas artesanais como a metalurgia, a perfumaria e outros. No fim do século XVIII, a química é reconhecida como uma ciência completa, autônoma, legítima, assente sobre bases sólidas e fonte de aplicações úteis ao bem público (VINCENT; STENGERS, 1992).

No século XVII a química atinge sua independência, e somente no século XVIII alcança a maioridade. A busca de uma teoria geral é recompensada no limiar deste novo século, com a formulação da teoria do flogístico (e em certa medida da codificação final da

teoria das afinidades), contrariando as previsões dos mais pessimistas, que por vezes no decorrer do século anterior punham em dúvida até mesmo a possibilidade da existência de uma teoria geral numa ciência tão diversificada e heterogênea como a química (MAAR, 2008)

Segundo Alfonso-Goldfarb e Ferraz (1993), a visão clássica da história da química, existe uma única e clara origem para essa ciência em sua formulação moderna: Antoine Laurent Lavoisier e seu grupo de pesquisadores. Essa paternidade histórica seria devida a dois motivos principais: 1) A derrubada da teoria do flogístico, último bastião da velha teoria sobre a natureza e ainda com profundas raízes na alquimia; 2) A reutilização da química pneumática, teoria promissora que datava do século anterior a Lavoisier e que este soube valorizar colocando num novo e conveniente contexto.

Na historiografia ortodoxa o século XVIII é o século da “Revolução Química” de Lavoisier, cujo “*Traité Élémentaire de Chimie*” (1789) assinalaria o nascimento da química moderna racional e representaria para a ela o que os “*Principia*” de Newton representam para a física. Assim, a leitura de Lavoisier nos é mais fácil do que a de Libavius ou Sthal, isto se deve simplesmente ao fato de ser a “nossa” química, em termos da linguagem adotada, ou melhor, a nomenclatura, nos moldes de Lavoisier (em termos, é claro), isto é, o modelo mental¹ que opera no entendimento de um texto de Lavoisier é o “nosso” modelo mental, o que não acontece quando lemos Boyle, Stahl ou Scheele. Isso não significa que os fatos da química mudaram, significa apenas que mudou o que fazemos com estes fatos.

Não quer isto dizer que a história da química seja a história dos fatos que “deram certo”, ou seja, que se converteram em teorias, como queiram muitos historiadores internalistas. Muito pelo contrário, a compreensão integral de um fato científico a ser historiado exige a análise de todos os atalhos percorridos até a ele chegar, das explicações hoje abandonadas, dos ensaios de teorias que não se concretizaram, dos erros que ensinaram (MAAR, 2008).

De acordo com Debus (1991) a ideia de uma “revolução química” tende a ser substituída pela ideia de uma “evolução química”, o que justifica diante do que acima expusemos. Mesmo em face da persistência dos fatos mesmo nas novas teorias (o flogístico

¹ Modelos mentais são representações analógicas da realidade, entendidas como qualquer notação, signo ou conjunto de símbolos que representa algo que é tipicamente um aspecto do mundo exterior ou do interior em sua ausência, ou seja, de nossa imaginação (Johnson-Laird, 1983 apud Errobidart *et al.*, 2013, p. 441).

sobrevive como o calórico da teoria de Lavoisier, e a teoria sobre a estrutura da matéria tal como formulada por Stahl foi até mesmo mantida por Lavoisier, fato que normalmente passa despercebido nos relatos históricos) (KUBBINGA, 1988).

Vincent e Stengers (1992, p 69) descreve bem a atuação de Lavoisier:

A operação executada por Lavoisier foi de uma eficácia tremenda. Enquanto a questão das origens da química era marcada pela procura de uma transmutação impossível, as descrições da química do século XVIII são atravessadas por uma oposição entre ‘eles’ e ‘nós’: eles que acreditavam numa teoria errônea, a teoria do flogístico, e nós que, depois de Lavoisier, sabemos que esta teoria era falsa. Em resumo, a química do século XVIII é, frequentemente, descrita como ‘à espera de Lavoisier.

Entender a química do século XVIII em retrospectiva, a partir de Lavoisier, é ainda reforçada pela dificuldade de compreender os textos anteriores (CROSLAND, 1972). Certos produtos são designados pelo nome do seu inventor (sal de Glauber, licor de Libavius), outros pela sua origem (vitriolo romano, húngaro), outros pelos seus efeitos medicinais, outros pelos seus modos de preparação (flor de enxofre, obtido condensado um fumo, precipitado de enxofre, espírito ou óleo de vitriolo se a preparação leva a um ácido mais ou menos concentrado).

Mesmo se, após alguns esforços de aprendizagem, chegarmos a traduzir e a decifrar os textos, é certo que a nomenclatura dos produtos é um quebra-cabeças, o que foi aliás denunciado durante o século XVIII. Diferenciar as propriedades de um corpo daquelas que ele adquire das ‘impurezas’, fazer inventários exaustivos, classificar as substâncias, as reações, as cores, os processos, estas tarefas empreendidas pelos químicos do século XVIII tornam possível a ‘racionalização’ da nomenclatura química. Sendo a melhor prova do sucesso de Lavoisier que conseguiu restringir os seus sucessores e a maioria dos historiadores da química a uma narração que cadênciava um ‘antes’ e um ‘depois’ de Lavoisier (VINCENT; STENGERS, 1992).

No entender de Cunha Filho (1984) a química começou a estruturar-se como ciência, no impulso racionalista da revolução industrial e francesa, conduzindo a revolução química proposta pela teoria de Lavoisier, tendo, na segunda metade do século XVIII, se integrado ao conjunto das ciências:

1 – pela aceitação geral de que as leis da química são de natureza puramente material (Boyle);

2 – por se ter estabelecido de maneira definitiva que para conhecer-se o fenômeno químico tem-se de pesquisá-lo em suas relações quantitativas;

3 – que os elementos são primitivos, simples, não-transmutáveis e os constituintes das substâncias compostas (Boyle);

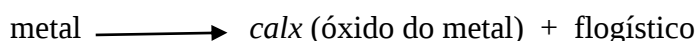
4 – que o domínio do conhecimento químico abrange os três estados físicos da matéria (Joseph Black).

3.3.1 – A superação da teoria do flogístico

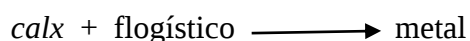
A combustão/calцинаção é um dos fenômenos centrais, embora não o mais importante, tanto da química nova como da química velha. Seria ocioso levantar todas as interpretações que os homens da ciência tiveram a respeito da combustão, pois todos tiveram uma visão até pessoal do assunto, valendo-se em parte de explicações com bases empíricas, em parte de especulações teórico-filosóficas, e em parte até de ideias íntimas e subjetivas. A combustão, junto com a luz e o calor ao mesmo tempo liberados, são como que “fenômenos primários”, que mesmo difíceis de entender com o intelecto, e por isso explicados inicialmente pelo homem em termos míticos e mágicos, estão na base do que entendemos como desenvolvimento científico e tecnológico (MAAR, 2008).

Consoante Maar (2008), não se tem dúvidas considera-se há séculos o ar como tendo importância central no fenômeno da combustão. O papel do ar neste fenômeno foi de certa forma trabalhada de modo intuitivo, como foi intuitivo desde o século XV ou XVI um parentesco entre a respiração, a combustão, e as diferentes formas de “queima” que correspondem à calcinação (formação da *calx* dos metais, daí o nome) ou outras reações hoje enquadradas como oxidações. Inicialmente o papel do ar era meramente mecânico, necessário para remoção dos “vapores sulfurosos” que inevitavelmente se formam se for o enxofre o “único princípio que pega fogo” como queiram Paracelso e Lémery.

Entender a natureza do flogístico e a explicação dos fenômenos que ele pretende interpretar é um dos aspectos mais difíceis da química pré-Lavoisieriana. O flogístico (do grego *phlogiston* = inflamar-se) existe em todos os metais e substâncias combustíveis (nas quais é responsável pela combustibilidade), sendo liberado na combustão e na calcinação:



e tratando novamente a *calx* com flogístico (mais exatamente com materiais ricos em flogísticos) recupera-se o metal:



A crítica frequentemente feita de que o flogístico “inverte” o que “realmente” ocorre, segundo Maar (2008) na combustão ou calcinação, pois a combustão/calcinação é uma combinação com o oxigênio, e na teoria de Stahl é uma perda ou liberação de flogístico, e a conversão do óxido ou *calx* em metal, que na realidade é uma decomposição e na teoria de Stahl uma combinação com o flogístico, é cronologicamente insustentável, pois quando Stahl apresentou sua teoria à natureza real da combustão ainda não estava devidamente estabelecida (embora diversos químicos já tivessem vislumbrado o que ocorre).

É neste “pensamento invertido” que reside não só a dificuldade de entendermos a química na visão flogística, mas se situam também as falhas da teoria e as dificuldades que a acabaram inviabilizando. Tentando uma comparação concreta:

Quadro 1. Calcinação – decomposição/síntese

metal	$\longrightarrow$	<i>calx</i> (óxido do metal) + flogístico	(Stahl)
metal + oxigênio	$\longrightarrow$	óxido do metal	(hoje)

Fonte: autoria própria (2013).

e na reação inversa:

Quadro 2. Combustão – composição/análise

<i>calx</i> + flogístico	$\longrightarrow$	metal	(Stahl)
óxido do metal	$\longrightarrow$	metal + oxigênio	(hoje)

Fonte: autoria própria (2013).

De fato, Lavoisier lembra a leitura de um livro moderno de química; já a de um texto de concepção flogística é difícil em função desta “inversão” de combinação/decomposição. Assim como a teoria de Lavoisier foi aceita rapidamente logo que proposta, por ser uma explicação simples e geral para uma variedade de fenômenos, também a teoria do flogística foi aceita pela grande maioria dos químicos do século XVIII (exceções foram Hoffmann e Boerhaave) por ter sido uma explicação simples para vários fenômenos (MAAR, 2008).

Segundo Jaffe (1976, p. 36) quando Lavoisier escreveu:

converteram o flogístico num princípio vago que consequentemente se adapta a todas as explicações para as quais é requerido. Às vezes este princípio tem peso, outras vezes não tem; às vezes é livre e às vezes é o fogo combinado com um elemento terroso; às vezes ele passa pelos poros de um recipiente e às vezes os recipientes são impermeáveis a ele. É um verdadeiro Proteu variando a cada princípio.

Deveras, parece referir-se não tanto ao flogístico de Stahl, mas ao flogístico modificado por seus sucessores, defensores de uma teoria cada vez mais complicada (Scheffer, Venel, Gren, Guyton de Morveau, e outros). Já a teoria do próprio Lavoisier é muito, muito mais simples.

O flogístico é encontrado disseminado como um elemento em todos os corpos naturais, pelo menos na terra, com a diferença de que como regra ele preferentemente existe em notável abundância naqueles corpos que são chamados usualmente de orgânicos, e, facilmente percebidos nas cores com que se revestem (os minerais), e que sem dúvida indicam a fonte flogística. Não sendo então uma noção arbitrária, mas uma generalização teórica, herdeira no nosso entender dos princípios químicos que nasceram com Paracelso, quiçá antes dele. A doutrina de Stahl pode ser encarada como racional porque elimina os conceitos alquimistas e substitui os elementos “peripatéticos” por princípios que permitem uma generalização (MAAR, 2008).

Também a “teoria do oxigênio” de Lavoisier, que sucedeu à de Stahl, é uma teoria geral que unifica sob o mesmo manto os fenômenos que a de Stahl, e no entender de Oldroyd (1973), a “revolução química” do século XVIII consiste na realidade numa mudança no modelo da matéria e de princípios e dos procedimentos metodológicos decorrentes dessa mudança.

Os princípios metodológicos mudaram pelo fato de Stahl ter se preocupado mentalmente com princípios últimos definidos *a priori* como constituintes da matéria, enquanto os “princípios químicos” últimos de Lavoisier são frutos da análise e definidos *a posteriori* e podem, ser pragmaticamente “guardados em frascos e fechados com rolhas” (OLDROYD, 1973).

Para Beck apud Maar (2008), o flogístico é um agente imponderável e intangível, um “princípio” semelhante a outros que eram então admitidos (luz, calor, eletricidade, magnetismo = estas seriam hoje formas de energia, mas o flogístico não era uma energia). Podendo ser encarado como uma propriedade que existe em todas as substâncias combustíveis: todas as substâncias combustíveis têm em comum a propriedade da combustibilidade, assim como todas as substâncias brancas têm em comum a propriedade de

brancura. A conversão de uma propriedade em objeto, é perfeitamente concebível dentro da filosofia platônica.

De acordo com Maar (2008), é preciso definir algumas “regras não-escritas” a respeito deste “princípio” ou propriedade geral, o flogístico:

- é igual em todas as substâncias (metas e combustíveis);
- não existe livre, mas só combinado (em consequência não é possível determinar seu peso nem seu efeito sobre o peso de outras substâncias);
- pode ser transferido de uma substância para outra;
- sua “quantidade” perdida por uma substância é igual a “quantidade” recebida pela outra (o que permite cálculos analíticos, como os de Bergman, bastante complicados);
- jamais existiu um “símbolo” para o flogístico.

À medida que novos fatos empíricos iam se acrescentando às reações já conhecidas, as explicações de todas estas transformações em termos do flogístico foram pouco a pouco ficando cada vez mais e mais complicadas, e eventualmente impossíveis de entender, com muitas hipóteses *ad hoc*, detalhes e variantes, que foram provavelmente a principal causa do abandono da teoria em favor da proposta mais simples de Lavoisier e seus colaboradores (MAAR, 2008).

A teoria do flogístico era uma teoria qualitativa e não quantitativa da matéria, à qual interessavam as propriedades dos produtos químicos e não as relações ponderais. Não existindo o flogístico em estado livre, mas somente combinado com outras substâncias, não é possível conhecer algo sobre seu peso; também não é possível saber que efeito teria o flogístico sobre o peso de outras substâncias, se aumenta ou diminui.

Outro problema a dificultar a solução dos aspectos quantitativos das reações químicas, problema não relacionado à teoria do flogístico, mas à ciência natural da época como um todo, era a falta de uma conceituação clara de muitas grandezas físicas; no caso, confundia-se o peso com o peso específico (= densidade).

Assim, consoante Maar (2008), Stahl sugeriu o seguinte para a perda do flogístico: quando o metal ao aquecer-se libera o flogístico, deixa “espaços vazios”, e o esqueleto que sobra se reagrupa tornando-se “mais pesado”: na realidade: “mais denso”.

A ideia de “peso negativo” do flogístico, conforme relata Perrin (1983), começa a ganhar força como uma variante da teoria a partir da década de 1760. Mesmo que este flogístico não seja atraído pela terra, mas seja repellido, numa violação da lei da gravidade,

uma ideia absurda em nossos dias, mas nem tanto no século XVIII. A base empírica que supostamente servia de lastro para esta estranha teoria da leveza, e a própria teoria, desapareceram à medida que se desenvolvia a química dos gases ou “pneumoquímica”, em parte pelo próprio Black.

No decorrer do século XVIII as novas descobertas experimentais passaram a exigir continuamente novas adaptações e acréscimos na teoria do flogístico, novas hipóteses e explicações cada vez mais complexas, levando a um modelo instável e crescentemente insustentável, complexidade esta que levou ao desmoronamento da teoria.

Conforme Maar (2008), a adoção de uma teoria científica direciona a pesquisa em uma determinada linha, ficando outros aspectos para trás. Assim, o flogístico privilegia os aspectos qualitativos da química em detrimento de uma visão quantitativa, isso apesar da crescente matematização das ciências no século XVIII. Da ênfase no qualitativo nasce-se algumas vantagens e desvantagens, como o quadro 3 abaixo:

Quadro 3. Vantagens e desvantagens da teoria do flogístico

Vantagens	Desvantagens
Estímulo a pesquisa química	Impossibilidade de definir elementos químicos
Realização de novos experimentos à luz da teoria	Inexistência real entre as massas que reagem efetivamente e os valores determinados na balança analítica
Novas descobertas práticas	Desconsiderar as descobertas da química pneumática
Afastamento em definitivo as noções alquimistas da química	Desconsiderar a teoria atômica
Abandono dos princípios “materiais” aristotélicos e alquímicos	Inversão da ordem verdadeira da combustão

Fonte: autoria própria (2013).

Allchin (1997) comenta longamente um suposto paralelismo entre o flogístico e uma teoria bioquímica recente, a proposta de existirem “intermediários altamente energéticos”. Embora explore mais os aspectos metodológicos e epistemológicos, num contexto kuhiano e relacionados a “domínios” do conhecimento (domínios = campos de investigação do

cientista, delimitados e praticamente autônomos; de acordo com o modelo dos domínios, a substituição do flogístico pela teoria de Lavoisier não é mais do que a entrada em cena de um novo “domínio”: o das investigações quantitativas em química, depois da descoberta do oxigênio), não é possível no nosso entendimento estabelecer o mínimo paralelismo entre estes casos e ver no flogístico uma “construção do erro”.

Em seu laboratório, Scheele, consegue a luz do flogístico a caracterização de um dos dois ‘ares’ que compõe a atmosfera, o *Feuerluft*, ar do fogo, capaz de absorver o flogístico de corpos nele ricos. Paralelamente a Scheele, um químico inglês, Joseph Priestley, tentou identificar o nosso oxigênio, famoso por seus estudos com os ares relacionados à respiração, quando isolou o oxigênio, após uma experiência de redução de um óxido ou cal de mercúrio. Não o caracteriza imediatamente com o teste da respiração: declara que é solúvel na água; que torna mais brilhante a chama duma vela colocada no recipiente e toma-o primeiro pelo gás nitroso (azoto), irrespirável.

É sobre a natureza desse novo ar que intervém Lavoisier e, graças ao oxigênio será reconhecido como o grande reformador da química. Quando de uma viagem a Paris, Priestley fala a Lavoisier da sua experiência sobre a redução da cal de mercúrio, que a faz para discutir a existência de ares presentes na atmosfera. Descrevendo o ar nitroso de Priestley como “ar comum”, em seguida, Priestley reinterpreta-o e batiza como “ar desflogisticado”, estimulando a Lavoisier refazer as experiências de redução da cal de mercúrio e conclui firmemente que o “ar desflogisticado” é a porção mais pura do ar atmosférico. Abrindo, então, uma polêmica da descoberta do oxigênio (VINCENT; STENGERS, 1992)

Alfonso-Goldfarb e Ferraz (1993) descrevem a descoberta do oxigênio como seu primeiro malabarismo por Lavoisier, num ato de fé, apoiado por uma rede de experimentos que reinterpreta todas as formas de combustão: a propriamente dita (via ígnea), respiração (via seca), e o ataque com ácidos (via úmida), sendo deste último a origem do nome, o princípio constituinte da acidez, do grego formador de ácidos.

Mas, para completar esse quebra-cabeça, as autoras relatam seu segundo malabarismo, com os vários experimentos com o que então se chamava “ar inflamável” (nosso hidrogênio), chamado atenção primeiro ao fato por Cavendish. Sabendo disso Lavoisier queima o “ar inflamável” com o “princípio acidificante” e constata que não produzia ácido. Guiado por uma série de observações a respeito da densa nuvem de vapor

surgida durante a reação, Cavendish chega à conclusão sobre o produto ser pura e simplesmente água. Assim, por intermédios de amigos Lavoisier fica sabendo dos resultados de Cavendish e com a parceria de La Place, ele consegue a análise e síntese da água, fato que provou a inexistência do flogístico.

Antes disso, Lavoisier tenta outra explicação, após duas experiências: queima de enxofre, e depois fósforo em dois vasos fechados e constata, após pesagens minuciosas efetuadas antes e depois da reação, de tudo e de cada parte separadamente, que o peso total se conservou, que o peso do vaso se manteve inalterado e que o do enxofre e do fósforo aumentou. Concluindo então: este aumento de peso resulta duma quantidade prodigiosa de ar que se fixa durante a combustão e que se combina com os vapores. Certo disso, Lavoisier escreve cartas a Academia para assegurar a prioridade de uma descoberta, por causa de seu grande na comunidade científica da época.

Em virtude disso, vale salientar os propósitos de Lavoisier, mas também os dos seus colegas e contemporâneos, conduzindo ao alcance revolucionário destes primeiros ataques ao flogístico, de acordo com Vincent e Stengers (1992, p 124):

(...) primeiro, o aumento de peso dos metais calcinados não é uma anomalia, ou um defeito, descoberto por Lavoisier, como lembra alguns relatórios acadêmicos sobre os trabalhos de Lavoisier; segundo, Lavoisier não era o único nem o primeiro a criticar o flogístico; terceiro, em 1772 Lavoisier não tem ainda meios – nem mesmo a intenção – de destronar o flogístico. Se considerarmos o conjunto da sua obra, cerca de cinquenta memórias lidas à Academia, o *Méthode de nomenclature*, o *Traité élémentaire de chimie*, sem invocar aqui a produção abundante de textos econômicos e financeiros, a questão do flogístico não parece prioritária.

É nesse sentido que Kuhn (2007) corrobora que uma descoberta começa com a consciência de uma anomalia, ou seja, a natureza violou as expectativas paradigmáticas que governam a ciência normal. E para a descoberta do oxigênio existe pelo menos três sábios que podem reivindicar seu direito. O farmacêutico Scheele, é primeiro cientista a quem podemos atribuir esse direito, mas a preparação de sua amostra relativamente pura do gás foi anunciada depois dos trabalhos de Priestley e não tinha a verdadeira interpretação da natureza desse gás como conhecemos hoje porque Scheele, enquanto flogistonista, trabalhava em seus experimentos a luz dessa teoria.

O segundo pretendente a descoberta seria o cientista e clérigo britânico Joseph Priestley, pois recolheu o gás liberado pelo óxido de mercúrio vermelho aquecido, em 1774, a princípio identificando como óxido nitroso, mas depois de novos testes, em 1775,

identifica como ar comum dotado de uma quantidade de flogístico menor do que a usual. O terceiro pretendente, Lavoisier que inicia seus experimentos por sugestão dele, e, em 1775, escreveu que o gás obtido com o aquecimento do óxido vermelho de mercúrio era ‘o próprio ar, inteiro, sem alteração, [...], surge mais puro, mais respirável’ (CONANT, 1950). Em 1777, provavelmente por sugestão de Priestley, Lavoisier concluiu que esse gás é um dos principais componentes da atmosfera, conclusão que aquele nunca foi capaz de aceitar.

Dessa forma quem descobriu o oxigênio, Priestley ou Lavoisier? Se formos decidir acerca de prioridades e datas não seria o interesse, conforme relata Kuhn (2007), quanto à natureza ou a contribuição desse conhecimento para as origens da ciência química. Se considerarmos o mérito de Priestley no fato de ele ter sido o primeiro a isolar um gás que mais tarde foi reconhecido como um elemento distinto, diverge dos dados da época porque a amostra de gás não era pura e ter oxigênio impuro é descobri-lo, isso fora feito antes por outros cientistas que da mesma forma engarrafaram o ar atmosférico. Além disso, houve uma confusão na interpretação desse gás tanto por Priestley como pelo próprio Lavoisier.

Conant (1950) argumenta, somente os trabalhos de 1776 e 1777, que levaram a Lavoisier não apenas a ver o gás, mas igualmente o que o gás era. Mesmo assim, seu mérito poderia ser contestado, pois, a partir de 1777, Lavoisier insiste que o oxigênio era um ‘princípio de acidez’ atômico e que o gás oxigênio se formava somente quando o ‘princípio’ se unia ao calórico, a substância do calor. Princípio esse que só foi banido da química depois de 1810, enquanto o calórico sobreviveu até 1860.

Assim, não podemos afirmar que o oxigênio foi descoberto em 1777, pois antes dessas datas o oxigênio tornara-se uma substância química padrão. E a tentativa de datar a descoberta será inevitavelmente arbitrária, pois a descoberta de um novo tipo de fenômeno é necessariamente um acontecimento complexo, que envolve o reconhecimento tanto da existência de algo, como de sua natureza. Portanto, tanto a observação como a conceitualização estão diretamente ligados à descoberta, sendo um processo que exige tempo, ou melhor, que envolve uma modificação no paradigma.

Segundo Kuhn (2007), o que Lavoisier faz em tantos trabalhos posteriores a 1777 não foi tanto a descoberta do oxigênio como a teoria da combustão pelo oxigênio. Mas estabelecer essa teoria como a pedra angular de uma reformulação tão ampla da química, que veio a ser chamada de revolução química, ou seja, uma mudança de paradigma. Se a descoberta do oxigênio não estivesse inteiramente ligada à necessidade dessa mudança, a

emergência de um novo paradigma para a química, o mérito dessa descoberta nunca teria parecido tão importante. Ainda assim, observa-se que não foi essa descoberta, o oxigênio, que seria a causa da mudança na teoria química, mas o convencimento de Lavoisier que havia algo errado com a teoria do flogístico, que corpos em combustão absorvem uma parte da atmosfera (GUELARC, 1961).

De acordo com Maar (2008, p 665 e 666) a polêmica em torno da descoberta do oxigênio continua sendo atual, tema até de peça teatral, '*Oxygen*', declara:

Mais importante do que uma querela de prioridades é o fato de ter sido o oxigênio descoberto por caminhos diferentes, sugeridos por conjecturas diferentes, em contextos e circunstâncias diferentes, mas caminhos que se encontrariam depois para contribuir na unificação e generalização da teoria química, [...], como Lavoisier lidou com as descobertas de Scheele e Priestley? Em que medida descobrir sem entender completamente o significado da descoberta continua sendo descobrir (caso de Priestley)? Em que medida não divulgar de imediato uma descoberta priva o descobridor de sua prioridade (caso Scheele)? O caso do oxigênio ilustra, numa situação particular, esta vasta problemática.

Assim, a vitória do oxigênio sobre o ar desflogisticado deve-se não à modificação dos resultados da experiência de Priestley, mas à mudança na interpretação dela: declarando que já não é a busca de mais uma espécie na caça aos diferentes gases, mas sim utensílio de pesquisa analítica (VINCENT e STENGERS, 1992).

Guyton de Morveau (1786, p. 628 apud VINCENT; STENGERS, 1992, p. 126) declara:

O Sr. Lavoisier assustava-me desde há muito tempo com uma grande descoberta que ele reservava para si, e que iria nada menos que derrubar completamente toda teoria do flogístico ou fogo combinado: o seu ar confiante fazia-me morrer de medo. Onde estaríamos com a nossa velha química, se tivesse sido necessário reconstruir um edifício completamente diferente? Por mim, asseguro-vos que teria abandonado a jogada. Felizmente o Sr. Lavoisier acaba de revelar a sua descoberta, numa memória lida na última assembléia pública; e asseguro-vos que desde essa altura tenho um peso a menos no estômago. Segundo o Sr. Lavoisier, não há de todo qualquer matéria de fogo nos corpos combustíveis; ela não é mais que uma das partes constituintes do ar; é o ar e não o que considerávamos como corpo combustível que se decompõe em qualquer combustão; o seu princípio ígneo liberta-se e produz os fenômenos da combustão, restando apenas o que ele chama a base do ar, substância que ele afirma que lhe é inteiramente desconhecida. Julgai se eu tinha motivo para ter tanto medo.

Na verdade, o que Lavoisier faz é apenas uma inversão do esquema da combustão: em lugar de uma desunião libertando o flogístico, uma combinação com uma parte do ar que liberta a matéria do fogo. O flogístico do combustível do ar foi substituído, sob a forma do calórico, ou matéria do calor.

Os ataques contra o flogístico só adquirem sentido num contexto mais vasto, que envolve a teoria do estado aeriforme. O ator principal desta teoria é o calórico, substância do calor, ou matéria do fogo, que se insinua entre as moléculas duma substância e lhe confere expansibilidade. Se o estado físico – sólido, líquido e gasoso – de um corpo se explica pela quantidade de calórico que ele contém, o ar perde a sua função essencial de princípio.

O calórico fornece igualmente uma peça mestra na batalha contra o flogístico porque permite a Lavoisier explicar a produção de calor ou de luz na combustão: a união com o oxigênio liberta o calórico que lhe estava unido no estado aeriforme. Sendo considerado um elemento-princípio no sistema de Lavoisier o que não diferenciara muito do princípio do flogístico.

Mas, com a nova definição de elemento-princípio constituindo os corpos e a elaboração da reforma da nomenclatura, juntamente com Guyton de Morveau, Fourcroy e Berthollet, com uma linguagem bem estruturada, a partir de uma lógica natural, foi concedida a vitória por uma campanha de persuasão efetuada por Lavoisier e pelos seus colaboradores. Resultando na publicação de seu célebre livro o *Traté élémentaire de Chimie*, como a coroação da revolução química e como a primeira obra moderna da química (VINCENT; STENGERS, 1992).

É nesse debate histórico e epistemológicos que se deu sustentação teórica e metodológica para elaboração, aplicação e análise dos conhecimentos envolvidos com a superação da teoria do flogístico na vivência de um jogo de RPG no ensino de história da química, como apresenta-se no seguinte tópico, da relação e implicações do uso desse tipo de jogo na educação.

3.4 RPG e educação

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, a Química como disciplina escolar é um instrumento de formação humana, um meio para interpretar o mundo e interagir com a realidade (BRASIL, 1999).

Por outro lado, os jogos educativos ou didáticos favorecem meios para que a aula se torne dinâmica, onde os alunos não aprendem somente a teoria, e que possam interagir com o contexto trabalhado. Assim, seus pensamentos poderão ser muito mais organizados, tornando a aula prazerosa, aumentando a curiosidade.

Os jogos aplicados no estudo da química ou de outras disciplinas devem ter regras, contribuindo para a autonomia do educando, de forma que incentivem os alunos a entenderem o que foi aplicado pelo professor.

O RPG (*Role Playing Game*) pode ser definido como um “Jogo de Interpretação de Papéis”. Foi inventado nos Estados Unidos, sendo que *Dungeons & Dragons* foi o primeiro RPG publicado, em 1974. O termo RPG também é usado no Oriente para se referir aos videogames em que grupos de companheiros se envolvem em longas missões. (CASSARO, 2008).

No Brasil, segundo Schmit, Martins e Ferreira (2009), o termo "RPG", geralmente se refere não só aos jogos de interpretação de mesa como *Dungeons e Dragons* (D&D), GURPS ou Vampiro, mas também a livros de aventura solo; a "*Live action*"; a jogos de videogame ou computador de apenas um jogador ou do tipo colaborativos, de muitos jogadores, tais como *World of Warcraft*.

O primeiro RPG escrito por brasileiros foi Tagmar, com cenário baseado em fantasia medieval, lançado no final de 1991, pela GSA, que em seguida, em 1992, publica o jogo Desafio dos Bandeirantes, um RPG que misturava fantasias medievais com elementos históricos brasileiros. Valendo-se de uma pesquisa que reunia as crenças indígenas, portuguesas e africanas o jogo propunha desafios para as partidas que já não envolviam criaturas clássicas de fantasia medieval européia, e sim sacis, mapinguaris e boitatás (VASQUES, 2008).

De acordo com Marcondes (2004), o RPG é uma grande aventura, em que um dos participantes, o narrador, chamado de mestre, conduz a partida ou jogo, descrevendo o ambiente, interpretando personagens que os jogadores encontrarão pelo caminho, organizando as regras a serem testadas e determinando os resultados das ações, mas são os jogadores que decidem o que seus personagens vão dizer ou fazer.

A fantasia é o elemento de sublimação e mediador entre o indivíduo e a realidade. É no RPG que o jogador vai vivenciar a fantasia de forma mais intensa, extrapolando os limites de um simples jogo sem, ao mesmo tempo, deixar de ser apenas um jogo. Sendo apenas um meio de diversão, o RPG possui o potencial de, através do exercício da fantasia, agir positivamente no desenvolvimento mental do homem e, conseqüentemente, no seu desenvolvimento social.

Se nos tornarmos observadores mais atentos, constataremos sua capacidade latente de auxiliar pedagógico, pois o jogo estimula uma troca constante de informações e experiências. E o próprio papel de protagonista reservado à fantasia na estrutura do jogo já define a sua importância no desenvolvimento sadio do psiquismo (ANDRADE; PEREIRA; RICON, 1992).

Mas é importante levar em conta que o problema da adaptação do indivíduo à realidade não está presente apenas na infância e no desenvolvimento do pensamento, mas em toda a sua vida. Com isso, é possível termos uma ideia do quanto a fantasia é imprescindível à nossa vida, mais precisamente à nossa saúde mental. Porém, a fantasia é benéfica apenas como instrumento transicional, sendo nociva como substituta da realidade (HARTMANN, 1968).

O RPG vem sendo adotado como uma ferramenta de apoio paradidático, mesmo que ainda de forma isolada e experimental. Todo esse movimento está comprovando de forma evidente que esses tipos de jogos, além de tornarem uma atividade lúdica para crianças, adolescente e até adultos, possuem também potencial educativo repleto de alternativas, para que a aula seja ministrada com empolgação e prazer (SOARES, 2004; SOARES, 2008).

Se o jogo, desde seu planejamento, for elaborado com o objetivo de atingir conteúdos específicos e de ser utilizado no âmbito escolar, este será denominado como jogo didático. Esse recurso utilizado por professores deve equilibrar sua carga lúdica e de diversão para atrair a atenção dos alunos (KISHIMOTO, 1996).

Riyis (2004) comenta de forma esclarecedora o enquadramento do RPG na modalidade de jogos cooperativos, pois “o RPG é um jogo em que, para se vencer, é preciso que o outro jogador também vença e na educação a consciência de que existe esse outro tipo de vitória é desenvolvida com os alunos quando são estimulados a agir dessa forma cooperativa” (RIVYS, 2004, p. 112).

Em termos de relações sociais construídas, o jogo pode nos remeter a interações sócio-culturais, pois carrega uma forte carga cultural e social. Vygotsky (2007) estudou e reconheceu o jogo e o brinquedo como parte do desenvolvimento do sujeito. Se o ser humano se desenvolve por meio de interações com o meio em que vive, o jogo é parte presente de tal processo, sendo participante ativo e incentivador dessas relações interpessoais e com os demais objetos da sociedade, como também consequência de tais fatores.

Podem-se citar algumas características, segundo Amaral (2008), que surgem quando se utiliza o RPG:

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

A diversão não está em vencer ou derrotar outros jogadores, mas em utilizar a inteligência e a imaginação para, em cooperação com os demais participantes, buscar alternativas que permitam as melhores respostas para as situações propostas na aventura. É um exercício de diálogo, decisão em grupo e consenso (COLLINS; CORDEL; REID, 2005).

Andrade, Pereira e Ricon (1992) orientam que o jogador tem a oportunidade de viver diferentes personagens, viver em diferentes mundos, diferentes realidades. A escolha do personagem e da ambientação, porém, não é aleatória. Dependendo do quanto ele se identifica com a fantasia proporcionada pelos diferentes jogos, o quanto ela é representativa de suas próprias fantasias.

A partir deste momento, ele passa a ter a oportunidade de viver as suas fantasias, que, como já sabemos, estão estreitamente ligadas com os seus desejos mais íntimos e secretos. E, assim como na criação artística, ele vai ter a oportunidade de expressar esses desejos de forma sublimada e aceitável para o seu meio (seu grupo de jogo, que se encontra em situação semelhante).

Nesse sentido, o RPG vem atuando no campo da educação por possuir características interessantes para o desenvolvimento de crianças e adolescentes, dentre elas as de socialização, narrativa, interatividade, interdisciplinaridade e cooperação, como sugere Schmit (2008). Já Riyis (2004) acrescenta ainda: Resoluções de situações-problema, aplicações de conceitos em situações práticas do dia a dia, expressão oral (principalmente no

jogo tradicional), expressão corporal (principalmente no *Live Action*) e preocupação e respeito ao outro, também auxiliam esse desenvolvimento.

A proposta de Santos e Infante-Malachias (2008) em muito se assemelha aos objetivos da aplicação do RPG na educação. Em seu livro *SIMPLES (Sistema Inicial para Mestres-Professores Lecionarem Através de uma Estratégia Motivadora)*, Riyis (2004) discorre sobre as competências, habilidades e outras características desenvolvidas no RPG.

Enfatiza-se aqui a postura investigativa, uma vez que numa aventura de RPG os personagens se defrontam todo o tempo com problemas que precisam ser resolvidos para continuidade da missão; e a aplicação de conceitos em situações práticas do cotidiano, que pode ser utilizado pelo professor/mestre para inserir na história questões relativas à realidade daquele grupo de estudantes.

Após, será descrito o percurso metodológico desde a criação até aplicação do jogo de RPG, o contexto e sujeitos de pesquisa, os instrumentos de coleta de dados, os critérios de inclusão e exclusão, bem como se procedeu a análise de dados realizada.

4. METODOLOGIA

Esta pesquisa procurou analisar o processo de construção de conhecimentos químicos numa perspectiva histórica e epistemológica da ciência, a partir de delineamento bibliográfico e de estudo de campo, por meio da observação participante (ANDRÉ, 1995). De acordo com Bodan e Biklen (2003), um investigador qualitativo tem o objetivo de compreender melhor o processo pelo qual as pessoas constroem sentidos, significados e descrevem a consistência deles. Assim, este trabalho é de natureza qualitativa e método descritivo, cuja abordagem lúdica se considera o elemento inovador com o uso de um recurso didático, a criação e implantação do jogo de RPG na prática do professor de química.

4.1 Contexto e sujeitos de pesquisa

O trabalho foi desenvolvido com a participação do pesquisador como jogador de um RPG de mesa com dois amigos seus e o seu coorientador, como mestre da aventura chamada Primeira Aventura, e do contato com um grupo de RPG localizado no bairro do Cordeiro, em Recife/Pernambuco, intitulado “A Máscara – The Caramilla”, na modalidade *live action*, a fim de dá-lo experiência em como jogar RPG e dar suporte à criação e aplicação da aventura vivenciada, em uma turma do sexto período do curso de Licenciatura Plena em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no ano 2013, com a participação de catorze alunos do turno vespertino, nomeados de A-1 à A-14, para garantir o sigilo de ético do estudo.

A escolha dessa turma se baseou no fato de serem alunos da disciplina de História da Química do referido curso, o que viabilizaria a aplicação do jogo, devido à anteriormente eles terem tido aulas sobre os conteúdos abordados pelo jogo, numa perspectiva histórica e epistemológica da ciência. O que facilitou a demonstração de interesse e se tornarem disponíveis para colaborar com o uso do recurso pedagógico na aprendizagem de conhecimentos pedagógicos necessários a prática docente de professores em formação inicial.

Essa escolha também foi baseada em três fatores: as dificuldades de aprendizagem que comumente se apresentam nos alunos dessa disciplina em outros semestres; o primeiro contato deles propriamente dito com a história e epistemologia da ciência; o interesse dos

alunos em participar da pesquisa como uma proposta didática inovadora em sua futura prática pedagógica.

Em relação às dificuldades de aprendizagem apresentadas pelos alunos dessa disciplina, pensa-se que, se o RPG for bem sucedido como recurso pedagógico, poderá quebrar as barreiras enfrentadas por eles nessa disciplina para construção dos conhecimentos necessários a formação do profissional da educação em química. Isso possibilita reforçar seu potencial lúdico e educativo (AMARAL, 2008). Em relação aos outros fatores, entende-se que esses conteúdos são base para as concepções dos alunos em futuras disciplinas pedagógicas como as práticas e instrumentação de ensino de química, e, compreenderem a ciência como uma construção da cultura humana, envolvendo aspectos internalistas e externalistas.

Dentre as diversas formas de se jogar RPG, a modalidade *live action* foi a escolhida para esta pesquisa, onde os participantes encenam as ações de seu personagem, utilizando indumentárias, cenário, seja ele medieval, trevas ou ficção científica.

4.2 Etapas da pesquisa

Inicia-se com a definição da temática, “a superação do flogístico: o calórico disfarçado”, por meio de uma imersão bibliográfica na produção histórica sobre os episódios da teoria do flogístico e do calórico, em diálogo com as correntes filosóficas do século XVIII e a epistemológica de Thomas Kuhn.

Com isso, foi possível desenhar o enredo do RPG, como descrito no apêndice F, com quatro cenas: a primeira é denominada “o início do mistério”, situada no hall da academia de ciências da França; a segunda é intitulada “rumo ao mestre do flogístico”, ambientada na biblioteca da academia de ciências francesa; a terceira se chama de “o calórico: a matéria do fogo!”, imaginada no laboratório de medições da academia citada; a quarta é nomeada de “o mistério termina”, localizada no laboratório de pesquisa de Priestley/Cavendish.

Em cada cena foram explorados argumentos históricos da ciência e sua natureza, experimentos, teorias, leis e princípios ligados ao flogístico, ao calórico e ao oxigênio. Isso foi possível por meios das ações argumentativas e imaginárias desenvolvidas entre o narrador (pesquisador), as personagens e a participante não personagem (professora da

disciplina) com o uso de habilidades para avançar na construção narrativa da história de RPG.

A respeito delas, pode-se ver no apêndice B também as descrições que envolvem as capacidades dos personagens vinculadas à personalidade, como a de atuação, à cognição, como a de conhecimentos da natureza, histórico, arcano e outros, aos sentidos, como a de olfato e observação, à alquimia, como a de domínio da magia do fogo e da água.

De fato, a aplicação da pesquisa se deu quando ocorreu a apresentação na sala de aula de nossa proposta de atividade com o RPG para toda turma. Esclarecendo por de uma exposição dialogada os aspectos teóricos e metodológicos desse tipo de jogo na educação. Após, todos assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), como exemplificado no Apêndice G, concordando com a participação da pesquisa durante o curso da disciplina de história da química; foi também solicitado a participação voluntária de dois alunos os quais representaram cada uma das teorias, flogístico e oxigênio. Seguindo, então, os princípios básicos do jogo, que são o interesse e o prazer (AMARAL, 2008). Isso foi unanime por todos os sujeitos, a demonstração real de interesse em participar.

Em seguida, foi aplicado o instrumento de pesquisa do tipo questionário (APÊNDICE A), com cinco questões contextualizadas, como pré-teste, acerca dos conhecimentos relacionados à história da química e à filosofia da ciência do século XVIII e à epistemologia da ciência do século XX. Separou-se a turma em dois grupos, aleatoriamente, os seguidores do flogístico e do oxigênio, para prepará-los sobre os conteúdos discutidos no jogo como na construção de seus personagens (APÊNDICE C), com o nome, idade, profissão, descrição de sua história de vida até aquele momento, as habilidades e os instrumentos definidos para desenvolverem a narrativa. Além disso, foi explanado a ambientação do enredo a ser vivenciado pelos participantes do jogo, como descrito no apêndice F, em um tempo de duas horas-aula.

Para a vivência da aventura, foi preparado dois alunos da turma anteriormente citados voluntariamente como líderes dos grupos que representam, as teorias do flogístico e do oxigênio. Eles foram preparados pelo pesquisador de forma a possibilitar a condução do jogo, tendo suporte dos conteúdos históricos e epistemológicos, antes de seu início.

Outro momento consistiu na aplicação da aventura de RPG (APÊNDICE F), intitulada “a superação do flogístico: o calórico disfarçado”, a qual foi desenvolvida em quatro ambientes do Departamento de Química (DQ) da referida universidade (APÊNDICE

D), a saber: o auditório de química, a sala de estudos, o laboratório de informática e o laboratório de química. Todos imaginados e caracterizados no ambiente do enredo correspondendo, respectivamente, consoante o apêndice E, ao hall da academia de ciências, à biblioteca da academia, ao laboratório de medições e ao laboratório secreto de Lavoisier, durante duas horas-aulas também.

Por fim, na semana seguinte foi aplicado o mesmo questionário como pós-teste, para avaliar se houve relevância na aplicação do jogo sobre os conteúdos abordados, adicionado de mais uma questão sobre a adequação da metodologia utilizada no jogo e a importância desse tipo de estratégia para a aprendizagem do desenvolvimento histórico e epistemológico da ciência no ensino superior, na disciplina de história da química, e, em especial, da contribuição dele na prática docente do professor em formação inicial.

4.3 Instrumentos de coleta de dados

Em relação aos instrumentos pedagógicos, pode-se dizer que a prática de RPG não precisa de muitos materiais, mas de uma boa dose de imaginação e horas de diversão. Como a modalidade escolhida de RPG foi *live action*, fez-se necessário dar estímulo a criatividade com indumentária, elementos de cenas (cenografia) e sons.

Considerando os instrumentos de pesquisa, usou-se questionário, sendo aplicados aos alunos antes do jogo e após ele, colhendo as percepções dos alunos acerca dos conteúdos abordados durante a aventura e do recurso pedagógico (o RPG) para o ensino da história da química no ensino básico e superior. Torna-se importante informar destacar também que a sessão do jogo foi vídeo gravada pela professora da disciplina. Entretanto, devido ao pouco tempo para análise das narrativas desenvolvidas, não se submeteu a análise para esta monografia, mas servirá de material para a publicação de trabalhos futuros.

4.3 Análise de dados

A realização da análise dos dados foi mediante para este trabalho monográfico as respostas do questionário, conforme o apêndice A. A partir de leituras cuidadosas dos textos, estabeleceu-se quatro categorias como critérios de análise em quase todas as questões: resposta correta, resposta incorreta, parcialmente correta e sem resposta. A primeira, traz os

aspectos que discutem a filosofia, epistemologia kuhniana e as questões históricas do flogístico, calórico e oxigênio; a segunda, não apresenta nenhuma dessas informações; a terceira, traz algumas dessas ideias; e, a última não é identificado nenhum dado.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A apresentação do RPG como ferramenta didática na aprendizagem dos alunos da disciplina de história da química, a princípio, trouxe inseguranças porque a maioria dos alunos nunca teve conhecimento sobre esse tipo de jogo, o que caracteriza essa estratégia como inovadora. Despertou a curiosidade deles quanto ao interesse de participação, principalmente, após os esclarecimentos do pesquisador. Para isso, foi sondado *a priori* o conhecimento dos participantes por um questionário (APÊNDICE A), a título de pré-teste, sobre os conteúdos de história da química do século XVIII, a superação da teoria do flogístico e suas bases filosóficas, empirismo e racionalismo, bem como na perspectiva kuhniana.

Diante do tempo oportuno para conclusão e defesa da análise dos momentos vivenciados durante a aventura neste trabalho monográfico, não foi possível aqui realizá-lo, somente, será apresentado a análise do questionário aplicado anterior e posterior a aplicação do jogo de RPG, como a seguir.

5.1 Análise do questionário antes do jogo

Primeira questão: A química se constitui como uma ciência, a partir da busca do homem pela natureza da matéria. O conhecimento científico construído tem sua natureza enraizada nas concepções filosóficas. Quais são as bases filosóficas da química no século XVIII? Comente usando exemplos do trabalho de químicos da época.

Quadro 4. Categorias e quantidades das respostas referente à primeira questão

Categorias	Quantidades
I – Correta	0
II – Parcialmente Correta	5
III - Confunde filosofia com raciocínio indutivo e/ou dedutivo	2
IV – Incorreta	5
V – Sem resposta	2

Fonte: autoria própria (2013).

A nossa expectativa de resposta seria o aluno fazer referência ao empirismo (experiência) e ao racionalismo (razão), visto que ambos são filosofias do século XVIII, associando as perspectivas da ciência construídas até esse período. Conforme o resultado acima nenhum aluno atingiu esse critério. Cinco alunos responderam conforme a segunda categoria, quando fazem apenas referência a uma perspectiva filosófica empirismo ou racionalismo, e, citam o raciocínio indutivo ou dedutivo como sendo perspectiva filosófica. Por exemplo, a resposta do A-5:

“As bases filosóficas da química do século XVIII era o indutivismo, como exemplo temos a teoria de Copérnico que não contou com experimentação. Outra base foi o empirismo onde as teorias eram criadas a partir de experimentos” (A-5).

Foi expressivo na amostra o posicionamento vinculado ao método empírico que se tornou base da ciência até os dias de hoje, e, segundo Oliveira (2000) influenciou fortemente o ensino das ciências/química, inclusive, na formação superior, como proposto por Bacon (1997), segundo o qual dizia que a acumulação dos conhecimentos somente poderia ser considerado verdadeiro e desvelar os mistérios da natureza por meio das observações sistemáticas, coleta de dados, interpretação cuidadosa, utilização de experiências, revelando os mistérios da natureza, a fim de eliminar as ideias falsas.

Em contraponto a isso, o método cartesiano se baseia na certeza científica e ela viria pela busca da razão, com ordem e clareza, trazendo a verdade justificada sem creditar no falso (ARANHA; MARTINS, 1992). É possível que a formação escolar baseada no empirismo traga sobremaneira a expressão de olhar a natureza do conhecimento dessa maneira.

Dois alunos responderam conforme o terceiro critério, o qual emerge somente nessa análise, pois não era uma categoria de análise esperada como proposta no tópico 4.3 da metodologia desse trabalho. Tendo confundido as filosofias e suas formas de explicá-las com os raciocínios os quais se vinculam, quando utilizaram na resposta o pensamento indutivo - raciocínio que parte do particular para o geral – e dedutivo – raciocínio que parte do geral para o particular - como sendo correntes filosóficas, como a resposta do A-6:

“A química da época era baseada no indutivismo...” (A-6).

É possível que as aprendizagens até o momento construídas nas aulas expositivas dialogadas com leitura e debate de textos ainda não tenham ficado claro para esses sujeitos a diferenciação desses aspectos na história e filosofia das ciências. Cinco alunos responderam de forma incorreta, quando utilizam exemplos de teorias científicas e não as relacionam com as filosofias, conforme a resposta do A-7:

“O flogístico com Stahl. Exemplo: a calcinação, combustão” (A-7).

Já dois dos alunos deixaram em branco por não saber fazer essas relações tão necessárias à compreensão histórico-epistemológica da ciência na formação de professores de química. O que fica claro aqui é que os alunos não sabem quais seriam as filosofias do século XVIII ou mesmo confundem a perspectiva filosófica com o pensamento indutivista e/ou dedutivista presentes nas respostas semelhantes de alguns.

Segunda questão: O flogístico a primeira teoria geral da química que nasceu no século XVIII, tendo como seu maior sistematizador, Stahl, e deu grandes colaborações a química. Existe uma corrente historiográfica que assume a teoria do flogístico como errônea e que atrasou o desenvolvimento da Química. Outra corrente assume que o flogístico teve um relevante papel no desenvolvimento da Química, contribuindo inclusive com Lavoisier. Discuta essas duas perspectivas historiográficas e assuma sua posição.

Quadro 5. Categorias e quantidades das respostas referente à segunda questão

Categorias	Quantidades
I – Correta	9
II – Parcialmente correta	3
III – Incorreta	1
IV – Sem resposta	1

Fonte: autoria própria (2013).

Aqui interessa analisar a resposta considerada correta, como foi proposta por nove alunos, número bem significativo para esse estudo, como também os aspectos postos em outras respostas. A nossa expectativa de resposta correta seria o aluno perceber a importância da teoria do flogístico para o desenvolvimento da teoria do oxigênio por Lavoisier, a exemplo da resposta do A-4:

A corrente que considera a teoria do flogístico como errônea leva em consideração o que se sabe depois de muitas pesquisas a respeito. A corrente que considera a teoria como papel importante considera toda a situação de contato em questão. Contexto filosófico, instrumental. Acredito que a segunda concepção aqui citada esteja mais correta por levar tais situações em consideração no momento de análise da teoria do flogístico, foi através desta análise que Lavoisier encontrou e provou erros que continha (A-4).

É possível perceber que o contexto filosófico empírico e o instrumentalismo foram significantes para os sujeitos apontarem que a teoria do oxigênio de Lavoisier unifica os mesmos fenômenos que a do flogístico de Stahl, ao propor mudança na explicação da constituição dos materiais como princípios químicos últimos, resultantes de uma nova metodologia de análise, por meio do raciocínio indutivo e pragmaticamente vinculado ao modo de saber fazer as práticas dos químicos da época, como Lavoisier. Dessa forma, no entender de Oldroyd (1973) é possível considerar uma revolução química do século XVIII.

Três alunos responderam conforme a categoria II, quando consideram a relevância da teoria, mas não assumem uma posição, como a resposta do A-7:

“Com o flogístico surgiram várias colocações, hoje, tida como errônea, como o caso do fim de uma combustão. Hoje, sabemos que se dá por falta de oxigênio, porém no conceito de Stahl se tratava de fim do flogístico” (A-7).

A questão da calcinação/combustão foi foco do século XVIII, dado o contexto histórico da Europa, o da revolução industrial (CUNHA FILHO, 1984). A controvérsia histórica da presença do oxigênio nesses fenômenos, denominado assim por Lavoisier e identificado por Scheele e Priestley de outro modo, com base na teoria do flogístico, torna-se o pano de fundo das discussões históricas, pois a visão empírica e racionalista, em busca da verdade científica que explica objetiva e sucintamente o fenômeno em estudo, não é apresentada nas abordagens de ensino da química (ALFONSO-GOLDFARB; FERRAZ,

1993). Isso fica claro que a presença da visão anacrônica, somente indutivista, internalista e fincada em um nome nas práticas docentes foi o bojo desta noção posta por A-7.

Um aluno foi colocado na categoria incorreta, quando considerou a teoria do flogístico como um atraso no desenvolvimento da química na época, como a resposta do A-13:

“A corrente que fala de atraso no desenvolvimento da química” (A-13).

E, apenas um aluno optou em não responder. A maioria dos alunos deu resposta satisfatória sobre a relevância da teoria do flogístico para o desenvolvimento da química no século XVIII, contribuindo inclusive com Lavoisier na formação de sua teoria, a teoria do oxigênio. Percebe-se então a contribuição das discussões em aulas que esses alunos tiveram acerca desses assuntos.

Terceira questão: O gás puro descoberto por Scheele, o ar deflogisticado de Priestley e o oxigênio de Lavoisier são a mesma substância. Contudo os dois primeiros assumem essa substância por dentro de uma perspectiva teórica (flogístico), sendo que Lavoisier identifica a substância estabelecendo outra perspectiva teórica. Para você, quem foi o descobridor dessa substância? A resposta necessita ser apresentada com argumentação.

Quadro 6. Categorias e quantidades das respostas referente à terceira questão

Categorias	Quantidades
I – Correta	10
II – Parcialmente correta	3
III – Incorreta	1

Fonte: autoria própria (2013).

Nessa questão é possível analisar duas categorias, a primeira considerada como correta, quando o aluno assume a posição kuhniana, isto é, Lavoisier ao perceber falhas na teoria do flogístico, tenta refutá-las e dessas contestações, descobre o oxigênio porque entende a verdadeira natureza desse gás, produzido por Scheele e Priestley anteriormente, enquadrando-o em uma nova teoria, conforme a resposta do A-1:

“Não há uma unanimidade em relação a essa questão. Scheele e Priestley descobriram o oxigênio antes de Lavoisier, mas este último deve ser considerado como o primeiro a propor sua interpretação dentro de uma nova teoria, assumindo assim um novo olhar para o fato” (A-1).

A controvérsia histórica é assumida nesse trecho quanto à questão do papel de um dos ares atmosféricos na combustão/calцинаção, o qual foi investigado por Scheele, Priestley e Lavoisier, devido a isso fica bem descrito no exemplo de resposta dada por A-1 sobre a quem se deve a descoberta do oxigênio. Aqueles dois primeiros convencidos de um ar justificado pela razão científica da teoria do flogístico e este último, embora flogistonista, não se convenceu diante dos resultados experimentais da cal de mercúrio, o que possibilitou inferir a natureza desse novo ar semelhante à sua participação na formação dos ácidos, de onde advém o nome de oxigênio, ao atribuir a Lavoisier enquanto grande reformador da química moderna (VINCENT; STENGERS, 1992).

A segunda categoria de resposta é considerada parcialmente correta porque o aluno não assume sua posição, deixando claro que os três cientistas tiveram relevância. Além do mais, essa discussão é pertinente até os dias de hoje, pois ainda não é resolvida na comunidade científica a quem se deveu a descoberta do oxigênio, como dito anteriormente. Thomas Kuhn em seus ensaios relata que é nesse momento que se estabeleceu um novo paradigma na ciência, a revolução química de Lavoisier, como a resposta do A-1:

“Não há uma unanimidade em relação a essa questão. Scheele e Priestley descobriram o oxigênio antes de Lavoisier, mas a esse último deve se considerar que foi o primeiro a considerar dentro de uma nova teoria, assumindo assim um novo olhar para o fato” (A-1).

Kuhn (2007) coaduna com essa questão de quem descobriu o oxigênio, diante da ideia de revolução científica, visto que as anormalidades apresentadas pelo flogisto nesses processos químicos promoveram crises na aceitação desse modo de pensar, emergindo a perspectiva de um novo paradigma para a ciência química.

No paradigma do flogítico, Scheele trouxe primeiro a interpretação de ar puro, ainda que a preparação da amostra relativamente pura do gás foi apresentada após os trabalhos de

Priestley, por não ter uma compreensão clara da natureza dele. Conant (1950) aponta que primeiro Priestley tendo conseguido recolher o gás liberado pelo óxido de mercúrio vermelho aquecido, identificou-o de óxido nitroso, e, somente, com novos resultados experimentais, denomina o ar de desflogisticado por ter uma quantidade de flogístico menor do que a usual na combustão/calцинаção. E, por fim, credita-se a Lavoisier, ao trabalhar com o mesmo experimento, conclui que é puro e o mais respirável dos ares da atmosfera. Aspecto esse que Priestley nunca foi capaz de aceitar.

A terceira categoria é considerada incorreta, visto que o aluno assume que a criação não foi feita por nenhum dos cientistas, pois se já existia o oxigênio então ninguém pode assumir sua descoberta. É interessante refletir sobre essa posição do aluno. Assemelha-se a afirmativa de que “química é tudo”, pois se essa disciplina trabalha com a matéria e essa sempre existiu daí se aceita a afirmativa como verdadeira. Essa discussão remete ao desenvolvimento de uma disciplina que, segundo a visão de Kuhn (2007), é preciso existir uma matriz curricular para existir a disciplina, como a resposta do A-5:

“não se pode assumir que Scheele foi o descobridor da substância, muito menos o foram Priestley e Lavoisier. Visto que o oxigênio já existia, visto que a dificuldade era classificar aquela substância” (A-5).

É nítida a confusão quanto à descoberta do oxigênio entre os alunos, apesar da maioria optar por Lavoisier, porque até mesmo no campo da história ainda não se definiu. Sobre isso pode-se depreender na perspectiva kuhniana que o estabelecimento de um novo paradigma é uma revolução química, e, como toda revolução científica envolve a mudança do paradigma aceito pela comunidade científica, ela também pede no caso da superação do flogístico um descobridor para o oxigênio. Assim, olhar para a personagem representante e datas, conforme Kuhn (2007) argumenta, não é um modo capaz de explicar a natureza ou a relevância desse conhecimento para as origens da ciência química moderna.

É notável poder justificar por intermédio da análise histórica e epistemológica que leva em consideração a participação de Priestley como o primeiro a isolar o gás, que a posteriori é interpretado por um elemento diferente (MAAR, 2008). Isso diverge dos resultados inferidos, principalmente, com o da cal de mercúrio e da síntese da água. Apesar do exposto, é possível atribuir a interpretação do oxigênio a Lavoisier nesses processos

químicos pelo seu papel nessa revolução científica. Portanto, os alunos apesar de terem respostas semelhantes não esclarecem de forma direta a visão epistemológica de Thomas Kuhn em considerar Lavoisier como o descobridor, por não apresentarem aspectos das anomalias e crises na teoria do flogístico com a ruptura paradigmática por meio da teoria do oxigênio.

Quarta questão: Lavoisier ao desprezar o flogístico na apresentação de uma memória à Academia Real de Ciência demonstrou que a matéria do calor não está presente na substância inflamável e sim numa porção prodigiosa do ar, mas não conseguiu convencer os seus pares. Como você analisa essa posição dos acadêmicos frente a uma nova teoria?

Quadro 7. Categorias e quantidades das respostas referente à quarta questão

Categorias	Quantidades
I – Correta	9
II – Incorreta	3
III – Sem resposta	2

Fonte: autoria própria (2013).

A nossa expectativa de resposta seria o aluno considerar a dificuldade que uma comunidade científica tem em aceitar um novo paradigma, visto que o antigo paradigma era aceito como um dogma, mesmo apresentando ideias *ad hoc* que não contemplavam mais a gama de fenômenos. Em virtude disso, os cientistas morriam defendendo a teoria vigente.

Essa questão foi categorizada em três categorias, a primeira como correta, a qual nove alunos obtiveram esse resultado, quando exprimem a ideia de a comunidade científica ter resistência na aceitação de uma nova teoria, como a resposta do A-1:

“Uma nova teoria, que pretendia explicar um novo ponto de vista deve ser analisada com mais rigor. Isso explica o fato de alguns químicos não aceitarem a nova teoria e até morrerem acreditando na teoria do flogístico” (A-1).

A segunda como incorreta, quando não assumem a posição dos acadêmicos frente às novas teorias, como a resposta do A-10:

“Como se tratava de algo novo, que ‘derrubava’ uma teoria já existente” (A-10).

A terceira como sem resposta, enquadrando dois dos alunos. Pode-se perceber a resistência de uma comunidade científica em serem adeptos de uma nova teoria, ou melhor, a necessidade de mudança no paradigma gera incertezas do tipo: em que teoria iremos basear as pesquisas? A crise de um paradigma evidencia como normais eventos como esse na fase pré-paradigmática, em virtude de esses cientistas defenderem, muitas vezes até a morte, como um ‘dogma’, a teoria, acrescentando assim ideias *ad hoc* na tentativa de justificar as falhas da teoria. Assim com o critério de respostas semelhantes à maioria dos alunos responderam corretamente, mesmo que não esclarecessem as questões envolvendo as mudanças paradigmáticas, o que em nível de pré-teste não fora ainda atingido.

Essa resistência corrobora com o exposto por Kuhn (2007) como o apego ao paradigma, considerado o período de ciência normal, pois é onde ela evolui o arcabouço teórico e metodológico do saber fazer daqueles que fazem uso desse paradigma. Outrora, pode-se evidenciar o viés dogmático fortemente enraizado ao saber científico, devido às crenças, à formação histórico-cultural, às visões de mundo que influenciam a maneira de pensar e praticar a construção do conhecimento, sobretudo, a corrente filosófica do positivismo lógico.

Quinta questão: Para Thomas Kuhn a teoria de Lavoisier em oposição a Teoria de Stahl significou um período de revolução na História das Ciências. Embora ainda exista muita discussão acerca desse momento na História das Ciências, argumente se houve uma revolução química? Ou evolução química?

Quadro 8. Categorias e quantidades das respostas referente à quinta questão

Categorias	Quantidades
I – Correta	3
II – Incorreta	9
III – Sem resposta	2

Fonte: autoria própria (2013).

A expectativa de resposta para essa questão baseia-se na epistemologia kuhniana pois a superação da teoria do flogístico configurou uma revolução científica, devido à descoberta do oxigênio, ou melhor, a nova interpretação de Lavoisier para esse gás, e a síntese da água terem sido fatos importantes na história que caracterizam as origens da ciência química moderna (ALFONSO-GOLDFARB; FERRAZ, 1993). E por ser um momento histórico que mudou a matriz disciplinar, ou seja, o paradigma vigente é que se argumenta como uma revolução química.

Interessa-nos analisar aqui a resposta correta, quando o aluno assume a posição kuhniana que uma revolução científica ocorre quando há mudança do paradigma vigente, isto é, a superação da teoria do flogístico pela do oxigênio. Sendo visualizada em apenas três alunos, como a resposta do A-8:

“Penso que foi uma revolução, pois houve uma ruptura nas teorias e não complemento ou desenvolvimento de uma para outra” (A-8).

Nove alunos responderam enquadrados no critério II, quando assumem a ideia de evolução da ciência, como a resposta do A-4:

“Acredito que houve evolução, uma vez que fora substituído um modelo que existia baseado, não apenas, em questões filosóficas, mas também, em provas obtidas de estudos sistematizadores” (A-4).

Dois dos alunos optaram por não responder. A ideia de evolução é evidente nas respostas o que fica claro quanto a não aceitação dos alunos por parte da perspectiva kuhniana que houve uma revolução química, visto que a superação do flogístico ao oxigênio foi uma mudança paradigmática na ciência. Ainda assim, visualizamos uma confusão quanto à visão de evolução e ao mesmo tempo marcada por uma mudança ou substituição como fora dito pelo aluno acima citado, o que seria percebida na revolução química proposta por Kuhn (2007).

5.2 Análise do questionário após o jogo

O questionário (apêndice A) foi aplicado como pós-teste com mais uma pergunta, a qual avaliaria a opinião dos alunos sobre a estratégia didática utilizada, o RPG, no ensino de química, e enviado por email aos mesmos alunos. Mas, apenas quatro alunos responderam (A-1, A-5, A-7 e A-8). Seguindo as mesmas categorias de análise já estabelecidas no pré-teste, como segue:

Primeira questão: A química se constitui como uma ciência, a partir da busca do homem pela natureza da matéria. O conhecimento científico construído tem sua natureza enraizada nas concepções filosóficas. Quais são as bases filosóficas da química no século XVIII? Comente usando exemplos do trabalho de químicos da época.

Nessa questão nenhum dos alunos obteve evolução em suas respostas, o A-1 e A-5 ainda permanecem com uma visão parcial das bases filosóficas, pois confundem pensamento com filosofia, isto é, o empirismo ou racionalismo com o indutivismo ou dedutivismo, e o A-7 e A-8, continuam sem identificar essas correntes filosóficas.

Segunda questão: O flogístico a primeira teoria geral da química que nasceu no século XVIII, tendo como seu maior sistematizador, Stahl, e deu grandes colaborações a química. Existe uma corrente historiográfica que assume a teoria do flogístico como errônea e que a atrasou o desenvolvimento da Química. Outra corrente assume que o flogístico teve um relevante papel no desenvolvimento da Química, contribuindo inclusive com Lavoisier. Discuta essas duas perspectivas historiográficas e assuma sua posição.

Nessa questão interessava-nos conhecer a posição do aluno frente às duas correntes historiográficas que colocam a teoria do flogístico como avanço e/ou atraso para o desenvolvimento da química. Constata-se que o A-1, A-5 e A-8 permanecem com pensamento de colaboração da teoria do flogístico para o crescimento da ciência química, já o A-7 continua sem assumir a sua posição, apenas reconhecendo as duas visões.

Terceira questão: O gás puro descoberto por Scheele, o ar deflogisticado de Priestley e o oxigênio de Lavoisier são a mesma substância. Contudo os dois primeiros assumem essa substância por dentro de uma perspectiva teórica (flogístico), sendo que Lavoisier identifica

a substância estabelecendo outra perspectiva teórica. Para você, quem foi o descobridor dessa substância? A resposta necessita ser apresentada com argumentação.

Aqui nenhum aluno consegue assumir a posição de Kuhn expressa pela revolução científica proposta por Lavoisier com a teoria do oxigênio, possivelmente por ainda não se ter um consenso entre os cientistas da descoberta do oxigênio na história da ciência. Devido ser uma descoberta que mudou a forma de se pensar sobre a constituição e propriedades de muitos dos compostos e fenômenos conhecidos até então na época, como combustão/calцинаção e respiração.

Quarta questão: Lavoisier ao desprezar o flogístico na apresentação de uma memória à Academia Real de Ciência demonstrou que a matéria do calor não está presente na substância inflamável e sim numa porção prodigiosa do ar, mas não conseguiu convencer os seus pares. Como você analisa essa posição dos acadêmicos frente a uma nova teoria?

A expectativa de resposta para essa questão consideraria resistente a comunidade científica frente ao novo paradigma, o que fez Lavoisier não ter tido sucesso no primeiro momento de encontro com a comunidade. Na perspectiva kuhniana isso é muito comum no período de crise do paradigma porque meche com as bases teóricas vigentes, causando medo por parte dos cientistas, pois não saberiam com que teoria norteará suas pesquisas. Percebe-se que o A-1 e A-5 permanecem com respostas corretas, mesmo não deixando clara a perspectiva kuhniana. O A-7 não consegue evoluir sua resposta, permanecendo incorreta, já o A-8 houve uma nítida evolução de sua resposta, de incorreta para correta, como segue:

Antes: *“Os acadêmicos consideravam o flogístico com substância pertencente aos materiais e o que Lavoisier dizia contrariava com suas ideias.”*

Depois:

É natural, pois tudo que é novo está propenso à resistência. A teoria do Flogístico era muito forte e muito bem aceita na época. Abandoná-la seria muito difícil. Talvez por isso, Lavoisier não conseguiu convencer a todos. Acredito também que a falta de experimentos mais eficazes pra comprovar a ideia de Lavoisier contribuiu para a posição desfavorável por parte da comunidade científica.

Figura 1. Vivência da Cena 2



Fonte: Maria Ângela de Almeida (2013)

Essa questão ficou clara com a aventura vivenciada (Apêndice F), isto é, os próprios alunos enquanto jogadores/personagens debatiam muito acerca dos dois paradigmas, o flogístico e o calórico e, a cada momento que trilhavam pela aventura esse embate aumentava, provando a resistência por parte dos flogistonistas em aceitar a teoria do calórico proposta por Lavoisier, como visualizado na figura 1.

Quinta questão: Para Thomas Kuhn a teoria de Lavoisier em oposição a Teoria de Stahl significou um período de revolução na História das Ciências. Embora ainda exista muita discussão acerca desse momento na História das Ciências, argumente se houve uma revolução química? Ou evolução química?

Esperava-se que os alunos assumissem uma posição revolucionária da ciência, baseado em Thomas Kuhn, considerando que a superação da teoria do flogístico foi fundamental para mudanças significativas no desenvolvimento e na natureza das pesquisas do século XVIII; a descoberta do oxigênio trouxe também à tona essa mudança, quando se tenta considerar o seu descobridor, e não tem como salientar a interpretação fiel a real natureza desse ar puro, para Scheele, ou ar desflogisticado, para Priestley, que Lavoisier deu a esse gás, denominando-o oxigênio, mudando a forma de pensar da Química, estabelecendo as origens da Química moderna. Assim, constatamos que o A-1 e A-8 permaneceram com as respostas corretas, mas só no A-8 é que se configura a resposta mais completa, ou seja, a contemplação da visão de ciência nessa época, como segue:

“Acredito que houve uma revolução, pois a química mudou completamente após a Teoria do Oxigênio. Lavoisier conseguiu, além de acabar com a teoria do flogístico, organizar a química como ciência. Elementos, nomenclatura, livros e estudos de forma mais coesa, unificada. A química passou a ser vista como uma ciência e não como um mero ramo de estudo da física ou medicina” (A-8).

E o A-5 com a resposta incorreta, enquanto o A-7 mudou seu pensamento acerca da natureza desse conhecimento, como abaixo:

Antes: “Houve uma evolução química, ou seja, a nova teoria foi fruto da necessidade de suprir os problemas da teoria do flogístico, consistindo numa evolução da química” (A-7).

Depois: “Houve uma revolução química, visto que rompeu-se totalmente com uma teoria para o estabelecimento de outra, bem diferente. Houve a mudança do programa de pesquisa, isso consiste em uma revolução” (A-7).

Percebemos aqui, mais uma vez a relevância da aventura de RPG na aprendizagem dos alunos, enquanto estratégia didática inovadora, na aquisição de conhecimentos anteriormente não construídos.

Sexta questão: Expressar sua opinião acerca da proposta didática usada, o RPG (*Role Playing Game*) - 'jogo de interpretação' - na pesquisa para a sua aprendizagem acerca dos conteúdos de química abordados numa perspectiva histórica e epistemológica da ciência e para a sua prática docente.

Aqui esperávamos que os alunos avaliassem a metodologia utilizada na pesquisa e a relevância dela em sua prática docente de forma positiva como considerada pelas respostas dos alunos abaixo:

A proposta utilizada foi bastante inovadora e trouxe benefícios para a aprendizagem. O conteúdo químico abordado dessa maneira pode sensibilizar os alunos, a fim de gerar uma motivação que contribui para um melhor entendimento. Por meio desse jogo, o aluno aprende brincando, tornando o ensino mais prazeroso. Como futuro docente, conhecer diversas abordagens de ensino é de suma importância para uma eficiente formação (A-1).

Foi muito interessante vivenciar pela primeira vez uma experiência de RPG, e ainda mais aplicado a um conteúdo de química. Isso contribui para a aprendizagem visto que tem como base interações que são fundamentais no

processo cognitivo de construção de conhecimento. Essa estratégia didática pode ser útil para a minha prática docente visto que alunos do ensino médio vão gostar desse modo interativo e dinâmico onde aprendemos brincando (A-5).

“O RPG foi um modo descontraído de se aprender química, uma contribuição muito importante na vida acadêmica, para que busca transmitir o conhecimento de forma fácil e clara” (A-7).

“Foi muito construtivo. Serviu pra aplicarmos nossos conhecimentos em sala de aula e vermos se realmente aprendemos ou não. Abordaria com certeza com meus alunos, visto que é um jogo tão presente na vida deles, além de ser um momento diferente em sala” (a-8).

Além desses comentários expostos no questionário, foram também vídeos gravados alguns após o término da aventura e de forma unânime os alunos reconhecem o caráter lúdico do RPG na aprendizagem dos alunos, valorizando a construção histórica da Química para o ensino de química no ensino básico e superior. Declarando-os sua importância: “Se tivesse feito o jogo antes da prova, teríamos tirado nota melhor”. Em vários momentos foi visto o prazer e a interação que proporciona o RPG em seus rostos, conforme ilustra as figuras 2 e 3 abaixo.

Figura 2. Vivência da Cena 2



Fonte: Maria Ângela de Almeida (2013)

Figura 3. Vivência da Cena 4



Fonte: Maria Ângela de Almeida (2013)

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino de história da química é essencial para a formação de professores de química, uma vez que a compreensão dos assuntos e do seu processo de construção passam pela visão da filosofia e epistemologia da ciência. Assim, buscou-se utilizar um instrumento lúdico, o jogo de RPG, para trabalhar com eles um dos marcos principais da química, a superação da teoria do flogístico a qual culminou com as origens da química moderna, em uma perspectiva filosófica do século XVIII e epistemológico da ciência do século XX.

A aplicação do jogo ofereceu estímulo e o ambiente necessários para propiciar o desenvolvimento espontâneo e criativo dos alunos, além de permitir que o professor amplie seus conhecimentos sobre técnicas ativas de ensino e desenvolva suas capacidades pessoais e profissionais, estimulando-o a recriar sua prática pedagógica (BRASIL, 1999).

Mesmo sendo alunos da licenciatura em química e considerando que eles já eram detentores de conhecimento, os jogadores tiveram algumas dificuldades em relacionar debaterem os conteúdos abordados durante a aventura, “a superação do flogístico: o calórico disfarçado”. Isso se deve principalmente a não segurança dos alunos quanto ao conteúdo da disciplina, as correntes filosóficas do século XVIII e a epistemologia de Thomas Kuhn com esse episódio da história da química.

Diante dos dados discutidos no pós-teste e as imagens expostas é possível apontar que o comportamento dos alunos diante da atividade prática foi significativo com a utilização de jogos de simulações como ferramenta para a introdução ou fixação dos conteúdos, servindo para envolvê-los no processo e para a melhor compreensão dos temas e conceitos propostos. O jogo, então, demonstrou a sua possibilidade como mediador do processo de aprendizagem.

Finalmente, a partir dos resultados obtidos, pode-se afirmar que a introdução de jogos e atividades lúdicas no cotidiano escolar é muito importante, devido à influência que eles exercem frente aos alunos, pois quando eles estão envolvidos emocionalmente na ação, torna-se mais fácil e dinâmico o processo de ensino e aprendizagem.

O jogo apresentado atinge seus objetivos quando, a partir da construção das falas dos alunos, conseguem construir o conhecimento e serem críticos frente a um problema. As discussões realizadas pelos alunos durante o jogo, suas falas, as sugestões dadas para o aperfeiçoamento e as respostas aos questionários mostraram que os alunos reagiram bem ao

jogo proposto. Fica claro e evidente que esta atividade pode ser adaptada para o nível médio de ensino, tomando-se os cuidados necessários no que se refere à escolha dos conteúdos.

7. BIBLIOGRAFIA

ALLCHIN, D. A. *Twentieth Century Phlogiston: Constructing Error and Differentiating Domains*. **Perspectives on Sciences**, n. 5, 1997, p. 81 – 127.

AMARAL, R. R. Uso do RPG pedagógico para o ensino de física. **Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências)** – Departamento de Educação, Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, Recife, 2008.

ANDRADE, F.; PEREIRA, C. K.; RICON, L. E. **O Desafio dos Bandeirantes - Aventuras na Terra de Santa Cruz**. GSA, Rio de Janeiro, 1992.

ANDRÉ, M. **Etnografia da prática escolar**. Campinas: Papirus, 1995.

ARANHA, M. L. A.; MARTINS, M. H. P., **Temas de filosofia**. São Paulo, Moderna, 1992.

BACON, F. **Novum organum, aforismos sobre a interpretação da natureza e o reino do homem**. In. Os pensadores, São Paulo, Nova Cultural, 1997.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnologia, Ministério da Educação. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. In: **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**. Brasília, 1999.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Ed. Porto, 2003.

CASSARO, M. **Manual 3D&T Alpha**. Porto Alegre: Jambô, 2008. p. 144.

CAVALCANTI, E. D.; SOARES, M. H. F. B. O uso do RPG (*Role Playing Game*) como estratégia de discussão e avaliação do conhecimento químico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, 2009.

CHASSOT, A. **Para que(m) é útil o ensino?** Canoas: Editora da Ulbra, 1995.

COLLINS, A.; CORDEL, B. R.; REID, T. ***Dangeous & Dragon, Livro do Mestre***, Abril: São Paulo, 2005.

CONANT, J. B., ***“Harvard Case Histories in Experimental Science”, Case 2 The Overthrow of the Phlogiston Theory: The Chemical Revolution of 1775-1789***. Cambridge, Mass, 1950, p 23.

COTRIM, G. **Fundamentos da filosofia**. São Paulo, Saraiva, 1997.

CROSLAND, M. (ed.) - ***The Emergence of Science in Western Europe***, New York, Science History Publications, 1972.

CUNHA FILHO, M. A Evolução da Química – de Boyle a Lavoisier. **Química Nova**, n. 7, 1984, p. 93-95.

DEBUS, A. A. Longa Revolução Química. **Ciência Hoje**, v. 13, 1991, p. 34-43.

DESCARTES, R. **Discurso sobre o método**. Rio de Janeiro, Nova Cultural, Coleção Os Pensadores, 1999.

ERROBIDART, N. C. G.; GOBARA, S. T.; JARDIM, M. I. A.; ERROBIDART, H. A.; MARQUES, S. M. Modelos mentais e representações utilizadas por estudantes do ensino médio para explicar ondas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 3, 2013, p. 440-457.

FILGUEIRAS, C. A. L. A revolução química de Lavoisier: uma verdadeira revolução? **Química Nova**, UFMG, Belo Horizonte, MG, 1995.

GUELARC, H. ***Lavoisier – the Crucial Year: The Background and Origin of His First Experiments on Combustion in 1772***, Ithaca, Nova York, 1961.

ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; FERRAZ, M. H. M. As possíveis origens da química moderna. **Química Nova**, PUC-SP, São Paulo, v. 18, n. 1, 1993, p. 63-8.

HARTMANN, H. **Psicologia do ego e o problema da adaptação (1939)**. Biblioteca Universal Popular, Rio de Janeiro, 1968.

JAFFE, B. *Cricibles: the Story of Chemistry*. Dover Publication Inc. N. York, s/d, 1ª ed, 1976.

MACHADO JÚNIOR, I. Alfabetização Científica: por uma atitude filosófica na sala de aula de química. **Revista Profissão Docente on-line**, Uberaba, v. 7, n. 16, ago/dez 2007, p. 1-18. Disponível em: <www.uniube.br/propep/mestrado/revista/> Acesso: 25 Mai 2012.

KISHIMOTO, T. M. O jogo e a Educação Infantil. IN: **Jogo, Brinquedo, Brincadeira e Educação**. KISHIMOTO, T. M. (org). São Paulo, Cortez Editora, 4ª Edição, 1996.

KUBBINGA, H. H. “*The first ‘molecular theory’ (1620): Isaac Beeckman*”. **Journal of Molecular Structure (Theochem)**, n. 181, 1988, p. 205-218.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. 9ª ed. Tradução Beatriz V. Boeira e Nelson Boeira, São Paulo, Perspectiva, 2007.

MAAR, J. H. **História da Química – Uma História da Ciência da Matéria – Primeira Parte: Dos Primórdios a Lavoisier**. 2ª ed. Rev e Amp, Florianópolis, Conceito Editorial, 2008.

MARCONDES, G. C. **O livro das lendas: aventuras didáticas**. São Paulo, Zouk, 2004.

OLDROYD, D. *Some Eighteenth Century Methods for the Chemical Analysis of Minerals*. **J. Chem.Educ.**, n. 50, 1973, p. 337 – 340.

OLIVEIRA, R. J. de. **A escola e o ensino de ciências**. São Leopoldo, Unisinos, 2000.

OSTERMANN, F. A Epistemologia de Kuhn. Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, RS, **Cad. Cat. Ens. Fis.**, v. 13, n. 3, p.184-196, 1996.

PRÄSS, A. R., Epistemologia do século XX. **Monografia (Ensino de Física)**, Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, RS, Mar, 2008.

PERRIN, C. Joseph Black and the Absolute Levity of Phlogiston. **Annals of Science**, n. 40, 1983, p. 109-137.

RIYIS, M. T. **SIMPLES: Sistema Inicial para Mestres – Professores Lecionarem através de uma estratégia motivadora**. São Paulo: Ed. do Autor, 2004, p. 88.

SANTOS, S; INFANTE-MALACHIAS, M. E. Interdisciplinaridade e Resolução de Problemas: Algumas questões para quem forma futuros professores de Ciências. **Educação e Sociedade**, v. 10, n. 3, 2008, p. 557-579.

SCHMIT, W. L. RPG e educação: alguns apontamentos teóricos. **Dissertação (Mestrado em Educação)** – Centro de Educação, Comunicação e Artes/Departamento de Educação, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, 2008, p. 270.

SCHMIT W. L.; MARTINS, J. B.; FERREIRA, T. L. **Role-playing games and education in Brazil: how we do it**. In: *Matthijs Holter; Eirik Fatland; Even Tomte. (Org.). Larp, the Universe and Everything. 1 ed. Oslo: Knutepunkt*, v. 1, 2009, p. 75-96.

SOARES, M. H. F. B. O lúdico em Química: jogos e atividades aplicados ao ensino de Química. **Tese (Doutorado em Ciências Exatas e da Terra)** - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004, p. 218.

SOARES, M.H.F.B. **Jogos Para o Ensino de Química: teoria, métodos e aplicações**. Guarapari, BRA: Exlibris Editora, 2008.

VASQUES, As potencialidades do RPG na educação escolar. **Dissertação (Mestrado em Educação Escolar)**. Faculdade de Ciências e Letras. Universidade Estadual Paulista. Araraquara: UNESP, 2008.

VINCENT, B. B.; STENGERS, I. **História da Química**. Tradução Raquel Gouveia, Instituto Piaget, Lisboa, 1992.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**/organizadores Michael Cole. (et al.); tradução José Cipolla Neto, Luís Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche. 7ª ed. – São Paulo: Martins Fontes, 2007.

APÊNDICES

A - QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE DA PESQUISA SOBRE A HISTÓRIA DA QUÍMICA DO SÉCULO XVIII E A EPISTEMOLOGIA DA CIÊNCIA

1) A química se constitui como uma ciência, a partir da busca do homem pela natureza da matéria. O conhecimento científico construído tem sua natureza enraizada nas concepções filosóficas. Quais são as bases filosóficas da química no século XVIII? Comente usando exemplos do trabalho de químicos da época.

2) O flogístico a primeira teoria geral da química que nasceu no século XVIII, tendo como seu maior sistematizador, Stahl, e deu grandes colaborações a química. Existe uma corrente historiográfica que assume a teoria do flogístico como errônea e que a atrasou o desenvolvimento da Química. Outra corrente assume que o flogístico teve um relevante papel no desenvolvimento da Química, contribuindo inclusive com Lavoisier. Discuta essas duas perspectivas historiográficas e assuma sua posição.

3) O gás puro descoberto por Scheele, o ar deflogisticado de Priestley e o oxigênio de Lavoisier são a mesma substância. Contudo os dois primeiros assumem essa substância por dentro de uma perspectiva teórica (flogístico), sendo que Lavoisier identifica a substância estabelecendo outra perspectiva teórica. Para você, quem foi o descobridor dessa substância? A resposta necessita ser apresentada com argumentação.

4) Lavoisier ao desprezar o flogístico na apresentação de uma memória à Academia Real de Ciência demonstrou que a matéria do fogo não está presente na substância inflamável e sim numa porção prodigiosa do ar, mas não conseguiu convencer os seus pares. Como você analisa essa posição dos acadêmicos frente a uma nova teoria?

5) Para Tomás Kuhn, a teoria de Lavoisier em oposição a Teoria de Stahl significou um período de revolução na História das Ciências. Embora ainda exista muita discussão acerca desse momento na História das Ciências, argumente se houve uma revolução química? Ou evolução química?

Questão acrescentada no pós-teste para avaliação da metodologia utilizada:

6) Expressar sua opinião acerca da proposta didática usada, o RPG (*Role Playing Game*) - 'jogo de interpretação' - na pesquisa para a sua aprendizagem acerca dos conteúdos de química abordados numa perspectiva histórica e epistemológica da ciência e para a sua prática docente.

B - LISTA DE HABILIDADES

Habilidade	Descrição
Atuação	Ter a capacidade de atuação e/ou de perceber atuações.
Alquimia – magia do fogo	Possuir o poder de controlar e/ou produzir a matéria do fogo.
Alquimia – magia de água	Possuir o poder de controlar e/ou produzir a matéria da água.
Conhecimento da natureza	Ter conhecimento dos fenômenos de natureza científica.
Conhecimento histórico	Ter conhecimento da história local e da ciência química.
Conhecimento arquitetônico	Ter conhecimento de construções civis e históricas.
Conhecimento arcano	Ter conhecimento de porções mágicas (magias).
Decifrar escritos antigos	Ter conhecimento em escritas antigas ou linguagem rebuscada.
Decifrar mapas	Ter capacidade de entendimento de mapas.
Identificação de blefe	Saber se a informação é verdadeira ou não.
Identificação de magia	Saber identificar magias em alguma coisa ou alguém.
Idiomas	Conhecer todos os idiomas da comunidade científica.
Observação aguçada	Têm a possibilidade de visualizar os ambientes desconhecidos e objetos que não seria possível ver por uma simples visão.
Olfato aguçado	Têm a possibilidade de sentir odores que não seria possível por uma pessoa simples.
Percepção psíquica	Sentir as intenções de alguém ao falar e ao olhar.

C- FICHA DE PERSONAGEM

Jogador: _____

Personagem: _____

Idade: _____ **Profissão:** _____

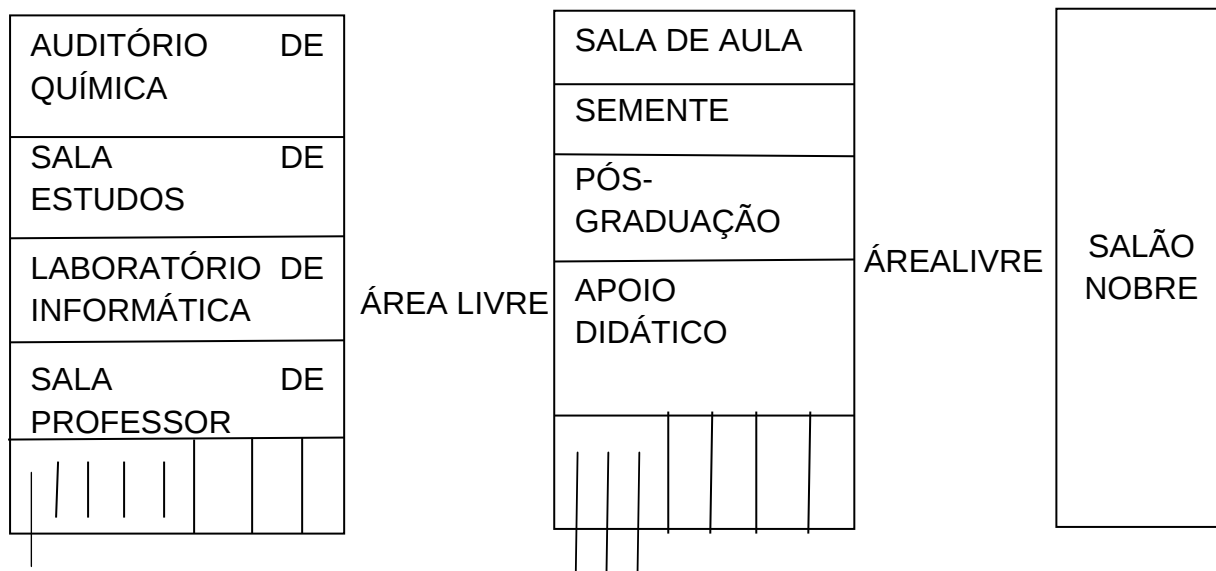
Descrição do personagem:

Habilidades:

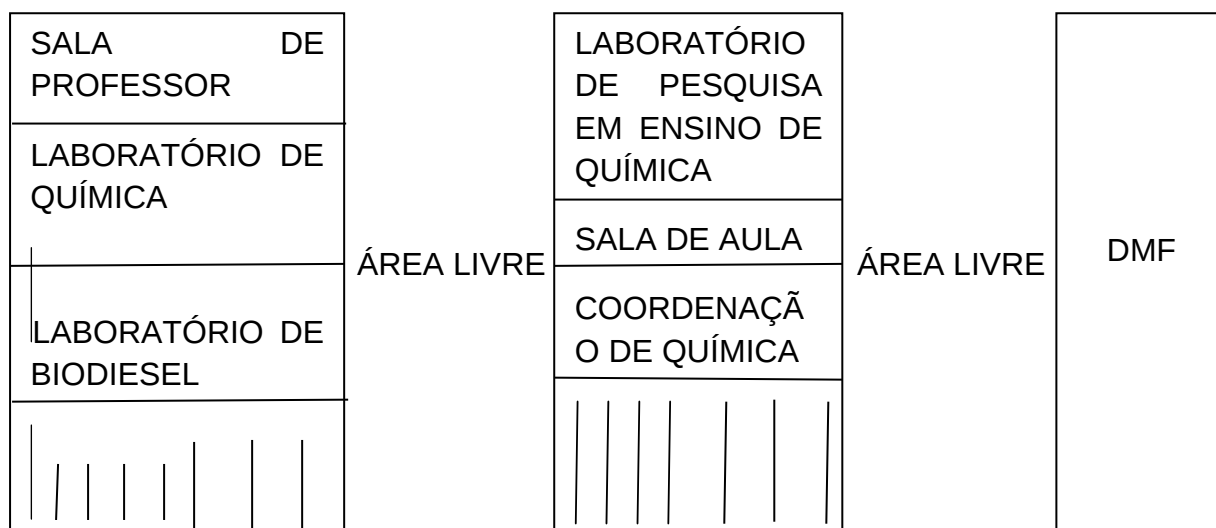
Instrumentos:

D - MAPA DOS AMBIENTES DO ENREDO NO DEPARTAMENTO DE QUÍMICA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

VISTA SUPERIOR

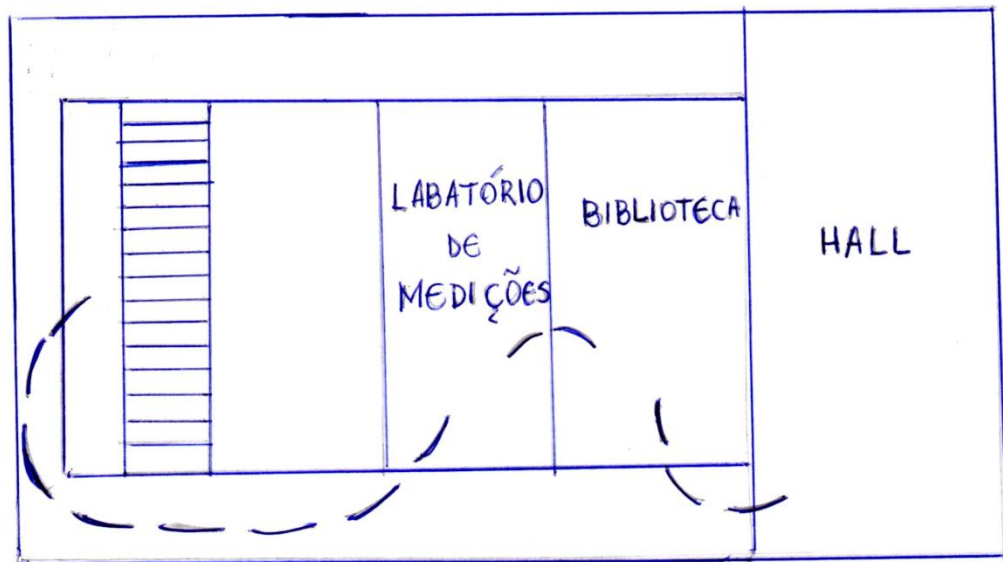


VISTA INFERIOR

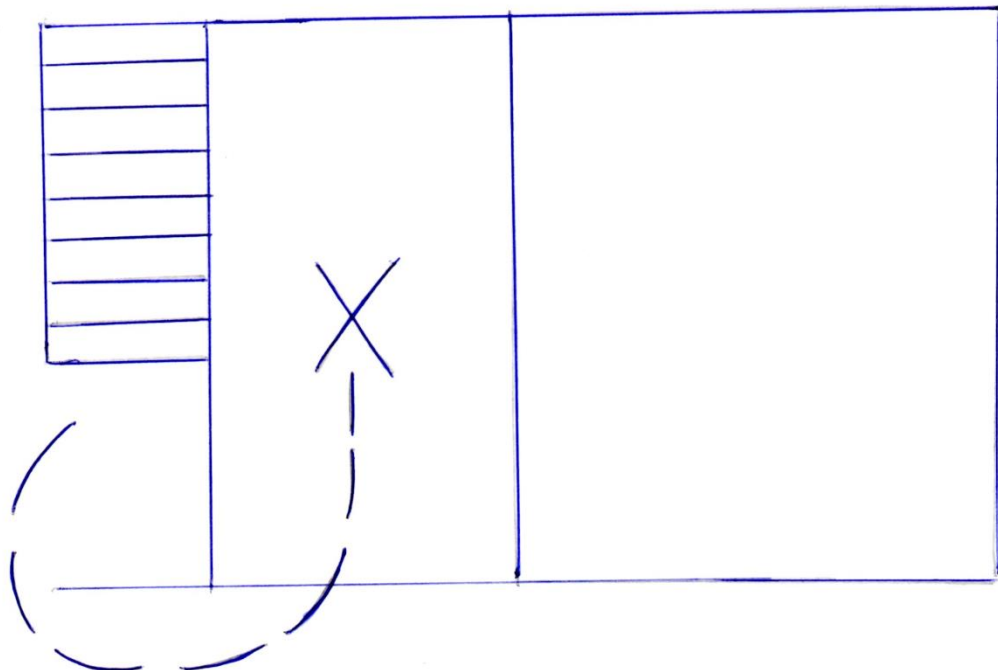


E - MAPA DO ENREDO PARA ENCONTRAR STAHL

Vista superior



Vista inferior



F - ENREDO DO JOGO A SUPERAÇÃO DO FLOGÍSTICO: O CALÓRICO DISFARÇADO

Preparação

A condução da aventura pelo pesquisador/mestre-narrador deve ser feita com a familiarização das regras, conhecimento das habilidades, perícias e instrumentos sugeridos na aventura e quanto à sorte do jogo deverá ser tomada por uma moeda, onde a coroa é sinal positivo e cara negativo. Tendo sido importante a leitura de toda a aventura antecipadamente e o entendimento do que se pede em cada situação-problema, procurando dar orientações e ajudar na resolução.

Deve, ainda, preparar os jogadores na criação dos seus personagens, indumentária e utensílios deles, providenciando todos os objetos e elementos importantes para compor o ambiente de cena, ajudando a dar curso na imaginação dos jogadores.

Antes de início da aventura de RPG o mestre deve esclarecer os objetivos do jogo e preparar os jogadores acerca dos conteúdos e conceitos de história da química discutidos no enredo.

Ambientação

A Academia de Ciências é a instituição Francesa que "estimula e protege o espírito de pesquisa, e contribui para o progresso da ciência e das suas aplicações." Criado em 1666, durante o reinado de Luís XIV. Em 20 de abril de 1699, Luís XIV dá à Academia Real de Ciências a sua primeira regulação: inicialmente composto por 70 membros, a Academia recebeu o título real e se estabeleceu no Louvre, o velho castelo que tinha sido transformado no palácio Real, localizado em Paris, capital da França, rodeado por bacias e um belo jardim, onde a família Real esbanjava sua riqueza.

Todos os quartos eram enormes e os corredores tinham quilômetros de comprimento com exposição de pinturas e esculturas, cortinas feitas pelo mais belo tecido, móveis de madeira de linha. Era o ambiente ideal para os encontros famosos que protegiam o espírito de pesquisa, contribuindo ao progresso da ciência e suas aplicações, garantindo a qualidade de ensino e do trabalho ao progresso do desenvolvimento científico, ao apoio às publicações

e sua apresentação em reuniões públicas, a atribuição de prêmios, a organização de conferências e a conservação de documentos históricos para perpetuação das descobertas. Por esse motivo, o Louvre se tornou o ambiente mais cobiçado pelos estudiosos. Com tantos cômodos, era possível encontrar lugares, ainda não desvendados.

No início do século XVIII, durante uma conferência, uma teoria foi proposta para explicar a natureza da matéria e como se daria suas transformações, pelo filósofo naturalista famoso por seus trabalhos em combustão/calцинаção, Georg Ernst Stahl, juntamente com o com o desenvolvimento da Química Pneumática, de Robert Boyle, e outros cientistas seguidores dessa teoria, que estudavam os fenômenos relacionados aos ares, mineralogia e metalurgia a luz da teoria do Flogístico.

Nesse mesmo século, com o desenvolvimento da balança analítica de forma mais precisa, contribuindo aos estudos de pesos dos materiais, um químico francês muito influente na Academia de Ciências, Antoine Lavoisier, discordou das concepções proposta por Stahl. Trazendo à tona o estopim da teoria quanto ao aumento de peso desse princípio/propriedade nas cais dos metais. Como ele explicaria a existência do ganho de peso na calcinação/combustão dos metais? Qual seria a natureza deste Flogístico? Ele existiria?

CENA 01: O Mistério começa... (Hall da Academia – auditório de química)

‘Foi convocada uma reunião na Academia de Ciências entre os cientistas que olham os fenômenos à luz do Flogístico e os que defendem a descoberta proposta por Lavoisier, a Teoria do Oxigênio, para resolverem este paradigma na Ciência. Estaremos diante de uma nova Teoria? Será uma revolução ou evolução da ciência? O flogístico versus o oxigênio’.

‘Vocês estão no dia do evento, no salão principal de reunião da academia de ciências, exuberante por seus quadros de pinturas dos mais valiosos aos mais famosos artistas, antes de seu início pairam murmúrios do que acontecerá com a ciência e suas pesquisas’.

Lavoisier deverá mostrar muita tranquilidade, pelo momento decisivo na academia, suscitando o começo do debate sem a presença de Stahl, defendendo seus conceitos acerca da natureza da matéria, sua composição e resolução. Impulsionando, assim, toda comissão

organizadora da academia para iniciar o aclamado encontro sem o principal defensor do Flogístico.

Narrador:

Alguém quer fazer um teste de percepção psíquica para saber as intenções de Lavoisier nessa situação?

Se tiver sucesso, deve-se dizer: 'Você olhou bem nos olhos de Lavoisier e percebeu medo, ou ainda que alguma coisa estivesse escondendo'.

Se falhar, deve-se dizer: 'Você teve um pressentimento que ele não tem boas intenções, mas não tem certeza'.

Os jogadores deverão começar o debate no Hall da Academia sobre as perspectivas das duas teorias, os discípulos de Stahl preocupados com seu mestre, provavelmente se questionarão o que poderia ter ocorrido para ele não chegar na hora. Lavoisier, com seu poder de persuasão, instiga o grande momento que a academia vivia naquele momento, uma crise nas concepções da natureza ciência.

NOTA (entra em cena um NPC – *non player game* – personagem não jogador): Após longo debate, chega uma pessoa dizendo que viu o Sir. Stahl no castelo preso em alguma parte inferior por não ter como sair e, ele pede a todos irem ao seu encontro. Ele afirmou que sua localização está numa das salas do castelo e devem encontrá-lo, pois ele achou um livro que mostra a verdade sobre a descoberta dos ares num laboratório desconhecido e que mudaria o pensamento científico.

Narrador:

Alguém quer fazer um teste para saber se a pessoa está blefando?

Se tiver sucesso, deve-se dizer: 'Você pode acreditar nela'

Se falhar deve-se dizer: 'Você está desconfiando demais de Lavoisier'

'Alguém quer perguntar mais alguma coisa à pessoa'.

Lavoisier movido ao mistério do lugar deverá estimular a todos para irem à procura de Stahl.

O narrador perguntará se todos querem ir? Se sim, todos deverão sair do Hall e o narrador diz:

'Vocês se depararam com um corredor imenso e um portão de ferro bastante enferrujado'.

Se alguém não quiser, deve-se dizer:

Aqui há documentos importantes e ao saírem deverá ser fechado para conservação da história da ciência.

Ao saírem da sala, pedirá que parem em frente à porta da sala de estudos (Biblioteca da Academia) e dirá:

'Este é um portão que dá acesso a uma das salas do castelo. Talvez haja algo por trás dele'.

O narrador deve perguntar quem possui alguma habilidade de audição apurada e pedir que o jogador faça um teste de audição.

Se conseguir um sucesso no teste, o narrador deve dizer:

'Você ouviu um barulho estranho do outro lado do portão! Algo parecido com sons de ratos e livros caindo'

Se ele falhar no teste, o narrador deve dizer:

'Você teve a impressão de ouvir algo, mas não tem certeza do que seja'.

Narrador:

'O portão é bem pesado e parece que faz tempo que alguém passa por ele'.

O narrador deve perguntar novamente quem possui alguma habilidade de conhecimento e queira fazer um teste para saber se consegue identificar o problema no portão.

Se tiver sucesso no teste, deve-se dizer:

'O portão está muito enferrujado, e vocês não conseguirão abrir apenas pelo esforço físico'.

Se falhar, deve-se dizer:

'Você não sabe por que o portão não abre'

O narrador continua falando:

'Talvez esse portão tenha alguma força que o impeça de abrir com facilidade. Alguém quer fazer um teste de identificação de magia?'

Se o teste conseguir sucesso, o narrador deve dizer:

'Você percebe que existe algo místico, só não identifica que tipo seja'.

Se o teste falhar, o narrador deve dizer:

'Você não consegue nada'.

Alguém por acaso não tem algo de metal pontiagudo, como um arame e quer fazer um teste de abrir fechaduras?'

Se tiver sucesso, deve-se dizer:

‘Você consegue abrir o portão’.

Se falhar, deve-se dizer:

‘Você quebrou-o, por isso não consegue abri-lo’.

Narrador:

Se ainda assim, não conseguirem entrar, o narrador pede um teste de observação:

Se tiver sucesso, o narrador pode dizer:

‘Vocês estão sobre um tapete real e Lavoisier demonstra estar incomodado com algo sob seus pés’.

Se falhar, ele diz:

‘Vocês estão numa entrada que grandes cientistas passaram por aqui, mas não conseguem observar nada de mais, apenas um incômodo de Lavoisier.’

Narrador:

‘Lavoisier parece muito agoniado com algo sob seus pés, de repente pode ser algo importante, talvez esteja escondendo algo que vocês não devem descobrir, como uma chave que abriria esse portão’.

Os flogistonistas ficam intrigados com Lavoisier, o narrador pergunta se alguém quer fazer um teste para saber se ele estava fazendo atuação.

Se obtiver sucesso, o narrador diz:

‘Você não sente confiança nele, mas ele se defende e convence a todos de sua inocência’.

Se falhar, deve-se dizer:

‘Você não percebe nada’

A passagem será aberta e todos entrarão no segundo ambiente (Biblioteca da Academia).

CENA 02: Rumo ao mestre do flogístico... (Biblioteca da Academia – sala de estudos)

Narrador:

‘Vocês estão num local escuro, pois não há tem entrada de luz, com ratos passeando pelos cantos, não conseguem enxergar exatamente onde estão. Alguns se esbarram em algo como mesas e cadeiras, sentem um cheiro muito forte.

Se alguém quiser saber o odor, o narrador deve dizer que é algo como um cheiro de mofo, de coisas antigas, e de uma substância conhecida.

Alguns poderão suspeitar que seja uma biblioteca, o narrador pergunta se alguém quer fazer um teste de conhecimento histórico ou conhecimento arquitetônico para saber se descobrem o lugar onde estão,

Se o teste tiver sucesso, pode-se dizer:

‘Vocês estão numa biblioteca pouco visitada da academia’

Se falhar pode-se dizer:

‘Vocês não conseguem ter certeza porque o local continua escuro’.

Após todos entrarem na sala, narrador diz:

‘Vocês estão distantes da entrada e ouve um barulho vindo do portão, alguém quer fazer um teste de audição’?

Se tiver sucesso, o narrador deve dizer:

‘O portão foi fechado, provavelmente algum funcionário da academia veio, viu aberto e fechou com chave e a levou’.

Se falhar o narrador deve dizer:

‘Você não consegue identificar o que seja’.

Caso algum jogador diga que irá até o portão, o narrador deve dizer que ele o encontra trancado pelo lado de fora.

Se alguém tiver magia do fogo, o narrador poderá sugerir um teste de alquimia,

Se obtiver sucesso, pode-se dizer:

‘Vocês estão dentro de uma sala com várias estantes de livros, mesas e cadeiras, e uma parede diferente das outras’

Se falhar pode-se dizer:

‘Você consegue acender o fogo, mas por um pouco tempo. Só consegue perceber que há vários móveis no local. Talvez tenha visto algo parecido com livros’.

Alguém poderá fazer um teste de observação do local para saber o que tem na sala,

Se tiver sucesso, o narrador pode dizer:

‘Possivelmente, alguns livros são mais importantes que outros, visto que estão em estantes fechadas, numa ala diferenciada. As mesas e cadeiras são da mais fina madeira da França, e numa das paredes, manchas alaranjadas de onde vem um forte odor’.

Se não obtiver sucesso, pode-se dizer:

‘Você está dentro de uma sala, talvez uma sala de leitura ou biblioteca, mas não percebe nada de incomum, a não ser um forte odor que vem da direção de uma das paredes, mas não dá para saber ainda o que é’.

Lavoisier poderá suscitar conflitos desafiando os defensores do flogístico, questionando o saber deles para resolver essa situação. Ele, enquanto um grande experimentador sente cheiro de um composto conhecido: óleo vitríolo (ácido sulfúrico).

O narrador deve fazer um teste de conhecimento da natureza para saber se ele tem certeza,

Se o teste tiver sucesso, pode-se dizer:

‘Você conseguiu identificar que a parede contém óleo vitríolo, ou seja, ácido sulfúrico’.

Se falhar, pode-se dizer:

‘Você é um bom experimentador, mas precisa de mais informações para se ter certeza da constituição dessa parede’.

O narrador deverá sugerir se alguém quer fazer um teste de audição para saber se escuta algo atrás dessa parede,

Se tiver sucesso, pode-se dizer:

‘Você escuta uns estalos muito fortes como se estivesse quebrando algo e uma pequena explosão’

Se falhar pode-se dizer:

‘Você ouve algo, mas não consegue identificar o que é’.

O narrador poderá ler:

Na teoria do flogístico a composição do metal ou mineral é feita pela combustão da cal com uma matéria que tenha flogístico, que para Lavoisier é com a matéria carbonácea que essa cal forma o metal ou mineral e o ‘ar fixo’ – que o mesmo concluiu que são constituídos dessa matéria e de uma quantidade prodigiosa de ‘ar puro’.

Lavoisier muito ansioso para saber sobre o recado de Stahl a respeito de um livro chama a atenção de todos para pensarem como vão sair daquela sala porque não tem mais saída.

O narrador pergunta se alguém quer fazer um teste de identificar magia na parede, se tiver sucesso:

Se tiver sucesso, o narrador pode dizer:

‘Você percebe uma força mística, algo provavelmente da substância presente nessa parede’.

Se falhar pode-se dizer:

‘Você sente algo, mas não sabe dizer se vem da parede ou de algo por trás dela’.

Todos percebem um odor cada vez mais forte na sala, originada pela mancha na parede.

O narrador sugere fazer um teste conhecimento da natureza para que alguém tente identificar a constituição da parede,

Se tiver sucesso, pode-se dizer:

‘Você consegue identificar o odor como sendo de enxofre queimado’.

Se falhar, pode-se dizer:

‘Você não consegue perceber nada’

Lavoisier tem a ideia de queimar a parede com fogo, quando lembra que tem a matéria do fogo guardada.

Lavoisier deve fazer um teste do uso da magia do fogo,

Se tiver sucesso, pode-se dizer:

‘Você consegue queimá-la’

Se falhar pode-se dizer:

‘Você conseguiu queimar parte da parede, mas tem espaço para uma pessoa passar por vez’.

Lavoisier deve discutir a reação da parede e fazer o teste de acidez como prova

‘Vocês não sabem o que tem atrás da parede, mas sentem calor de dentro e uns estalos fortes. Lá poderá ser perigoso, mas o mestre do flogístico pode estar lá’

O narrador deve perguntar o que irão fazer.

CENA 03: O calórico, a matéria do fogo! (Laboratório de medições – Laboratório de Informática)

Narrador:

‘Vocês passaram pela abertura e chegaram num local quente. Vocês vêem chamas no fundo da sala, proveniente de uma lareira que está cercada de balanças’.

O narrador deve perguntar se alguém quer fazer um teste de conhecimento arquitetônico para saber onde estão.

Se tiver sucesso, ele pode dizer:

‘Vocês estão no laboratório de medições do Louvre’

Se falhar, o narrador pode dizer:

‘Você não consegue lembrar que lugar seria esse’.

Independentemente do resultado do teste, o narrador deve completar:

‘Todos vocês conseguem observar bem as balanças do local e ficam intrigados querendo mexer nelas, num momento de desespero para o fogo não queimá-las’.

No momento em que se aproximam da lareira e afastam as balanças do fogo, o narrador deve dizer:

‘Vocês estão vendo uma lâã aço, próxima a uma das balanças, e dentro de uma delas, um papiro. Na lareira, observam um brilho nas chamas diferente do usual’

Nesse momento Lavoisier, como sempre audacioso, tentará arguir os flogistionistas, aproveitando a chama da sala, sobre o peso de um metal e depois o da cal desse metal para provar a inexistência do flogístico comparado à combustão, na valorização de sua teoria, o calórico.

Narrador pode falar:

Teoria Calórica é uma teoria científica obsoleta que supunha a existência de um fluido invisível, inodoro, elástico, indestrutível e imponderável, designado por calórico, que todos os corpos conteriam em quantidades determinadas em sua composição, que era denominado como o causador das alterações de temperatura até metade do século XIX. Quanto maior fosse a temperatura de um corpo, maior seria a sua quantidade de calórico, limitada, para cada corpo, a uma quantidade finita.

Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Teoria_cal%C3%B3rica

Após abrirem o papiro, o narrador deve dizer:

Vocês percebem que o papiro parece um mapa que indica algum caminho a seguir.

O narrador pergunta se alguém quer fazer um teste de decifrar mapas para saber o conteúdo do papiro,

Se tiver sucesso, o narrador deve dizer:

‘Vocês leem uma coordenada, como uma orientação, de um laboratório secreto embaixo dessa sala, e para isso precisarão encontrar a chave da porta’

Se falhar pode-se dizer:

‘Você entende que é uma orientação para se chegar a algum lugar, mas o papiro está bastante velho, e não fica claro’.

Quando o grupo decidir apagar a chama da lareira, o narrador deve sugerir um teste de identificação de magia,

Se tiver sucesso, ele deve dizer:

‘Você sabe que há um fluido causador do fogo, mas não identifica de onde veio’

Se falhar, pode-se dizer:

‘Você não teve magia suficiente, mas você percebe que pode existir algo’.

Para apagar a chama, precisam fazer um teste de alquimia para usar um dos quatro princípios para apagá-la.

Se tiver sucesso, o narrador poderá dizer:

‘Vocês apagaram a chama e veem algo metálico brilhando’

Se falhar, pode-se dizer:

‘Você consegue diminuir a chama e percebe um brilho metálico forte na região que se apagou’.

Lavoisier, com sua esperteza e ambição, poderá pedir um teste de observação identificar o brilho,

Se tiver sucesso, o narrador pode dizer:

‘Você visualiza uma chave dourada possivelmente a chave para sair daqui’

Se falhar, pode-se dizer:

‘Você não consegue visualizar bem o que seja, pois há muita madeira e carvão sobre o material’.

O objeto brilhante pode ser ainda misterioso, mas o narrador deve suscitar coragem e curiosidade entre os jogadores para ir até ele e pegá-lo. Alguém com coragem poderá pegar o objeto brilhante e perceber que seja uma chave dourada e tentará usar para abrir a porta.

O narrador deve falar:

‘A leitura do mapa deve levar vocês a um laboratório de química embaixo dessa sala, talvez seja esse mapa que dê a indicação do local onde Sir Stahl se encontra’.

CENA 04: O mistério termina. (Laboratório de pesquisa de Priestley/ Cavendish – Laboratório de Química 4A)

Narrador:

‘Vocês estão chegando, provavelmente, em um local pouco visitado pela própria academia.

‘Vocês estão diante da entrada de um laboratório de pesquisas no subsolo da academia, mas sua entrada foi feita para impedir o acesso de estranhos. Parece que alguém não queria que vocês descobrissem esse local’. Algo ou o próprio Stahl pode estar ali.

O narrador deve perguntar se alguém quer fazer um teste de observação para saber o que seja essa entrada.

Se tiver sucesso, o narrador deve dizer:

‘Vocês estão vendo uma armadilha para impedir a saída de qualquer pessoa que entre nesse laboratório.

Se falhar pode-se dizer:

‘Você não consegue identificar bem, mas parece um mecanismo feito por alguém’.

O narrador pergunta se alguém quer fazer um teste de conhecimento da natureza para saber a constituição do mecanismo.

Se tiver sucesso, o narrador pode dizer:

‘Você identifica que seja uma substância inflamável, provavelmente, algo parecido com madeira’.

Se falhar pode-se dizer:

‘Você suspeita ser feito de madeira, mas não tem certeza disso’.

Nesse momento Lavoisier poderá revelar seu segredo, dizendo que seu objetivo era esconder uma descoberta feita por ele até o momento oportuno. Diz que não pensou em

prejudicar ninguém, mas queria esse segredo bem guardado. Após isso, ele desarma a armadilha para todos entrarem.

Alguém talvez queira realizar um teste de blefe ou percepção psíquica sobre o que Lavoisier está dizendo, se tiver sucesso:

‘Você pode confiar em Lavoisier’.

Se falhar pode-se dizer:

‘Você não tem muita certeza, mas suspeita que ele esteja querendo favorecer sua postura diante da academia’.

Agora, provavelmente, todos devem entrar no laboratório. Encontram Sir Stahl e ele começa a defender sua teoria, falando o que descobriu.

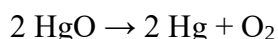
Faz leitura de um livro sobre as descobertas de Priestley e Cavendish:

Joseph Priestley

No ano de 1771, Priestley também percebeu o despredimento de um ‘ar’ quando se aquece o salitre, mas considerou este ‘ar’ como sendo o ar atmosférico. A sequência de experimentos utilizados por ele para descobrir o oxigênio é essencialmente diversa do procedimento empírico de Scheele.

Eis os experimentos de Priestley:

1) Em primeiro de agosto de 1774, um domingo, aqueceu o *mercurius precipitatus per se* (HgO), liberando-se um gás que aviva a chama de uma vela e faz surgir uma chama num pedaço de carvão incandescente. O *mercurius precipitatus per se* foi aquecido a altas temperaturas com auxílio de uma lente, e o gás foi recolhido sobre mercúrio colocado num recipiente invertido sobre o mercúrio de uma cuba pneumática:



Inversamente, o *mercurius precipitatus per se* era obtido aquecendo mercúrio e presença de ar atmosférico.

2) O mesmo gás que inflama o carvão incandescente e aviva a vela foi obtido por Priestley também de outra maneira: dissolvendo Hg em ácido nítrico e evaporando a solução, obtém-se o ‘precipitado vermelho’ (também HgO), de cujo aquecimento se recolhe o gás em pauta.

3) Este segundo método confirmou sua suspeita de ser o novo gás proveniente do salitre, e semelhante ao ‘ar nitroso desflogisticado’. Acreditou que o ‘precipitado vermelho’ e o *mercurius precipitatus per se* seriam idênticos (de fato o são = HgO), por

engano de seu fornecedor de produtos químicos. Providenciou novas amostras com John Warltire (1739-1810) e outras lhe foram enviadas da França, através de seu amigo João Jacinto de Magalhães, por Louis Claude Cadet de Gassicourt (1731-1799), conhecido pela qualidade de seus produtos, mas os resultados obtidos foram os mesmos.

4) Ainda o mesmo gás foi liberado pelo ‘chumbo vermelho’ (Pb_3O_4), o que levou Priestley a concluir que os metais, quando calcinados, retiram tal gás. Aventurou-se assim a formular uma hipótese sobre a composição do ar atmosférico, pois a ideia da natureza elementar do ar era apenas ‘uma máxima filosófica’:

Ar atmosférico = ar nitroso + terra + flogístico

Tanto flogístico quanto necessário para comunicar ‘elasticidade’ ao ar.

De volta da França, Priestley retomou seus experimentos com o novo ‘ar’ apenas em novembro de 1774 e conforme ele próprio afirma no capítulo ‘Of Dephlogisticated Air the Constitution of the Atmosphere’, volume 2 seção 3 de ‘Experiments and Observations on Different Kinds of Air’, que ‘ignorando a verdadeira natureza desta espécie de ar, eu continuei desde essa data até o primeiro de março; ... até este 1º de março de 1775 eu tinha pouca ideia de que o ar de mercúrio calcinado era salubre que eu nem sequer cogitei de aplicar a ele o teste do ar nitroso’ ... ‘não posso após todo esse tempo relembrar o que eu tinha em mente ao realizar tal experimento; mas eu sei que eu não tinha nenhuma expectativa sobre o resultado esperado’. Assim em abril de 1775, Priestley, após uma série de novos experimentos que o levaram a diferenciar quimicamente o novo ‘ar’ do ‘ar nitroso’ com o qual confundira, afirmou que descobrira um ar seis vezes melhor do que o ar atmosférico comum, inicialmente a partir do *mercurius calcinatus*, deposi do chumbo vermelho, e mais tarde de outros materiais.

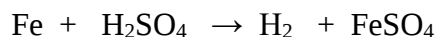
Para Priestley, a vela que queima libera flogístico, e a chama se apaga no interior de um recipiente fechado depois de saturado com flogístico; o novo ‘ar’ provoca uma chama mais viva porque contém menos flogístico do que o ar comum, e foi chamado de ‘ar desflogisticado’, podendo receber uma quantidade maior de flogístico; o ar que sobra após a combustão está saturado de flogístico e foi chamado de ‘ar flogisticado’:

Ar comum – flogístico = ‘ar desflogisticado’ (= oxigênio)

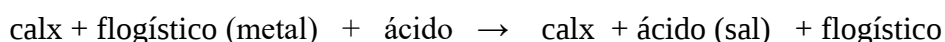
Ar comum + flogístico = ‘ar flogisticado’ (= nitrogênio)

Henry Cavendish

Tratando os metais ferro, zinco e estanho com soluções diluídas de ácidos sulfúrico ou clorídrico obteve Cavendish um ‘ar’, que era o mesmo, qualquer que fosse o metal ou ácido, e liberado em quantidade constante com quantidade constante de metais (a nossa notação):



Este ar é altamente inflamável e foi por isso chamado de ‘ar inflamável’. Como adepto da teoria do flogístico, e de acordo com os preceitos desta, propôs Cavendish que o ‘ar inflamável’ não provém do ácido mas sim do metal, pois:



ou seja, o flogístico liberado pelos metais quando tratados com ácidos forma o ‘ar inflamável’. Daí a aceita hipótese de que



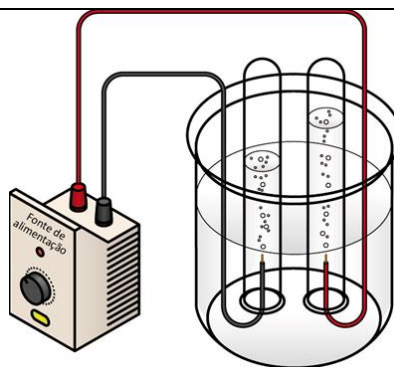
Fonte: MAAR, J. H. História da Química – Uma História da Ciência da Matéria, primeira Parte: Dos Primórdios a Lavoisier, 2 ed – Amp e ver, Conceito Editorial, Florianópolis, SC, 2008, p 634 e 667- 669.

Lavoisier se depara com seu segredo que seria para o momento final do debate e começa a revelar o que ele sabia a respeito do local em que estão, e propõe um experimento crucial para resolver esse embate, a decomposição da água (eletrólise da água) e um teste de acidez com a combustão de enxofre comparando ao teste feito com a água.

Eletrólise da Água

A eletrólise da água (Figura 1) ocorre quando passamos uma corrente elétrica contínua por ela, desde que a tornemos condutora, pois a água pura não conduz corrente elétrica. A decomposição da água ocorre quando efetuamos a quebra das ligações entre átomos de hidrogênio e oxigênio. Quando a molécula é decomposta na eletrólise, os átomos livres procuram reagir novamente para formar novas moléculas. Assim, se quebrarmos as ligações químicas de duas moléculas de água, poderemos formar duas novas moléculas de hidrogênio e uma de oxigênio, gases que reagem entre si, para formar a água.

Figura 4



Fonte: <http://www.mundoeducacao.com.br/quimica/eletrolise-agua.htm>

Combustão de enxofre

Material:

- Rolha finamente perfurada
- Colher de combustão
- Erlenmeyer de 250 ml
- Lamparina a álcool
- Água destilada
- Indicador universal
- Enxofre

Precauções/segurança:

- Realizar na hotte.
- Não respirar os gases formados na combustão do enxofre.

Procedimento:

1. Adaptar a rolha perfurada ao erlenmeyer, onde se vai adaptar uma colher de combustão (ver montagem). Verificar se o erlenmeyer fica bem vedado com a rolha;
2. Colocar cerca de 100 mL água desionizada no interior do erlenmeyer;
3. Adicionar ao conteúdo do erlenmeyer algumas gotas de indicador universal;
4. Colocar um pouco de enxofre na colher de combustão e proceder ao seu aquecimento, com o auxílio da lamparina a álcool;
5. Após o enxofre estar parcialmente em combustão colocar a colher de combustão, adaptada à rolha perfurada, no erlenmeyer. Certificar-se que o erlenmeyer fica bem vedado;
6. Agitar o erlenmeyer e observar. Montagem.

Resultados:

- A água que se encontra dentro do erlenmeyer é ligeiramente ácida;
- Após o aquecimento do enxofre verifica-se que o enxofre entra em combustão, libertando gases (dióxido e trióxido de enxofre);
- Ao colocar a colher de combustão, com o enxofre em combustão, no interior do erlenmeyer que contém a água com indicador universal verifica-se, logo após a uma ligeira agitação do erlenmeyer, que a água adquire a cor rosa. O que significa que a água ficou ácida. O valor de pH que a água adquire é cerca de 2. Os gases libertados na combustão do enxofre (dióxido e trióxido de enxofre) reagem com a água dando origem aos ácidos sulfuroso e sulfúrico.

Fonte: <http://educa.fc.up.pt/ficheiros/fichas/1026/Simular%20a%20ocorr%EAncia%20de%20chuvas%20%E1cidas%20devida%20a%20%F3xidos%20de%20enxofre.pdf>

Nesse momento as duas teorias são discutidas com muitos entraves.

O jogo se encerra com a fala do narrador com uma metáfora histórica: ‘Uma gota d’água derrubou a teoria do flogístico’.

Encerrada a aventura, todos se dirigem ao local inicial para discussões e debates sobre o desenvolvimento das cenas e seu contexto histórico-epistemológico com base na ideia de revolução científica como propõe Thomas Kuhn, ao colocar as habilidades, desafios e decisões no jogo enquanto personagens defensores de teorias opostas, trouxeram as limitações, as potencialidades e as influências filosóficas que creditaram fortemente a visão alquímica com o flogístico e empirista para o oxigênio a fim de validar pela comunidade de cientistas a ideia norteadora para explicar o fenômeno da combustão/calцинаção.

G – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____ licenciando em Química, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, situada em Recife-Sede, cursando a disciplina de História da Química, decido participar da pesquisa intitulada de “A superação do Flogístico: uma aventura de RPG”, fornecendo dados empíricos para publicações em eventos em geral e periódicos da área de ensino de ciências/química, garantido pelo pesquisador o sigilo de sujeito de pesquisa.

Objetivo: Utilizar o *Role Playing Game* pedagógico em sala de aula a partir das perspectivas epistemológicas e históricas das teorias do flogístico e do oxigênio, favorecendo a inclusão desse recurso didático na prática docente.

ASSINATURA DO SUJEITO DE PESQUISA