

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

RAYANE KELLY PEREIRA RIBEIRO

PRODUÇÃO DE SIGNIFICADOS UTILIZANDO O JOGO PLANETA QUÍMICA
COM BASE NA TEORIA DA AÇÃO MEDIADA.

SÃO LUÍS - MA

2018

RAYANE KELLY PEREIRA RIBEIRO

**PRODUÇÃO DE SIGNIFICADOS UTILIZANDO O JOGO PLANETA QUÍMICA
COM BASE NA TEORIA DA AÇÃO MEDIADA.**

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

Orientador: Dr. Hawbertt Rocha Costa

SÃO LUÍS - MA

2018

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

RIBEIRO, RAYANE KELLY PEREIRA.

Produção De Significados utilizando o Jogo Planeta Química com base na Teoria Da Ação Mediada / Rayane Kelly Pereira Ribeiro. - 2018.

138 f.

Orientador(a): Hawbertt Rocha Costa.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática/ccet, Universidade Federal do Maranhão, SÃO LUÍS, 2018.

1. Ciência, Tecnologia, Sociedade E Ambiente (CTSA).
2. Jogo "Planeta Química". 3. Produção De Significado dos Conceitos Químicos. 4. Teoria Da Ação Mediada. I. Rocha Costa, Hawbertt. II. Título.

RAYANE KELLY PEREIRA RIBEIRO

PRODUÇÃO DE SIGNIFICADOS UTILIZANDO O JOGO PLANETA QUÍMICA COM
BASE NA TEORIA DA AÇÃO MEDIADA.

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

Orientador: Dr. Hawbertt Rocha Costa

Aprovada em: 25/10/2018.

Banca Examinadora

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

Prof. Dr. Cícero Wellington Brito Bezerra
Universidade Federal do Maranhão - UFMA.

Prof. Dr. Marcelo Maia Cirino
Universidade Estadual de Londrina - UEL.

*“Pois Dele, por Ele e para Ele são todas as coisas. A Ele
seja a glória para sempre! Amém.”*

Romanos 11:36

Dedico este trabalho a:

*Deus, família, amigos e ao meu namorado.
Juntos lutamos e chegamos até aqui. Essa vitória é nossa!*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida e por ter me sustentado todos os dias da minha vida. Dou a Ele honra, glória, louvor e gratidão, por todos seus benefícios.

Aos meus pais e meu irmão João Rafael, que acreditaram e investiram em mim para que esse sonho se tornasse realidade. Em especial, agradeço a minha mãe, que sempre dedicou todo amor, carinho e atenção em cada fase da minha vida.

Aos meus avós maternos, que sempre foram, são e serão meu porto seguro. Que sempre cuidaram da minha educação e investiram em cada projeto de vida.

À Gabrielle e Eduardo que sempre estiveram de portas abertas e com o coração cheio de amor para me receber, compartilhando sua privacidade e local de estudo para que eu pudesse estudar para as disciplinas, TOEFL e qualificação. Obrigada Eduardo, por ter me ajudado na edição de todos vídeos, se privando das suas atividades para que eu pudesse analisar os dados. Com esse mesmo sentimento de gratidão, agradeço ao Tio Wellington, Tia Marlene e o Tácito que me recebiam em sua casa com todo amor, carinho e cuidado.

As minhas amigas Juliana, SuzanKarlla e Sarah que sempre tiveram a disposição para me ajudar em minhas atividades, sacrificando suas atividades, por muitas vezes. Obrigada meninas, suas palavras de apoio e a disposição de vocês em me ajudar.

Ao meu namorado, Esequias, por ter me apoiado ao longo do mestrado e sempre ter me dado força para vencer as dificuldades. Suas palavras de apoio e consolo foram essenciais para que eu chegasse até aqui, sem falar na disposição que você sempre teve em me ajudar em todos os momentos que vivi no mestrado.

À todos os meus amigos e familiares que me ajudaram direta e indiretamente.

À tia Natividade, que sem medir esforços, sempre esteve pronta para me ajudar.

Ao meu orientador por ter sido um amigo e um grande incentivador. Agradeço por ter me auxiliado, pelas suas contribuições durante as correções, nos ensinamentos sobre o mundo acadêmico e sobre a vida.

À UFMA pela oportunidade de estar fazendo parte do corpo discente e ao PPECEM, bem como a coordenadora, ao corpo docente e aos administrativos do.

À FAPEMA pelo recurso financeiro investido no projeto, visando o desenvolvimento do ensino e pesquisa no estado do Maranhão.

À escola C.E. Maria Mônica Vale, em especial à docente da disciplina, por ter aceito participar e contribuir com a pesquisa, com todo carinho e satisfação.

RESUMO

A vida moderna se apóia amplamente nos conhecimentos da Ciências e da Química em particular, sendo de suma importância para o exercício pleno da cidadania. Para isso, é necessário um ensino que vise à formação cidadã e preze pela promoção dos conteúdos científicos relacionados aos problemas que envolvam o cotidiano dos alunos, a fim de torná-los críticos, reflexivos e participantes na sociedade. Com esse intuito nós propusemos o jogo “*Planeta Química: uma aventura no cotidiano*” como ferramenta sociocultural para o estudo da produção de significados sobre conceitos das funções inorgânicas, nos processos de domínio e apropriação em alunos do 2º ano do Ensino Médio. O jogo se baseia na perspectiva CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), inserindo os alunos em situações cotidianas com o propósito de utilizarem o conhecimento químico adquirido para solucionarem os desafios, relacionando o conhecimento científico com seu cotidiano. Utilizamos como referencial teórico de apoio a Teoria da Ação Mediada, de James Wertsch, que por sua vez se baseia nos estudos de Vigotski para a produção de significados, em Bakhtin nos gêneros discursivos e em Burke na análise das dimensões da ação humana. A sequência didática foi construída com base no modelo topológico de ensino, proposto por Marcelo Giordan e aplicada com 6 alunos no laboratório de informática e de química, em 7 momentos e fazendo uso das seguintes ferramentas socioculturais: Jogo “Planeta Química”, experimentos e lista de exercício problematizadora. Durante a aplicação do jogo, os alunos estavam em duplas e eram acompanhados pela webcam interligada ao computador, gravador de voz e pela câmera tripé fixada ao canto da sala. As imagens e vozes dos alunos foram captadas no software Vokoscreen®, originando os vídeos que foram editados no Wondershare Video Editor® e categorizados pelo programa MaxQDA®. A partir dos dados obtidos e analisados, podemos inferir que a sequência didática contribuiu para a construção de significados dos alunos. Durante as discussões propostas, foi observado a interação entre os pares, através dos diálogos, além de auxílio na compreensão do conteúdo e incentivo a vencer os desafios apresentados no jogo. Os alunos apresentaram domínio em níveis de apropriação dos conceitos químicos, evidenciando a internalização do conteúdo. Por fim, apontamos o jogo como ferramenta potencializadora para aprendizagem dos alunos, pela sua contribuição significativa para o ensino da Química na abordagem sociocultural.

Palavras-chave: Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA); Jogo “Planeta Química”; Produção de significado dos conceitos químicos; Teoria da Ação Mediada.

ABSTRACT

Modern life relies heavily on the knowledge of science and chemistry in particular, and is of paramount importance for the full exercise of citizenship. For this, it is necessary education that aims at citizen education and praises for the promotion of scientific contents related to the problems that involve the daily life of students, in order to make them critical, reflective and participating in society. With this in mind, we proposed the game "Chemical Planet: an adventure in everyday life" as a sociocultural tool for the study of the production of meanings about concepts of inorganic functions, in the processes of domination and appropriation in students of the second year of high school. The game is based on the CTSA (Science, Technology, Society and Environment) perspective, inserting students in everyday situations with the purpose of using the acquired chemical knowledge to solve the challenges, relating scientific knowledge to their daily life. We use as theoretical support the James Wertsch Theory of Mediated Action, which is based on the studies of Vygotsky for the production of meanings, in Bakhtin in the discursive genres and in Burke in the analysis of the dimensions of human action. The didactic sequence was constructed based on the topological model of teaching, proposed by Marcelo Giordan and applied with 6 students in the computer and chemistry laboratory, in 7 moments and making use of the following sociocultural tools: Game "Chemical Planet", experiments and list of problematizing exercise. During the application of the game, the students were in pairs and were accompanied by the webcam connected to the computer, voice recorder and by the camera tripod fixed to the corner of the room. Student images and voices were captured in Vokoscreen® software, resulting in videos that were edited in Wondershare Video Editor® and categorized by the MaxQDA® program. From the data obtained and analyzed, we can infer that the didactic sequence contributed to the construction of meanings of the students. During the proposed discussions, peer interaction was observed through dialogues, as well as help in understanding the content and incentive to overcome the challenges presented in the game. The students presented mastery at the levels of appropriation of the chemical concepts, evidencing the internalization of the content. Finally, we point to the game as a potential tool for student learning, for its significant contribution to the teaching of chemistry in the sociocultural approach.

Keywords: Science, Technology, Society and Environment (CTSA); Game "Chemical Planet"; Reference Production of Chemical Concepts; Theory of Mediated Action.

LISTA DE FIGURA

Figura 1 - Triângulo do significado de Ogden e Richards	21
Figura 2 - Divisão da Sequência Didática	40
Figura 3 - Organização dos alunos no Laboratório de Informática.....	44
Figura 4 - Organização dos alunos no Laboratório de Química.....	44
Figura 5 - Categorias e Subcategorias	47
Figura 6 - Linha do tempo codificada no MaxQda	48
Figura 7 - Trabalho em equipe das duplas.....	82
Figura 8 - Dificuldade dos alunos na 2ª fase	82

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Contexto sociocultural dos Jogos	33
Quadro 2 - Mapeamento das aulas	45
Quadro 3 - Tipos de Discursos	45
Quadro 4 - Abordagens Comunicativas.....	46
Quadro 5 - Guia de conversões das transcrições das aulas.....	49
Quadro 6 - Mapeamento da sequência didática.....	51
Quadro 7 - Respostas dos alunos da Lista de Exercício	61
Quadro 8 - Respostas dos alunos do Questionário Final (Parte I).....	67
Quadro 9 - Respostas dos alunos do Questionário Final (Parte II)	68
Quadro 10 - Discussão pós <i>PlayTest</i>	88
Quadro 11 - Discussão sobre a aula experimental.....	90
Quadro 12 - Discussão sobre após o Jogo Final	97

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Locutores nos discursos de Aula e Jogo	70
Gráfico 2 - Discursos trocados durante o Jogo e Aula	71
Gráfico 3 - Conceitos de Contexto no Discurso de Aula	72
Gráfico 4 - Interações nos discursos de Jogo e Aula.....	73
Gráfico 5 - Abordagem Comunicativa no Discurso de Aula	75
Gráfico 6 - Locutores na Aula Experimental.....	76
Gráfico 7 - Discursos trocados na Aula Experimental	78
Gráfico 8 - Conceitos de Contexto no Discurso de Conteúdo.....	79
Gráfico 9 - Abordagem Comunicativa e as Interações trocadas na Aula Experimental	80
Gráfico 10 - Locutores no Discurso de Jogo e Aula.....	81
Gráfico 11 - Discursos trocados durante o Jogo e Aula	83
Gráfico 12 - Conceitos de Contexto apresentados no Discurso de Aula.....	84
Gráfico 13 - Interações nos discursos de Jogo e Aula.....	85
Gráfico 14 - Abordagens Comunicativas no Discurso de Aula	87

LISTA DE SIGLAS

Laboratório de Pesquisa em Ensino Digital para a Ciência – PEDIC.

Universidade Federal do Maranhão – UFMA.

Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente – CTSA.

Secretaria de Educação do Governo do Estado do Maranhão - SEDUC.

Linux Educacional - LE.

Ministério da Educação - MEC.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 JUSTIFICATIVA	16
3 OBJETIVOS DA PESQUISA	18
3.1 Objetivo Geral	18
3.2 Objetivos Específicos	18
4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
4.1 O estudo da produção de significado em Vigostki	19
4.2 A dialogia e os gêneros discursivos discutido na visão de Bakhtin	24
4.3 A Teoria da Ação Mediada de James Wertsch	27
4.4 Os Jogos como ferramentas socioculturais na aprendizagem escolar	32
5 METODOLOGIA	35
5.1 Desenvolvimento do Jogo “Planeta Química: uma aventura no cotidiano”	35
5.2 Metodologia de Ensino	36
5.2.1 Sujeitos da Pesquisa	36
5.2.2 Campo da Pesquisa	37
5.2.3 Sequência Didática.....	38
5.3 Metodologia de Pesquisa	41
5.3.1 Coleta de Dados	43
5.3.2 Análise e Tratamento dos dados	45
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
6.1 Mapeamento das aulas	51
6.1.1 Momento 1: Ambientação dos alunos a sequência didática.....	56
6.1.2 Momento 2: Funções Inorgânicas, o que será? - Questionário inicial.....	56
6.1.3 Momento 3: PlayTest do jogo “Planeta Química: uma aventura no cotidiano”	58
6.1.4 Momento 4: A química presente em nosso cotidiano - Aula experimental.....	60
6.1.5 Momento 5: As funções inorgânicas presentes nos problemas cotidianos - Resolução da Lista de Exercício	61
6.1.6 Momento 6: Jogo “Planeta Química: uma aventura no cotidiano”	66
6.1.7 Momento 7: O que eu aprendi?-Questionário Final.....	66
6.2 Mapeamento das categorias	69
6.2.1 Momento 3: PlayTest do jogo “Planeta Química: uma aventura no cotidiano”	69
6.2.2 Momento 4: A química presente em nosso cotidiano - Experimentação.....	76

6.2.3 Momento 6: Jogo “Planeta Química: uma aventura no cotidiano”	81
6.3 Microanálise das aulas.....	88
6.3.1 Momento 3: PlayTest do jogo “Planeta Química: uma aventura no cotidiano”	88
6.3.2 Momento 4: A química presente em nosso cotidiano - Experimentação.....	90
6.3.3 Momento 6: Jogo “Planeta Química: uma aventura no cotidiano”	96
6.4 Análise do desempenho dos alunos ao longo da Sequência Didática	102
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	104
REFERÊNCIAS.....	106
APÊNDICE 1 – ENTREVISTA COM A DOCENTE	111
APÊNDICE 2 – QUESTIONÁRIO INICIAL PARA OS ALUNOS.....	115
APÊNDICE 3 – SEQUÊNCIA DIDÁTICA DA EXPERIMENTAÇÃO.....	117
APÊNDICE 4 – TERMO DE ASSENTIMENTO.....	124
APÊNDICE 5 - TERMO DE CONSENTIMENTO.....	125
APÊNDICE 6 - LISTA DE EXERCÍCIO.....	126
APÊNDICE 7 – QUESTIONÁRIO FINAL PARA OS ALUNOS	127
APÊNDICE 8 – HISTÓRIA EM QUADRINHOS.....	129
APÊNDICE 9 - TEXTO BASE.....	137

1 INTRODUÇÃO

A Química é uma ciência que está em constante desenvolvimento e tem tido imensa contribuição para diversas áreas da sociedade. Silva et al. (2016) apontam que é imprescindível sua compreensão, pois ela está presente desde os impactos ambientais até o surgimento das novas tecnologias. Concordando com isso, Newbold (1987, p. 156) afirma que “a qualidade de vida que desfrutamos depende em larga escala dos benefícios advindos de descobertas químicas, e nós, como cidadãos, somos continuamente requisitados para tomar decisões em assuntos relacionados com a química”. Por isso, é fundamental que todos os cidadãos tenham conhecimento, para que possam exercer sua cidadania (SANTOS; SCHNETZLER, 1997).

No entanto, o ensino da Química nas escolas tem sido reduzido à fragmentação do conhecimento, a transmissão de conteúdo, exigindo a memorização, o uso de fórmulas e regras, sem contextualização e base histórica. Não há investigação, criticidade, levantamento de hipóteses e resoluções de situações-problemas. Esses são alguns dos fatores que têm dificultado a aprendizagem dos alunos, tornando o conhecimento enfadonho, decorativo e sem importância, por não existir um compartilhamento do contexto situacional desses conhecimentos (SANTOS; SCHNETZLER, 1997).

Esses fatores também são decorrentes dos objetivos, conteúdos e metodologias que são utilizados, sem contemplar a formação cidadã dos alunos (SANTOS, 1992). Santos (2007) destaca ainda a abordagem da contextualização para um ensino crítico, ressaltando que esta não se dá somente pela relação do conteúdo químico com o cotidiano dos alunos, mas principalmente pelas discussões das dimensões sociais das situações-problemas propostas. Essa abordagem auxilia no desenvolvimento das atitudes e valores perante questões sociais ligadas a ciência e tecnologia; na aprendizagem dos conceitos científicos; na promoção da relação dos conteúdos científicos com problemas que envolvem o seu cotidiano.

Para isso, também é importante que os docentes se apropriem de ferramentas metodológicas que dinamizem a construção e negociação dos significados químicos (SANTOS, 2007). Brito (2001, p. 13) aponta que “os recursos computacionais, adequadamente empregados, podem ampliar o conceito de aula, além de criar novas pontes cognitivas”.

Dentro desses recursos computacionais, os jogos educativos digitais são fortemente apontados como excelentes ferramentas metodológicas, por estimular a criatividade e a socialização do conhecimento, facilitando o processo de aprendizagem dos

alunos de forma prazerosa e pelo seu caráter desafiador (MATTAR, 2010). Podendo ser planejado e utilizado pelo docente em diversos momentos, como: apresentação, ilustração e avaliação dos conteúdos, revisão e destaque de conceitos importantes, integração dos temas de forma interdisciplinar e contextualização dos conhecimentos (CUNHA, 2004).

Segundo a Teoria da Ação Mediada, os jogos educativos digitais quando inseridos em sala de aula, contribuem na produção dos significados químicos nos processos domínio e apropriação. Sendo o domínio o processo de compreensão dos conceitos químicos no contexto da ministração das aulas a partir do uso da ferramenta sociocultural, enquanto que na apropriação o aluno internaliza, tornando próprio os conceitos estudados e utilizando nos contextos extra classe.

Para compreendermos os processos de domínio e apropriação dos conceitos químicos dos alunos do 2º ano do Ensino Médio, nos pautamos na Teoria da Ação Mediada de James Wertsch e propusemos o jogo “Planeta Química: uma aventura no cotidiano”, como ferramenta sociocultural para o estudo da produção de significados sobre conceitos de Ácido e Bases.

O jogo foi idealizado numa perspectiva CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), inserindo os alunos em situações cotidianas, a fim de que se utilizem do conhecimento químico adquirido para solucionarem desafios, fazendo a aplicabilidade deste conhecimento no dia a dia e desenvolvendo conjuntamente como: raciocínio lógico, estratégias e coordenação motora.

2 JUSTIFICATIVA

Discutimos anteriormente a importância da Química, algumas das dificuldades enfrentadas em seu ensino e as consequências para sua aprendizagem. Levantamos esses fatores, pois eles têm despertado nos integrantes do Laboratório de Pesquisa em Ensino Digital para a Ciência (PEDIC) o interesse pelo desenvolvimento de metodologias que contribuam para a aprendizagem dos alunos. Logo, acreditamos que o nosso trabalho poderá auxiliar os alunos na compreensão sobre as funções inorgânicas, relacionadas ao cotidiano.

O conteúdo de “funções inorgânicas” é complexo quando trabalhado somente através das teorias, porém é um assunto muito rico, possuindo grande aplicabilidade no nosso dia a dia. Sendo importante sua discussão de forma conjunta, para que os alunos não precisem decorar as definições, mas que possam contemplá-las em seu cotidiano. Pois são funções que podem ser encontradas em nossos corpos, nos produtos alimentícios, nos produtos químicos utilizados nas casas, etc. Santos e Schnetzler (1997) chamam a atenção para um aspecto importante, que é a responsabilidade social que os alunos devem assumir ao terem conhecimento dos conceitos químicos. Ou seja, após os estudos sobre as funções inorgânicas, espera-se um compromisso e maior consciência quanto ao uso dos produtos químicos que fazem parte da rotina dos alunos, pois caso o ensino não proporcione essa responsabilidade, o conhecimento dos conceitos químicos terá pouca contribuição na formação destes cidadãos.

Desta forma, iremos trabalhar na perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) que visa à formação de cidadãos reflexivos acerca dos problemas sociais a partir do conhecimento científico (SANTOS; SCHNETZLER, 1997). Para um melhor entendimento sobre o ensino de Ciências na perspectiva CTSA, traremos o que Hofstein, Aikenhead e Riquarts (1988, p. 358) mencionaram:

CTS, significa o ensino do conteúdo de ciência no contexto autêntico do seu meio tecnológico e social. Os estudantes tendem a integrar a sua compreensão pessoal do mundo natural (conteúdo da ciência) com o mundo construído pelo homem (tecnologia) e o seu mundo social do dia-a-dia (sociedade).

A partir desta ideia, propusemos o ensino que visa auxiliar os alunos na construção do conhecimento químico, no desenvolvimento de habilidades, valores e da capacidade de tomada de decisão, para que possam participar ativamente na sociedade democrática em que estão inseridos (SANTOS; MORTIMER, 2002; SANTOS; SCHNETZLER, 1997).

Para isso, o uso de temas sociocientíficos é essencial para inserir os alunos em situações cotidianas que reflitam questões ambientais, políticas, econômicas, éticas, sociais e

culturais. Os temas também nos permitem a contextualização do conteúdo, pois através das problemáticas podemos apontar o papel social da Química, suas aplicações e implicações, além de demonstrar para o aluno a importância de empregar o conhecimento em sua vida diária. Isso estimulará os alunos a opinarem, proporem soluções, avaliar custos/benefícios, tomar decisões e usar o juízo de valores (SANTOS; SCHNETZLER, 1997).

Desta forma, este trabalho busca saber como os alunos produzem os significados sobre conceitos químicos, quando mediados por ferramentas socioculturais. Para respondermos o seguinte questionamento, selecionaremos estratégias de ensino, tais como: sessões de questionamentos, solução de problemas através da lista de exercício, experimentos químicos e o jogo "Planeta Química", visando à autonomia dos alunos (HOFSTEIN; AIKENHEAD; RIQUEARTS, 1988).

3 OBJETIVOS DA PESQUISA

3.1 Objetivo Geral

Analisar se os alunos dominaram e/ou se apropriaram dos conceitos químicos a partir das relações de produção de significados durante uma sequência didática, utilizando o jogo Planeta Química como principal ferramenta sociocultural.

3.2 Objetivos Específicos

Para alcançarmos o objetivo geral, traçamos os seguintes objetivos específicos:

- Caracterizar as interações entre aluno-aluno, aluno-professora, aluno-pesquisadora e dupla-dupla, a partir do processo de produção de significados;
- Verificar o interesse dos estudantes na busca de soluções dos problemas propostos, frente aos desafios cotidianos inseridos no ambiente virtual;
- Observar como os estudantes selecionam as ferramentas para a produção dos significados dos conceitos e se é dado maior apreço ao jogo Planeta Química.
- Sondar a potencialidade do jogo educativo digital como instrumento mediacional para a produção de significado e para interação social;

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este referencial teórico está fundamentado na Teoria da Ação Mediada, de James Wertsch (1979, 1985, 1991, 1998) porém, inicialmente faremos uma revisão dos teóricos que contribuíram para a teoria de Wertsch, como Vigotski no estudo da produção de significados, Bakhtin na dialogia e nos gêneros discursivos e Burke para ação humana. Burke será comentado na perspectiva do teórico James Wertsch.

4.1 O estudo da produção de significado em Vigotski

Lev Semenovitch Vigotski foi um psicólogo russo e teve grande contribuição para a educação. Baseou suas pesquisas na filosofia de Marx e Engels e fundamentava-se no materialismo histórico (ciência marxista) e dialético (filosofia marxista), defendendo que a origem da sociedade, o desenvolvimento de habilidades e as funções específicas do homem eram resultados do trabalho, alterando a natureza e conseqüentemente transformando-se (REGO, 1998). Veronezi, Damasceno e Fernandes acrescentam:

Pode-se dizer que Vygotsky constrói uma psicologia marxista. Para ele, o que marca o homem como uma espécie diferenciada é a formação da sociedade humana com base no trabalho. É o trabalho que, pela ação transformadora do homem sobre a natureza, une homem e natureza e cria a cultura e a história humana. É no trabalho que se desenvolvem as relações sociais e, por outro lado, a criação e utilização de instrumentos. O instrumento é um elemento interposto entre o trabalhador e o objeto de seu trabalho, ampliando as possibilidades de transformação da natureza (VERONEZI; DAMASCENO; FERNANDES, 2005, p. 540).

Martins e Moser (2012) declaram que Vigotski utilizou a metáfora do trabalho para originar o conceito de mediação, considerando o trabalho como mediador no processo dialético de transformação da natureza na cultura social (MARTINS; RABATINI, 2011). Vigotski relacionou as funções mediadoras dos instrumentos utilizados no trabalho com a natureza mediada das atividades humanas, destacando as Funções Mentais Superiores¹. Ele propõe um vínculo genético entre as formas de trabalho, através dos instrumentos, com as formas de comunicação, por meio dos signos, para a existência das relações sociais. Sem as formas de trabalho e as formas de comunicação não se estabelecem as relações sociais, porque a interação social se dá pela comunicação fazendo uso das formas de trabalho (GIORDAN, 2008; COSTA, 2016).

¹ As Funções Mentais Superiores estão relacionadas com o comportamento consciente do indivíduo e são destacadas no texto como: atenção voluntária, memória lógica, formação de conceitos e o desenvolvimento da volição.

Assim, os estudos de Vigotski se concentraram na área do Desenvolvimento das Funções Mentais Superiores e para definição da origem do desenvolvimento humano, ele formulou a “Teoria Genética Geral do Desenvolvimento Cultural”, descrita abaixo:

Qualquer função, presente no desenvolvimento da criança, aparece duas vezes ou em dois planos distintos. Em primeiro lugar aparece no plano social, para depois fazê-lo no plano psicológico. A princípio, aparece entre as pessoas e como uma categoria intersicológica, para depois aparecer na criança como uma categoria intrapsicológica. Isto é igualmente certo com respeito à atenção voluntária, a memória lógica, a formação de conceitos e o desenvolvimento da volição. Podemos considerar esta argumentação como uma lei no sentido restrito do termo, embora se deva dizer que a internalização transforma o processo em si mesmo, mudando sua estrutura e funções. As relações sociais ou relações entre as pessoas subjazem geneticamente a todas as funções superiores e a suas relações (VIGOTSKI, 1981, p. 163).

As funções mentais superiores primeiramente acontecem no plano externo das relações sociais, para depois acontecerem no plano psicológico (interno) (WERTSCH, 1985). Giordan (2008) enfatiza que o termo “social” abrange a noção de cultura como produto da vida social e da atividade humana, ou seja, o desenvolvimento cultural deve englobar necessariamente o plano social, existindo um elo entre o desenvolvimento cultural e as relações sociais.

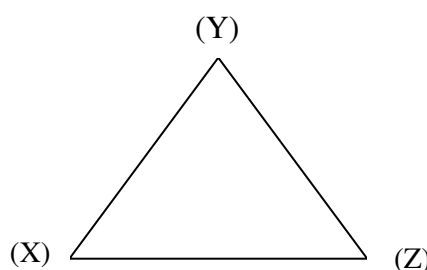
Para que essas funções aconteçam no plano psicológico, elas precisam ser internalizadas e essa internalização é a alteração ou transformação do processo psicológico modificando as funções e estruturas, além de reconstruir internamente (mental) a operação externa (relações sociais) (VIGOTSKI, 1981). Para ilustrar isso, Giordan (2008) propõe o seguinte exemplo: inicialmente uma criança deseja pegar um objeto, porém ela não consegue, então passa a dar indicativos para sua mãe. O autor demonstra que ao tentar pegar o objeto (operação externa), a criança buscou satisfazer as demandas do seu próprio organismo biológico, porém quando não consegue, há uma alteração na estrutura da função de acordo à mudança no propósito devido à interação com a mãe, que antes era agarrar o objeto passando a ser de sensibilizar ou indicar o objeto para a sua mãe. No entanto, essa ação indicativa só terá sentido para a criança quando ela for compreendida pela sua mãe. Ressaltando, que a função mental não eliminou a função biológica, mas transformou-a a partir da interação social, para posteriormente ser internalizada.

Logo, as relações sociais estão na base de todas as funções superiores, sendo mediadas por instrumentos ou signos (instrumentos semióticos) que são construídos culturalmente para executar diversos tipos de ações humanas. Os instrumentos são elementos externos e auxiliam na realização da atividade humana, enquanto que os signos são

“ferramentas psicológicas” que auxiliam na solução de problemas psicológicos (VIGOTSKI, 1981; VIGOTSKI, 2001).

Vigotski, a fim de compreender o funcionamento interno do indivíduo, partiu das propriedades dos instrumentos semióticos, aprofundando seus estudos no modelo de reflexo condicionado para estabelecer relação entre os atos naturais e artificiais (POSSO 2010). É importante destacar que Vigotski considerava as formas sociais como regulação no trabalho, podendo interpretá-la como atividade cerebral, conduta e a formação da personalidade do indivíduo (GIORDAN, 2008). Assim, com base no triângulo do significado de Ogden e Richards (1976), proposto por Martins e Moser (2012), podemos observar que:

Figura 1 - Triângulo do significado de Ogden e Richards



Fonte: Martins e Moser (2012) - *adaptado*

O esquema traz a ideia de mediação demonstrando que a conexão natural (X e Z) não acontece de forma direta, mas precisa ser mediada por um instrumento artificial ou também chamada de ferramenta psicológica (Y), criando caminho que conduza ao mesmo resultado. Ou seja, as conexões (X-Y e Y-Z) realizadas a partir dos estímulos (X e Z) produzem caminhos diferentes para as funções psicológicas, sendo que cada conexão é um tipo de reflexo condicionado (GIORDAN, 2008). Tomemos agora um exemplo proposto por Pereira e Júnior (2014):

Um estudante de Física combinou de emprestar um livro para um colega, no entanto, ao sair de casa, ele esqueceu de levar o livro consigo. Somente após encontrar o colega na sala de aula é que o estudante lembrou que deveria ter colocado o livro na mochila. [...] No dia seguinte, no entanto, ele resolveu colocar um lembrete no seu telefone celular, programando-o para despertar minutos antes de ele sair de casa. Ao ouvir o toque do celular, ele se lembrou de colocar o livro na mochila, podendo assim emprestar o livro para o colega (PEREIRA; JÚNIOR, 2014, p. 524-525).

Neste exemplo, podemos observar que o estudante não conseguiu realizar naturalmente a conexão, mas somente a partir da inserção de um instrumento artificial (celular) é que o estudante passou a ter controle sobre a sua memória. É importante destacar

que essa ação foi intencional a partir de estímulo externo que foi capaz de lhe oferecer controle sobre o livro em um determinado momento, minutos antes de sair de casa (PEREIRA; JÚNIOR, 2014).

Os instrumentos artificiais podem ser “as diferentes formas de numeração e cálculos, os dispositivos mnemônicos, os símbolos algébricos, as obras de arte, a escrita, os diagramas, os mapas, os desenhos, todo tipo de signos convencionais etc.” (VIGOTSKI, 2004, p. 93-94). Esses instrumentos artificiais mediam o funcionamento interno e externo proporcionando a função de significação que ocorre entre o mundo e o homem. Assim, tomamos a *palavra* como exemplo de instrumento artificial, pois seu significado dá origem ao conceito e promove a mediação entre o pensamento e a linguagem, sendo a linguagem o meio pelo qual o pensamento é formado (POSSO, 2010).

Para compreendermos essa afirmação, primeiramente é preciso saber que o desenvolvimento do pensamento se dá através da linguagem exterior, egocêntrica e interior. A linguagem necessariamente é social e tem função comunicativa expressando o pensamento. Então, a linguagem exterior se estabelece a partir da interação social e a partir desta interação o pensamento é internalizado, dando origem à linguagem interior. Vigotski deixa mais claro essa relação, afirmando que a linguagem exterior é o processo de transformação do pensamento em palavras, através da relação social, e a linguagem interior é o pensamento internalizado vinculado à palavra, ou seja, “o pensamento se torna verbal e a fala se torna intelectual” (VIGOTSKI, 2001, p. 133). Vigotski ainda destaca que há um elo entre a linguagem exterior e interior, denominando-a de linguagem egocêntrica, como a linguagem internalizada para a realização da atividade, cuja função é:

A função intelectual da linguagem egocêntrica, que parece imediatamente vinculada ao desenvolvimento da linguagem interior e das suas peculiaridades funcionais não é, de modo algum, reflexo direto do egocentrismo do pensamento infantil; ao contrário, mostra que, em condições adequadas, a linguagem egocêntrica se converte muito cedo em instrumento do pensamento realista da criança (VIGOTSKI, 2001, p.59).

Logo, para o pensamento se desenvolver, ele inicia na linguagem externa, passa pela egocêntrica e finaliza na linguagem interna, dependendo também dos instrumentos de pensamento e das experiências socioculturais de cada indivíduo (COSTA, 2016). Vigotski (2005) considera a *palavra* como um instrumento de pensamento, que assume o papel de signo, cuja função é mediar a formação do conceito para tornar-se posteriormente um símbolo. É importante destacar que:

A formação de conceitos é o resultado de uma atividade complexa em que todas as funções intelectuais básicas tomam parte. No entanto, o processo não pode ser reduzido à associação, à atenção, à formação de imagens, à inferência ou às tendências determinantes. Todas são indispensáveis, porém insuficientes sem o uso do signo, ou palavra, como o meio pelo qual conduzimos as nossas operações mentais, controlamos o seu curso e as canalizamos em direção à solução do problema que enfrentamos (VIGOTSKI, 2005, p. 50).

Então, a forma como o indivíduo aplica os signos como orientação durante as operações intelectuais, a partir do emprego da palavra, é que inicia a formação do conceito (VIGOTSKI, 2001). Neste processo, a palavra participa internamente da reconstrução dos significados que foram compartilhados no plano das interações sociais e retorna ao plano externo materializando o conceito (POSSO, 2010). O conceito não é compreendido da mesma forma por todos os indivíduos, pois cada um internaliza segundo as suas experiências socioculturais, uma vez que o meio cultural fornece os significados necessários à categorização dos conceitos. Logo, o conceito é uma construção cultural internalizada no decorrer do desenvolvimento do pensamento (COSTA, 2016).

No estudo da formação dos conceitos, Vigotski trabalha dois esquemas conceituais, sendo eles: os conceitos espontâneos e os científicos. Os conceitos espontâneos são identificados no processo de aprendizagem pré-escolar e possuem descrições bem simples e empiristas, enquanto que os conceitos científicos são mais amplos, de conteúdo baseados em fenômenos, presentes no período escolar. Em suas palavras, “o desenvolvimento do conceito espontâneo da criança deve atingir um determinado nível para que a criança possa apreender o conceito científico e tomar consciência dele” (VIGOTSKI, 2001, p. 349). Neste processo de conceituação, o uso da palavra é imprescindível, pois o conceito é impossível sem o uso de palavras, por isso Vigotski (2001) menciona que a causa do amadurecimento dos conceitos é decorrente do emprego específico da palavra e do emprego funcional do signo.

O emprego funcional do signo é o meio pelo qual o indivíduo organiza suas operações psicológicas para resolver os problemas propostos. Vigotski (2005, p. 237) aponta que “a formação dos conceitos surge sempre no processo de solução de algum problema que se coloca para o pensamento do adolescente. Só como resultado da solução desse problema surge o conceito”. Ele ainda acrescenta que esse processo se dá por etapas, sendo que cada etapa incorpora os conceitos em formas de ação durante o desenvolvimento do pensamento. As etapas correspondentes são: elaboração do conceito; a transferência do conceito para novos objetos; utilização do conceito nas situações de livre associação e uso do conceito e definição do conceito anteriormente elaborado (VIGOTSKI, 2001).

É preciso considerar o significado da palavra na formação dos conceitos, como unidade dos processos de linguagem e pensamento. Outro ponto a ser ponderado é a importância da generalização na formação dos conceitos, pois as generalizações correspondem a níveis diferentes de conceitos (CAVALCANTI, 2005). Trazzi e Oliveira (2016, p. 122) resumem que:

a) todo conceito é uma generalização; b) generalização significa ao mesmo tempo tomada de consciência dos processos psíquicos envolvidos na formação do conceito e sistematização desse conceito; c) a formação dos conceitos espontâneos e dos conceitos científicos fazem parte de um mesmo processo de formação de conceitos que, apesar de se desenvolverem em direções opostas, são processos interligados, à medida que um abre o caminho para o desenvolvimento do outro; d) somente dentro de um sistema é que o indivíduo pode adquirir a tomada de consciência desses conceitos e de seu processo de formação; e) o ensino dos conceitos científicos permite antecipar o percurso do desenvolvimento.

Para compreendermos melhor o conceito originado através do significado da palavra pelo enunciado, aprofundaremos essa discussão na perspectiva do teórico Bakhtin.

4.2 A dialogia e os gêneros discursivos discutido na visão de Bakhtin

Os estudos de Mikhail Bakhtin estavam voltados para a psicologia do corpo social como elo de ligação entre a estrutura sócio-política e a ideologia, materializado nas interações verbais ou nos atos de fala e exteriorizado através da palavra, gesto ou ato. Bakhtin, assim como Vigotski, apoiava suas teorias no marxismo e buscava compreender os conflitos existentes na ideologia, para essa discussão ele propõe que "todo signo é ideológico; a ideologia é um reflexo das estruturas sociais; assim, toda modificação da ideologia encadeia uma modificação da língua" (BAKHTIN, 2006, p.16). Para Bakhtin, tudo que é ideológico apresenta um significado e remete algo fora de si, por isso que todo signo é ideológico. Logo, o signo possui duas naturezas, pois ao mesmo tempo em que participa de uma realidade, ele reflete outra realidade. Tomemos como exemplo o pão e o vinho que são materiais e um tipo de comida e bebida, no entanto, no cristianismo ele reflete a ideia do sacramento cristão da comunhão (BAKHTIN, 2006).

Dentre os signos ideológicos, destacamos a palavra, por suas propriedades estarem relacionadas à ideologia, sendo elas: pureza semiótica, neutralidade ideológica, implicação na comunicação humana ordinária, possibilidade de interiorização e presença obrigatória como acompanhante nos atos conscientes (BAKHTIN, 2006). Desta forma, concordamos com Bakhtin quando ele menciona que:

Na realidade, não são palavras o que pronunciamos ou escutamos, mas verdades ou mentiras, coisas boas ou más, importantes ou triviais, agradáveis ou desagradáveis, etc. A palavra está sempre carregada de um conteúdo ou de um sentido ideológico ou vivencial. É assim que compreendemos as palavras e somente reagimos àquelas que despertam em nós ressonâncias ideológicas ou concernentes à vida (BAKHTIN, 1999, p. 95).

Então, vemos que a palavra é exteriorizada nas interações verbais manifestadas nos “diversos aspectos da ‘enunciação’ sob a forma de diferentes modos de discurso, sejam eles interiores ou exteriores” (BAKHTIN, 1997, p. 42). Brocado e Pinto (2007) concordam que é através dos discursos que os enunciados se manifestam, ou seja, o discurso é formado por enunciados que surgem em resposta ao enunciado anterior, dando origem a um novo enunciado. Logo, os enunciados são unidades reais de comunicação e o elo da comunicação verbal entre os sujeitos (BAKHTIN, 2000).

Bakhtin formula questões referentes à natureza do discurso, dentre elas menciona que a interação existente entre os sujeitos no momento da fala não se deve restringir somente ao plano externo, mas deve ser observada a partir da fronteira entre o externo-interno, considerando que a fronteira é constituída pelo signo (*palavra*). Em outras palavras, o discurso deve existir no plano psicológico (interior) e nas relações sociais (exterior) (GIORDAN, 2008).

Assim, faz-se importante destacar que os gêneros discursivos também são formas de enunciados que compõe a interação social e que variam conforme os tipos de comunicação entre os pares. Dentre os mais diversos gêneros do discurso, sendo eles “literários, científicos, cotidianos, retóricos, políticos, artísticos, jurídicos, etc.”, Bakhtin divide os gêneros em primários e secundários, com base no grau de complexidade e com o desenvolvimento das formas de comunicação do grupo social (GIORDAN, 2008). Os gêneros primários são enunciados trocados no cotidiano com assuntos rotineiros, enquanto que os gêneros secundários são mais complexos e constituem novos contextos. Para compreender melhor a distinção dos dois gêneros, tomemos o que Bakhtin (2006, p. 263) anuncia na citação abaixo:

Os gêneros discursivos secundários (complexos – romances, dramas, pesquisas científicas de toda espécie, os grandes gêneros publicísticos, etc.) surgem nas condições de um convívio cultural mais complexo e relativamente muito desenvolvido e organizado (predominantemente o escrito) – artístico, científico, sociopolítico, etc. No processo de sua formação eles incorporam e reelaboram diversos gêneros primários (simples), que se formaram nas condições da comunicação discursiva imediata. Esses gêneros primários, que integram os complexos, aí se transformam e adquirem um caráter especial: perdem o vínculo imediato com a realidade concreta e os enunciados alheios.

A partir do que Bakhtin mencionou, podemos observar que é através das relações sociais que os indivíduos se formam e crescem, por meio dos atos verbais com o outro que são apropriados os enunciados anteriores e estabelecidos os novos, levando em consideração os aspectos históricos e sociais. Esses aspectos também são importantes na forma como cada indivíduo desenvolve suas introspecções, motivações e apreciações (BAKHTIN, 1997; 2000; 2006).

O aspecto histórico é determinante para a significação e para o tema no enunciado. Eles são interdependentes, pois não há tema sem significação e nem significação sem tema, mas ambos funcionam em duas direções. Sendo que o tema representa o nível superior da capacidade de significar e a significação o nível inferior da capacidade de significar, ou seja, o tema significa algo em determinado contexto, enquanto que a significação é uma possibilidade do significar de uma palavra dentro do tema concreto (BAKHTIN, 2006, p. 134). Bakhtin ressalta que:

A investigação da significação de um ou outro elemento lingüístico pode, segundo a definição que demos, orientar-se para duas direções: para o estágio superior, o tema; nesse caso, tratar-se-ia da investigação da significação contextual de uma dada palavra nas condições de uma enunciação concreta. Ou então ela pode tender para o estágio inferior, o da significação: nesse caso, será a investigação da significação da palavra no sistema da língua, ou em outros termos a investigação da palavra dicionarizada.

Não existe uma fronteira entre o tema e a significação, porém uma não funciona sem a outra, e a significação não se realiza sem o tema, pois é do tema que se obtém o significado contido nas palavras que designam o conceito. Para facilitar o entendimento, Bakhtin (2006, p. 131) propõe o seguinte exemplo: “Que horas são?”, este enunciado pode possuir diversos sentidos dependendo do contexto que será utilizado e por consequência, temas diferentes. Isto porque, o tema é concreto e não é determinado somente pelas formas lingüísticas (palavras, formas morfológicas ou sintáticas, sons e entonação), mas também pelos elementos não verbais (gestos, expressões) que compõem a situação, estando intimamente ligado com o contexto histórico e nem podendo ser fragmentado. Já a significação será a mesma em todos os contextos que serão pronunciados, pois a significação da enunciação é composta das significações das palavras em suas formas morfológicas, sintáticas e entonações (BAKHTIN, 2006).

No entanto, para que as significações das palavras se realizem é preciso que haja interação entre os locutores, na forma de compreensão ativa e responsiva. A compreensão é uma cadeia ideológica, considerando que cada indivíduo tem suas próprias experiências, logo na interação entre os pares cada indivíduo terá seu próprio discurso interior, onde a

compreensão consiste em “aproximar o signo apreendido de outros signos já conhecidos; em outros termos, a compreensão é uma resposta a um signo por meio de signos” (BAKHTIN, 2006, p. 32).

Somente na interação é possível verificar se houve compreensão entre os indivíduos, pois cada locutor após pronunciar seu enunciado, passa a palavra ao outro dando vez à sua compreensão responsiva. Por isso, dizemos que a compreensão é uma cadeia ideológica, pois não tem início e nem fim, mas sempre é marcada pela troca de compreensão entre os locutores através dos enunciados. Com isso, podemos dizer que a compreensão é ativa e responsiva, porque ocorre interna e externamente e tem relação com o aprendizado do tema (BAKHTIN, 1997).

Os enunciados, além de possuírem tema e significação, também apresentam um valor apreciativo. Para Bakhtin (1997) essa apreciação indica quando a significação das palavras entra no horizonte dos interlocutores, além de ter papel criativo nas mudanças das palavras em seus contextos apreciativos. Em outras palavras, a apreciação é o valor dado a palavra no enunciado e a responsável por indicar as mudanças que ocorrem quando as palavras mudam de contexto. Logo, a apreciação é fundamental para compreender o contexto do tema e a significação ligada a ele.

Para verificar a significação dos conceitos químicos, quanto ao domínio e apropriação no contexto educacional, utilizando ferramentas socioculturais, nos aprofundaremos nos estudos de James Wertsch.

4.3 A Teoria da Ação Mediada de James Wertsch

James Wertsch, pesquisador norte-americano formado em Psicologia na Universidade de Illinois em Urbana, mestre em Educação na Northwestern University e doutor em Psicologia da Educação na Universidade de Chicago (PEREIRA; OSTERMANN, 2012). Realizou seus estudos de pós-doutorado em Moscou com Luria e Leontiev, antigos parceiros de Vigotski, que trabalharam na linha do sócio-interacionismo (PAULA; ARAÚJO, 2013).

Wertsch organizou as ideias de Vigotski a partir de 3 (três) temas gerais, tais como: (1) confiança na análise genética ou evolutiva; (2) as funções mentais superiores do indivíduo derivam da vida social; (3) a atividade humana, no plano social e no plano individual, são mediadas por instrumentos e signos (WERTSCH, 1991a).

Assim, Wertsch desenvolveu a Teoria da Ação Mediada e estudos na área da “aproximação sociocultural a mente”, a fim de compreender a relação entre os processos mentais e o meio social, material, histórico e institucional em que os indivíduos estão inseridos. Por isso, é preciso considerar que os “processos mentais” e o “contexto sociocultural” são “momentos” ou “elementos” participantes da unidade de análise que estão em contato dinâmico (PEREIRA; OSTERMANN, 2012). É importante destacar que Wertsch não tenta explicar o que acontece na “cabeça do indivíduo”, mas busca analisar a ação humana e os aspectos que nela estão envolvidos, tais como o meio social e material (WERTSCH, 1991b).

A ação humana utiliza de ferramentas culturais que estão disponíveis no contexto sociocultural. Uma das formas da ação humana, segundo a teoria da “aproximação sociocultural a mente”, é a ação mediada. A ação mediada é uma unidade de análise que estuda o funcionamento mental humano, como a elaboração de significados a partir dos instrumentos mediacionais, como as ferramentas e os sistemas semióticos (PEREIRA; OSTERMANN, 2012).

A ação mediada possui 10 (dez) propriedades que foram propostas por Wertsch (1998) para os estudos dos processos de domínio e apropriação através da utilização das ferramentas culturais.

(1) Há uma “tensão irreduzível” entre os agentes e as ferramentas culturais, marcada pela atuação dos indivíduos com as ferramentas. No entanto, não afirmamos que ação é realizada somente pelo uso da ferramenta, pois ela não é capaz de realizar nenhuma ação e nem que os indivíduos agem de forma isolada, mas é mais adequado falar “indivíduos-atuando-com-ferramentas-socioculturais” (PAULA; ARAÚJO, 2013; PEREIRA; OSTERMANN, 2012). Para compreendermos melhor, tomemos o seguinte exemplo:

Um professor de física decide indicar um livro sobre a teoria da relatividade a um de seus alunos. No entanto, ele não consegue lembrar do título do livro, nem do nome do autor em questão. Para resolver esse problema, ele vai até a sala dos professores, utiliza um dos computadores da escola para entrar em um site de busca da internet e digita as seguintes palavras-chave: livro; relatividade. A seguir, uma lista de sites de vendas aparece na tela do computador de modo que ele pode consultar um catálogo eletrônico e verificar os títulos à venda até reconhecer aquele que ele estava tentando lembrar. Uma questão fundamental, do ponto de vista da aproximação sociocultural, é a seguinte: quem lembrou? (PEREIRA; OSTERMANN, 2012, p. 26-27).

A partir do questionamento proposto pelos autores, tomemos as seguintes indagações: O professor foi capaz de encontrar o livro de forma autônoma? A internet sozinha foi capaz de encontrar o livro? Se analisarmos, veremos que o professor embora soubesse qual

livro queria encontrar, ele não foi capaz de lembrar sozinho o nome do livro e a internet também não foi capaz de encontrar o livro sem as palavras-chave fornecidas pelo professor. Podemos dizer que ambos de forma isolada não encontrariam o livro, porém quando o professor atua conjuntamente com a ferramenta (internet) encontra o título do livro que estava procurando (PEREIRA; OSTERMANN, 2012).

Através deste exemplo, podemos observar que a ferramenta isoladamente não possui nenhum valor perante a ação até que o indivíduo opere sobre ela, para produzir significados (WERTSCH, 1998). Logo, para compreender os processos mentais distribuídos entre os indivíduos e as ferramentas, Wertsch destaca a noção de que a “mente se estende além da pele”, com base em dois aspectos: “(a) a intrínseca relação entre os processos mentais e os instrumentos mediadores; (b) a origem social das funções mentais superiores” (PEREIRA; OSTERMANN; CAVALCANTI, 2012, p. 260).

Podemos tomar o exemplo de um indivíduo que faz as “contas matemáticas” de cabeça, como $1+1=2$. Parece que este indivíduo não utilizou nenhuma ferramenta para chegar a esse resultado, porém, na verdade o indivíduo já incorporou as ferramentas sociais (organização espacial da soma) tornando socialmente organizada e própria (DANIELS, 2002). Com esse exemplo partimos para a segunda e terceira propriedade.

(2) A ação mediada é historicamente situada, ou seja, tem um passado e isso influencia no presente.

(3) A materialidade das ferramentas culturais, nos mostra que embora a operação da soma não seja uma ferramenta física, ela não deixa de ser material, como é o caso da linguagem, que “existe de determinada forma, com determinadas características, em um tempo e um local específico” (PAULA; ARAÚJO, 2013, p. 5). Esta propriedade pode causar modificações nos indivíduos, através do desenvolvimento das habilidades que surgem quando o indivíduo estabelece contato com a ferramenta.

(4) A transformação da ação mediada ocorre através das ferramentas culturais, pois quando elas são postas frente aos indivíduos, não só facilitam a função mental já existente como também altera, podendo desencadear uma função diferente da que já existe (WERTSCH, 1991a). Não se está dizendo que a única forma de alterar é através da inclusão das ferramentas culturais, mas que as alterações ocorridas são decorrentes das habilidades desenvolvidas (PEREIRA; OSTERMANN, 2012).

(5) As ferramentas culturais podem limitar ou possibilitar a ação mediada (WERTSCH, 1998). Para Paula e Araújo (2013) as ferramentas facilitam e podem até possibilitar a ação, porém, quando se menciona que elas podem limitar é devido ao fato de

tornarem obsoletas no tempo passado. A fim de tornar mais clara essa propriedade, trazemos o exemplo abaixo:

A introdução da internet discada no contexto escolar durante a década de 1990 representou um avanço no que diz respeito ao rápido acesso à informação. Professores e estudantes passaram a dispor de textos de apoio, imagens, vídeos, simulações e outros recursos que não faziam parte do acervo da biblioteca da escola. No entanto, com o surgimento da banda-larga, na década seguinte, o acesso a esses recursos tornou-se muito mais eficiente, especialmente com relação à taxa de transferência de dados. Até o surgimento da banda-larga, a maioria dos usuários não tinha consciência das restrições associadas à internet discada (PEREIRA; OSTERMANN, 2012, p. 30).

Para Pereira e Ostermann (2012), ao mesmo tempo em que as ferramentas possibilitam as ações dos indivíduos, elas lhes permitem novas restrições, definindo-as de retrospecto. No exemplo, podemos observar que os usuários não estavam preocupados com as restrições da internet discada, somente com a inserção da internet banda larga é que se pôde ter essa consciência. Relacionando com a propriedade podemos ver que elas possibilitavam o acesso à internet, entretanto também tinham limitações que somente foram detectadas com a implantação de uma nova internet.

(6) As múltiplas perspectivas verificam a ação e o significado da ação mediada através do pentagrama: ato, cena, agente, agência e propósito (BURKE, 1969). Burke destaca o vínculo existente entre os princípios e as perguntas durante ação, por isso ele expõe que:

Em uma exposição coerente sobre os motivos, você deve ter algum tipo de palavra que nomeia o ato (nomeia o que ocorreu no pensamento ou na ação) e outro que nomeia a cena (o pano de fundo do ato, a situação na qual ele ocorreu); você deve, também, indicar qual pessoa ou tipo de pessoa (agente) realizou o ato, quais meios ou instrumentos ele usou (agência), e o propósito. Os homens podem discordar violentamente sobre os propósitos por trás de certo ato, ou sobre o caráter da pessoa que o realizou; ou eles podem insistir em empregar palavras totalmente distintas para nomear o propósito ato. No entanto, da forma como for, qualquer exposição completa sobre os motivos oferecerá algum tipo de respostas para estas cinco perguntas: o que foi feito (ato), quando ou onde foi feito (cena), quem fez (agente), como ele fez (agência), e por que (propósito) (BURKE, 1969, p. xv).

Burke (1969) queria chamar atenção para o ato e no agente o propósito da ação, e na agência as ferramentas e métodos que foram utilizadas para servir o propósito. Podemos então concordar com Pereira e Ostermann (2012) quando enfatizam que a ação humana serve a múltiplos objetivos, logo possui vários propósitos. Giordan (2008) ainda afirma que as ferramentas utilizadas nas ações podem até não terem significados, mas com certeza são plenamente dotadas de propósitos.

(7) É importante considerar que cada indivíduo é fruto da cultura em que vive, logo a sua ação humana é historicamente situada. Esta proposição é uma das propriedades e

situa a ação mediada em um caminho evolutivo, isto significa que “os agentes, as ferramentas culturais e a irredutível tensão entre eles têm sempre um passado peculiar e estão sempre em um constante processo de transformação” (PEREIRA; OSTERMANN, 2012, p. 29). Essa relação de tensão irredutível entre os agentes e as ferramentas culturais em um determinado contexto é relevante para verificar a produção dos significados e internalização. Wertsch (1998) delimitou mais duas propriedades para o estudo da internalização nos indivíduos, sendo eles: o domínio e a apropriação.

(8) Para Wertsch (1979) o domínio está relacionado com a noção mais geral da internalização e refere-se à facilidade que o indivíduo tem de utilizar a ferramenta cultural, ou seja, ele “*sabe como*” se manipula. Enquanto que a apropriação é o processo que o indivíduo torna próprio o que outrora era do outro, ou seja, quando a fala do outro, torna-se minha e eu a utilizo em outro contexto, eu me apropriei do seu enunciado. Podemos observar que esses dois conceitos se diferenciam e para entendermos melhor, trouxemos um exemplo abordado por Paula e Araújo (2013, p. 4) abaixo:

Um exemplo básico é o domínio de ferramentas culturais ligadas à matemática. Pode-se passar a fazer alguns cálculos ‘de cabeça’, porém, outros precisam ser expressos na forma escrita para serem resolvidos, e isso não significa que não exista domínio sobre aquela ferramenta. [...] Para a apropriação não basta que as ferramentas estejam dominadas, elas precisam ser, realmente, traduzidas e incorporadas pelo novo usuário. Um exemplo é o caso de aprendizados que não se traduzem em mudanças de discurso ou de comportamento. Um aluno pode dominar a ideia de refração da luz solar pelas gotas de água e continuar a reputar a existência do arco-íris à lenda do pote de ouro no seu final. Há domínio da ferramenta cultural, mas não há a sua apropriação traduzida no discurso sobre o arco-íris.

Os autores trouxeram a ideia do domínio quando os indivíduos só conseguem utilizar determinado conteúdo quando abordado no contexto que lhes foi passado, enquanto que a apropriação ultrapassa esses limites, pois o indivíduo consegue tornar pessoal o conteúdo e transferir seus conhecimentos para outras situações.

(9) Os indivíduos ainda podem associar o uso das ferramentas culturais aos discursos de autoridade e poder, isto porque elas não são neutras, mas são carregadas de intenções. Esta é uma propriedade destacada por Wertsch e discutida com base nos gêneros discursivos de Bakhtin comumente trocados em sala de aula entre os alunos e o professor, através das “perguntas instrucionais”. Essas perguntas são realizadas pelo professor e suas respostas são previamente conhecidas e quando trocadas no ambiente escolar através dos enunciados entre os pares, acontece à apropriação (WERTSCH, 1979).

As perguntas instrucionais são empregadas conforme o padrão triádico, constituído da iniciação do professor (I) que procede a resposta do aluno (R) e finaliza com a

avaliação do professor (A). Através desse padrão I-R-A o professor mantém a autoridade do seu discurso para assegurar o controle, embora aparentemente evidencie a interação em sala de aula (WERTSCH, 1998). Pereira e Ostermann (2012) apontam que esse padrão discursivo não tem muito impacto na aprendizagem dos alunos, porém sua presença é marcante no ambiente escolar, porque a escola conta com uma grande quantidade de componentes curriculares, exigindo do docente uma postura que mantenha a ordem institucional e estimule a aprendizagem dos alunos. Os autores ainda justificam que os professores precisam corresponder a múltiplos objetivos simultâneos e o desafio consiste em escolher um gênero discursivo que seja capaz de atingir esses objetivos de forma eficiente.

Desta forma, é importante que os docentes propiciem a aprendizagem através de debates em grupo, resolução de problemas, atividades experimentais, etc. fazendo uso de ferramentas culturais (PEREIRA; OSTERMANN, 2012). Essas ferramentas podem ser encontradas individualmente ou em conjunto no “kit de ferramentas socioculturais”, que segundo Giordan (2008) é o ambiente onde elas estão para que o indivíduo faça uso a fim de estabelecer interação com o outro. Wertsch (1998) aponta que o uso do “kit de ferramentas socioculturais” está associado ao poder e autoridade, conforme o privilégio que “refere-se ao fato de que uma ferramenta cultural, tal como uma linguagem social, é concebida como mais eficaz ou adequada do que outras em um determinado cenário sociocultural” (PEREIRA; OSTERMANN, 2012, p. 34).

(10) Logo, os modos de mediação durante a ação mediada, para Wertsch pode acontecer através do uso da ferramenta cultural ofertada.

4.4 Os Jogos como ferramentas socioculturais na aprendizagem escolar

O ensino da Química deve capacitar os alunos a tomarem suas próprias decisões perante situações problemas, de forma que venha contribuir no desenvolvimento do educando como pessoa humana e como cidadão (BRASIL, 2000). Segundo Santos e Schnetzler (1997), esta formação do educando se dá pela inter-relação entre a informação da Química e o contexto social em que o indivíduo está inserido, a fim de que ele não compreenda somente a Química, mas também a sociedade em que ele faz parte.

O estudo da Teoria da Ação Mediada faz-se necessário por buscar compreender a subjetividade do agente, as ferramentas culturais, a internalização, a apropriação, a criatividade e as convenções culturais, enfatizando o contexto histórico, cultural e institucional, para que os discentes vejam a química e seus constituintes como meio para

entender o mundo (GIORDAN, 2008). Wertsch (1998) propõe que a ação humana quando mediada por ferramentas e empregadas no contexto sociocultural moldam a ação através do processo de internalização a partir dos níveis de domínio e apropriação.

Então optamos por trabalhar com os jogos digitais como ferramentas socioculturais pertencentes ao meio cultural e histórico em que os estudantes fazem parte, isto porque os jogos sempre estiveram presentes na vida das pessoas. Apresentaremos no quadro abaixo (Quadro 1) o contexto sociocultural dos jogos desde a antiguidade até os dias atuais, em que pode ser observado a contribuição na construção do conhecimento (LIMA et al., 2009).

Quadro 1 - Contexto sociocultural dos Jogos

Século	Descrição
II a. C.	Na Grécia, Aristóteles sugere a utilização de jogos para imitar atividades adultas como forma de preparo para a vida futura.
I a.C. a I d.C.	Em Roma, o jogo era destinado ao preparo físico com a finalidade de formar soldados e cidadãos obedientes. Posteriormente, Horácio e Quintillano, registram em seus escritos a presença de guloseimas em formas de letras, destinados ao aprendizado das letras.
I d. C.	O interesse pelo jogo decresce, pois são considerados delituosos.
XVI	O jogo deixa de ser objeto de reprovação oficial, incorpora-se no cotidiano dos jovens, não como diversão, mas como tendência natural do ser humano. A companhia de Jesus com Ignácio de Loyola coloca em destaque o jogo educativo preconizando sua utilização como recurso auxiliar no ensino. O baralho adquire o estatuto de jogo educativo, com Thomas Murner, que edita uma nova dialética, em imagens sob a forma de jogos de cartas, engajando os alunos em um aprendizado mais dinâmico.
XVII	Continua a expansão dos jogos de leitura preconizados por Locke, bem como diversos jogos destinados à tarefa didática nas áreas de história, geografia, moral, matemática entre outras.
XVIII	Popularizam-se os jogos, antes restritos à educação de príncipes nobres como jogos de trilha e tabuleiro. São criados jogos para ensinar Ciências.
XIX	Com Froebel, o jogo é entendido como objeto e ação de brincar, passando, assim, a fazer parte da história da educação infantil. Dando prosseguimento a prática indicada por Froebel, Decroly elaborou um conjunto de materiais para a educação de deficientes mentais, entre eles os jogos de cartonados. Com as inovações pedagógicas, os jogos começaram a ter espaço no meio educacional, tendo ampla aceitação no Brasil.
XX	O jogo expande-se na área da educação, hoje ele é de grande importância, algo necessário e possível para a construção do conhecimento, principalmente no processo de alfabetização.

Fonte: LIMA et al. (2009); CUNHA, (2012).

Os jogos apresentam-se como elementos de construção e reorganização de funções cognitivas, tais como memória, atenção, criatividade e imaginação, determinando a forma de percepção e compreensão da pessoa em relação ao objeto (SILVEIRA E BARONE, 1998).

Por seus benefícios, estão cada vez mais ganhando espaço no ambiente escolar, por trazer o lúdico para a sala de aula. E como instrumento didático-pedagógico, tornam as aulas mais agradáveis e fascinantes, auxiliando o processo de ensino e aprendizagem (LARA, 2004). Os jogos não são apenas brincadeira, mas uma forma de pensar que favorece o desenvolvimento físico, cognitivo, afetivo, social e moral das crianças, motivando-as a superar obstáculos, tanto cognitivos quanto emocionais (BORTOLUZZI, 2004).

Para Vigotski (1984) eles despertam o aprender em agir, iniciativas, autoconfiança, curiosidade, o desenvolvimento da linguagem, pensamento, interação e da concentração. O aspecto lúdico dos jogos, ainda facilita a elaboração dos conceitos, o reforço nos conteúdos, a socialização entre os alunos e a criatividade (FIALHO, 2007).

Os jogos por envolverem ações lúdicas, cognitivas e sociais, quando utilizados como metodologias de ensino promovem: aprendizagem dos conceitos químicos de forma natural; aquisição de habilidades e competências; motivação na aprendizagem; socialização dos conteúdos em grupo, melhorando o relacionamento e o trabalho em equipe; desenvolvimento físico, intelectual e moral dos estudantes (CUNHA, 2012).

Para que os jogos alcancem os objetivos propostos por Cunha (2012) é necessário que os docentes escolham jogos que sejam fundamentados em referenciais teóricos, que visem a construção do conhecimento, auxiliando os estudantes no domínio e apropriação dos conceitos científicos e favoreça a interação entre os alunos e o(a) docente, através das trocas verbais. Alves (2014, p. 247) aponta que:

O jogo e a experiência do conhecer, que acontecem no diálogo, implicam o deslocamento da possibilidade de se chegar ao conhecimento por uma ação da consciência do sujeito, para dar relevância à conversação. Assim, o aprender se realiza por meio do jogo do diálogo, de modo a tornar nítido o vínculo entre aprender, compreender e dialogar.

Podemos observar que os jogos, quando selecionados e empregados corretamente em sala de aula, podem corroborar na produção dos significados dos alunos, bem como nos processos de domínio e apropriação dos conceitos científicos.

5 METODOLOGIA

Para organizarmos a pesquisa dividimos a mesma em: 1) metodologia de ensino, que consiste na sistematização da sequência didática e 2) metodologia de pesquisa, em que descrevemos a análise da produção de significados dos conceitos químicos das funções inorgânicas dos alunos, respaldada no aporte teórico da Teoria da Ação Mediada. Inicialmente, falaremos um pouco sobre a criação da nossa ferramenta sociocultural, o jogo.

5.1 Desenvolvimento do Jogo “Planeta Química: uma aventura no cotidiano”

O Laboratório de Pesquisa em Ensino Digital para a Ciência (PEDIC) da Universidade Federal do Maranhão *campus* Bacabal (www.pedic.ufma.br) vem desenvolvendo Objetos de Aprendizagem (OA) que sirvam como ferramentas mediadoras no processo de ensino e aprendizagem das disciplinas de Ciência e Química.

No ano de 2015 um aluno do curso de Ciências Naturais da UFMA *campus* Bacabal, membro da equipe do PEDIC, defendeu sua monografia (Desenvolvimento de um Jogo Digital para o Ensino de Química no Ensino Médio: explorando a química do cotidiano a partir da perspectiva Vigotskiana) apresentando a primeira fase do jogo “Planeta Química: uma aventura no cotidiano” que foi construído com os elementos básicos do design de games e pautado no referencial de Vigotski.

O PEDIC deu continuidade à programação do jogo, visando fundamentá-lo nos elementos do design de games em equilíbrio com os elementos instrucionais (pedagógicos), o que resultou em outro trabalho de TCC (A importância do design de games no desenvolvimento de Jogos Digitais para o Ensino de Ciências/Química: implicações para a sala de aula). Os elementos priorizados foram: personagem, sonorização, história, narrativa, metas e objetivos.

Atualmente, o jogo possui 3 fases, sendo elas: a primeira, que aborda o contexto de uma cidade contaminada pelo lixo, favorecendo a contaminação da personagem com o ácido contido na bateria de um carro, levando os alunos a neutralizarem o Ácido Sulfúrico com o Bicarbonato de Sódio; a segunda, que discute a destruição da plantação decorrente da Chuva Ácida; a terceira, que é o desafio final do jogo, em que a personagem enfrenta o vilão que tenta atingi-la com poluentes ambientais.

O jogo conta com o *Game Design Document*, que é o documento de apresentação do game, no qual são listadas todas suas características, como: história central, fluxo de jogo e mecânicas utilizadas. A história central foi pautada na teoria da jornada do herói e será

disponibilizado para os alunos na forma de história em quadrinhos, para que sua leitura seja divertida.

5.2 Metodologia de Ensino

Esta pesquisa é um estudo de caso, realizada no Centro Educacional Maria Mônica Vale, no Município de São Luís do Maranhão, com os alunos do 2º ano do Ensino Médio.

O Jogo Planeta Química foi proposto como uma ferramenta mediadora para o estudo da produção de significados, com ênfase nos processos de domínio e apropriação dos conceitos de ácidos e bases. O jogo é composto por microrregiões, embora inicialmente tenhamos somente a Região dos Ácidos e Bases que contém 3 fases, sobre os assuntos mencionados, abordando diferentes problemáticas sociais na perspectiva CTSA.

Para organizarmos a sequência didática, inicialmente realizamos uma entrevista semiestruturada com a docente da disciplina (Apêndice 1) para conhecer um pouco mais sobre sua vida profissional e as dificuldades encontradas durante o processo de aprendizagem dos conceitos estudados.

Para conhecermos os discentes participantes da pesquisa, aplicamos um questionário semiestruturado que foi dividido em duas partes, a primeira para investigar a relação com os aparatos tecnológicos e os jogos. Já a segunda parte verificou as concepções prévias dos discentes sobre os conceitos relacionados às Funções Inorgânicas (Apêndice 2).

5.2.1 Sujeitos da Pesquisa

Foram inscritos 15 (quinze) alunos para participar da pesquisa, os quais se responsabilizaram através da assinatura do termo de assentimento e pela assinatura do seu responsável no termo de consentimento.

A pesquisa foi realizada com todos os alunos participantes, que foram analisados de modo geral, através da câmera que estava posicionada no canto da sala. Porém, o estudo mais minucioso foi realizado apenas com 6 (seis) alunos para análise dos enunciados, tendo em vista que ficaria inviável conceber tal análise com todos os alunos. Pois, utilizamos webcam e gravador de voz para captura da imagem e voz durante o momento de participação dos alunos no Jogo Planeta Química e na resolução da lista de exercício.

Os seis (6) alunos foram selecionados com base nos seguintes critérios: empenho na participação e frequência da sequência didática. É importante mencionarmos que a

pesquisa não visou os melhores alunos para a obtenção de bons resultados, pois nosso objetivo era contribuir com a aprendizagem de todos. Porém, embora os demais alunos tivessem visualizado as etapas da sequência didática antes de demonstrar interesse na pesquisa (momento 1), na resolução do questionário, não correspondiam quando a pesquisadora se comunicava com eles e também não apresentavam esforço para responder o questionário inicial, apontando interesse somente no jogo "Planeta Química". Além disso, os alunos não interagiam e oscilavam na presença durante as atividades da sequência didática.

Em um dos momentos de conversa com a professora responsável pela disciplina foi acordado que esta aplicaria a sequência didática, pois pensamos que o contato estabelecido durante a disciplina de Química facilitaria a comunicação entre a professora e os alunos, tendo em vista que já havia discutido o conteúdo de Funções Inorgânicas nas aulas e sabia dos conhecimentos prévios dos alunos devido à realização dos trabalhos escritos. Porém, a professora também exerce o cargo de coordenadora pedagógica da escola, necessitando se ausentar durante diversos momentos da sequência didática para solucionar problemas que envolviam os alunos ou estar presente em reuniões de urgência.

Desta forma, a pesquisadora optou por aplicar a sequência didática, sabendo que embora o desejo da professora fosse colaborar com a pesquisa, a situação apresentada era compreensível.

5.2.2 Campo da Pesquisa

O Centro Educacional Maria Mônica Vale foi escolhido por apresentar uma boa estrutura, além de ter laboratório de química e informática (Reservado para treinamentos da Secretaria de Educação do Governo do Estado do Maranhão - SEDUC), que poderia ser utilizado durante os momentos propostos de atividades.

A sequência didática foi pensada para ser aplicada no contraturno das aulas (a tarde), visto que a escola é de tempo integral e os alunos já permaneciam durante todo o dia, evitando a perda dos conteúdos ministrados nos horários da aplicação da pesquisa. No entanto, a docente nos explicou que o contra turno é direcionado para a realização de atividades extracurriculares e que teríamos dificuldade para reunir os integrantes da pesquisa nos laboratórios de informática e química, pois os alunos cursavam diferentes atividades. Sendo assim, a pesquisa foi aplicada no período da manhã, em que a docente da disciplina conseguia previamente a liberação (pelo professor responsável) do horário da turma.

5.2.3 Sequência Didática

Inicialmente foi realizada uma sequência didática para apresentarmos para a docente da disciplina, a fim de que ela pudesse contemplar a proposta da pesquisa e alterá-la. Como não houve nenhuma modificação na proposta por parte da professora, adaptamos a sequência didática pautada no Modelo Topológico de Ensino, proposto por Giordan (2008), composta por três eixos estruturadores: Atividade, Conceito e Tema, cujos elementos nortearam o conjunto das atividades que foram realizadas. Também foram consideradas as propriedades da ação mediada, como narrativa e historicidade, contexto e continuidade, materialidade e mediação (GIORDAN, 2008). Ressaltamos que esses eixos, foram ressignificados do pentagrama da ação humana proposto por Kenneth Burke (ação, propósito, agente, agência e cena).

Os eixos estruturadores são definidos por Giordan (2008, p. 289) como:

- 1) Atividade: ações que supõem formas de interações entre os alunos e o professor, o propósito da atividade e o ato.
- 2) Conceito: ações mediadas que têm como objetivo promover a ampliação das esferas de comunicação e atividade dos alunos, de modo a levá-los a se apropriar de formas de pensamento da ciência, então é preciso reconhecer que as formas de pensamento são como ferramentas culturais (conceitos) que são usadas pelos alunos em um “cenário” convenientemente construído;
- 3) Tema: ampliação da visão de mundo ocorre na medida em que o sujeito se depara com realidades distintas daquelas de seu cotidiano e esta ampliação é consequência do embate entre as ferramentas culturais empregadas no cotidiano e aquelas usadas nos cenários construídos na sala de aula. A tematização é capaz de aproximar os alunos da esfera de comunicação e atividade da comunidade científica.

Em se tratando das propriedades da ação mediada, abordamos da seguinte maneira:

- Narrativa e Historicidade: os conceitos foram discutidos com base na História da Química, a partir das teorias propostas por Arrhenius, Bronsted, Lowry e Lewis sobre Ácidos e Bases. As narrativas foram marcadas pela transição das vozes narrativas entre a pesquisadora e alunos na discussão das ideias.
- Contexto e Continuidade: a partir do contexto social tratado no jogo foram realizadas problematizações continuamente em sala, através das atividades e debates, instigando os

alunos a investigação, a formulação de hipóteses, discussões em grupo, levantamento de explicações e a busca pela resolução de problemas.

- **Materialidade e Mediação:** o jogo e as interações sociais trocadas em sala foram caracterizados como materialidade. Embora as interações sociais sejam meios não-físicos, eles produzem uma ação que é material, sendo assim os meios mediacionais tem caráter material e mediam a aprendizagem dos alunos. Pois os instrumentos trocados entre os sujeitos durante a atividade exercem função mediadora, ou seja, as ações humanas dos indivíduos são mediadas por ferramentas culturais que estruturam a ação e definem os propósitos (GIORDAN, 2008).

Os encontros com os alunos foram divididos nos momentos detalhados abaixo:

1º momento: Apresentação em slide da sequência didática que seria aplicada e convite para os alunos. Aos que se interessaram pela pesquisa, entregamos o termo de assentimento, para confirmar sua participação e termo de consentimento, para que seus pais autorizassem a participação na pesquisa, já que eram alunos eram menores de 18 anos (Apêndices 4 e 5).

2º momento: Aplicação do questionário inicial (Apêndice 2) para os alunos a fim de conhecê-los e verificar seus conhecimentos prévios relativo às teorias e conceitos sobre as funções inorgânicas.

3º momento: Aplicação do PlayTest com o jogo “Planeta Química: uma aventura no cotidiano”. A pesquisadora pediu que os alunos anotassem as funções inorgânicas identificadas no jogo e entregassem suas anotações em forma de relatório individual.

Nesta aula, a pesquisadora entregou aos alunos o texto (Apêndice 9) contido no livro “Química Cidadã – volume 1” dos organizadores Santos e Mól (2013) às páginas 275 e 276, que aborda a descoberta dos ácidos pelos alquimistas ao longo dos anos. Este texto discutia a história dos ácidos e dos indicadores, dando suporte para a experimentação, que ocorreria no 4º momento.

4º momento: Este momento foi reservado para a experimentação, que consta na sequência proposta à docente (Apêndice 3). Os alunos foram convidados a realizarem a experimentação sobre o pH dos ácidos e bases e a pesquisadora fez a experimentação da chuva ácida, para discutir o tema da 2ª fase. Foi distribuído um roteiro com espaço para as observações dos alunos durante a experimentação.

5º momento: Neste momento os alunos foram convidados para solucionarem a lista de exercício com seus pares (Apêndice 6). Para auxiliá-los na resolução das situações-problemas, os levamos ao Laboratório de Informática, para que tivessem acesso ao

computador e à internet. Foi disponibilizada uma folha A4 para que cada aluno pudesse escrever a resposta que lhe fosse conveniente, sendo uma forma de discutir com seu par.

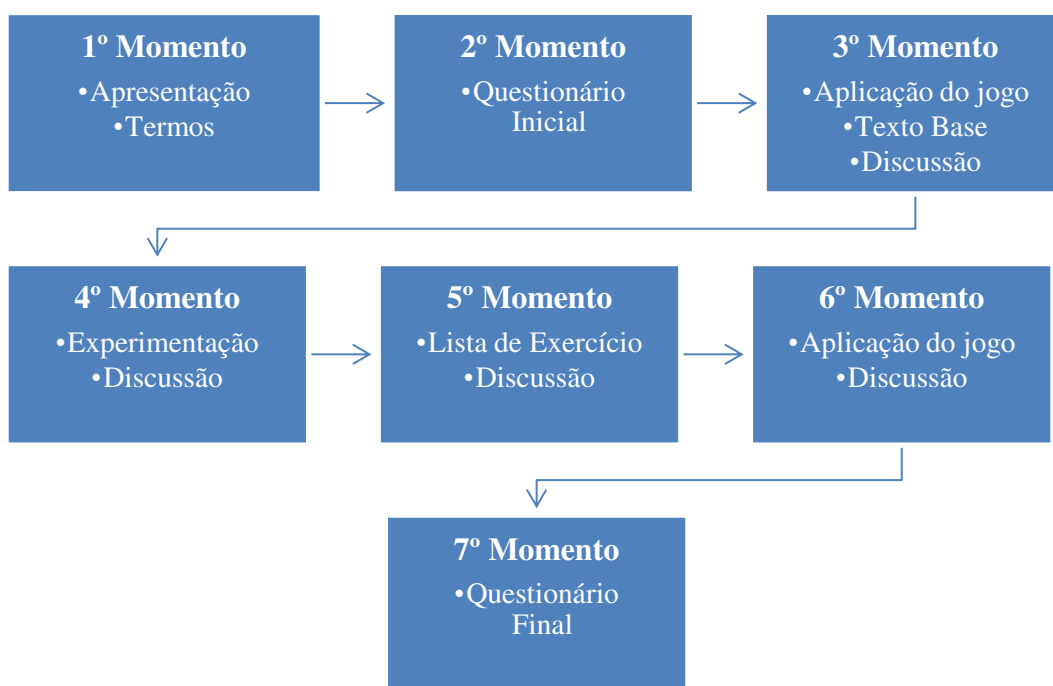
6º momento: Os alunos foram convidados a jogar novamente o “Planeta Química: uma aventura no cotidiano” a fim de revisar e consolidar seus conhecimentos, verificando o domínio e apropriação sobre ácidos e bases.

Após os alunos jogarem, foi realizada uma discussão para explorar a questão ambiental da cidade, os lixos nas ruas, os urubus e ratos em contato direto com a população. Foi abordada a questão da contaminação por produtos químicos e pelo lixo doméstico, buscando sensibilizá-los quanto ao descarte do lixo produzido por eles no cotidiano. Também foi realizada a discussão sobre carros e indústrias como poluentes e causadores da chuva ácida. A ênfase foi dada visando a posição cidadã e crítica dos alunos, bem como a tomada de decisão, diante dos problemas ambientais que envolvem a sociedade.

7º momento: Aplicamos o questionário final com os mesmos questionamentos da segunda parte do questionário inicial (2.5 à 2.8), para que pudéssemos comparar com as respostas do questionário inicial e analisarmos como se deu a construção dos conceitos aprendidos ao longo da sequência didática (Apêndice 7).

De forma mais clara, apresentaremos abaixo o fluxograma representativo da nossa sequência didática:

Figura 2 - Divisão da Sequência Didática



Fonte: autora (2018).

5.3 Metodologia de Pesquisa

Para compreendermos a produção de significado dos alunos com base no referencial teórico, propusemos o kit de ferramenta contendo: o jogo “Planeta Química: uma aventura no cotidiano”, a história em quadrinhos que narra o jogo (Apêndice 8), a experimentação do ácido-base e da chuva ácida (Apêndice 3) e a lista de exercício (Apêndice 6). Para analisarmos como as ferramentas mediavam a revisão dos conteúdos abordados em sala, fornecemos as ferramentas (Y) como estímulos, para permitir a conexão entre os conteúdos (X-Y) e a aprendizagem (Y-Z) (GIORDAN, 2008).

Para verificarmos a formação dos conceitos químicos, consideramos os conceitos espontâneos dos alunos expostos no questionário prévio e na discussão inicial sobre o conteúdo. Além disso, a forma como os alunos utilizaram as *palavras* nas discussões dos conteúdos nos permitiu analisar como se materializava a formação dos conceitos, visto que a *palavra* é participante da reconstrução dos significados que foram compartilhados na interação com os demais alunos (VIGOTSKI, 2001). Desta forma, observamos o uso dos conceitos químicos durante a utilização dos signos no processo de internalização, sabendo que seu emprego é o meio pelo qual o indivíduo organiza suas operações psicológicas para resolver as situações problemas que são propostas nas aulas (VYGOTSKY, 2005).

A negociação dos significados foi observada a partir das seguintes etapas: elaboração dos conceitos de ácidos, bases, sais e óxidos; a compreensão dos conceitos químicos na realização dos experimentos e do jogo “Planeta Química”; utilização do conceito nas situações problemas propostas nas listas de exercícios e uso e definição do conceito que foi elaborado ao longo do processo (VIGOTSKI, 2001).

Os gêneros discursivos foram analisados nas interações verbais dos enunciados trocados ao longo do diálogo entre os alunos. Compreendemos que inicialmente, o gênero discursivo dos alunos é primário, oriundo do contexto sociocultural e das suas concepções prévias. Porém, quando é apresentado aos alunos em sala de aula o gênero secundário da Química através dos conceitos químicos, os gêneros primários são assimilados e transformados, fazendo parte de um novo contexto, o científico (BAKHTIN, 2003).

Na troca dos enunciados entre os pares foi considerada a forma como os estudantes desenvolveram suas introspecções, motivações e apreciações, considerando o contexto em que estavam inseridos. Visto que no contexto, o significado dos conceitos é determinado e materializado no tema para alargarmos o horizonte apreciativo dos alunos, através da disponibilização dos temas que geram as discussões dos conteúdos das funções

inorgânicas relacionado com o contexto dos alunos sendo eles: “A Química e o meio ambiente” e “Os efeitos da chuva ácida para sociedade”.

No tema “A Química e o meio ambiente” que corresponde à fase 1, relacionamos uma cidade repleta de lixos e animais (Planeta Química) com o ambiente em que vivemos e como consequência da poluição causada pelos indivíduos, trouxemos o desafio da fase que é a contaminação com o Ácido Sulfúrico (H_2SO_4) contido na bateria do carro. Logo, o estudante teve que solucionar esse problema com base nas teorias ácido-base já abordada pela docente e também exploradas no jogo, que consistia em encontrar uma substância do seu cotidiano para neutralizar esse ácido e após neutralizá-lo teria que balancear a reação química. Desta forma, buscamos investigar a capacidade de significar dos alunos quanto às teorias ácido-base na escolha do produto químico.

Na fase 2 foi desenvolvido o tema “Os efeitos da chuva ácida para sociedade” para retratar uma fazenda que teve sua plantação destruída pela chuva ácida, devido a grande emissão de Dióxido de Enxofre (SO_2) proveniente dos carros e fábricas da cidade. Para abordar esse tema foi discutida a origem da chuva ácida, responsabilizando o homem e as indústrias, bem como atitudes humanas corriqueiras que influenciam nos problemas ambientais.

Em ambas as fases foram discutidas as questões ambientais, com o propósito dos alunos promoverem a significação dos conceitos químicos e serem estimulados a solucionar os desafios com suas duplas através das discussões, levantamento de hipóteses, análises e propostas na resolução dos problemas. Na primeira fase foi discutida sobre o uso da química quanto à contaminação por produtos químicos e pelo lixo doméstico, então buscamos evidenciar a importância da conscientização sobre o descarte do lixo e a necessidade de uma cidade limpa para evitar situações desagradáveis que pudessem acometer ao próximo.

Como buscamos analisar a contribuição do jogo para a aprendizagem dos alunos, voltamos às demais ferramentas para o jogo embora os alunos pudessem conferir valores apreciativos aos demais meios mediacionais. Portanto, as experimentações e a lista de exercício foram realizadas e discutidas para que os alunos pudessem se apropriar dos conceitos científicos. Para esse entendimento, analisamos a compreensão ativa e responsiva dos alunos durante a interação entre os pares no momento das trocas de discursos, identificando também as relações de poder e autoridade, não somente nas vozes dos alunos, mas nas interações aluno-aluno, dupla-dupla, aluno-pesquisadora e aluno-professora.

Para compreendermos a importância das ferramentas socioculturais, analisamos como os alunos selecionaram as ferramentas e se estas facilitaram ou limitaram a função

mental da significação dos conceitos químicos, bem como a sua utilização para embasamento das respostas diante dos questionamentos. Logo, na ação dos alunos foi verificado os atos, as cenas, os agentes, as agências e os propósitos para analisarmos se os conceitos químicos foram dominados e/ou apropriados ao longo da sequência didática (BURKE, 1969).

5.3.1 Coleta de Dados

Para verificarmos o conhecimento dos alunos pré e pós sequência didática, fizemos uso de questionários (momento 2 e 7, respectivamente).

Para aplicarmos o jogo, levamos os alunos para o laboratório de informática. No PlayTest (momento 3) 12 alunos estavam presentes, enquanto que no jogo final (momento 6) somente 10 alunos compareceram a pesquisa. Porém, apenas 6 alunos foram analisados minuciosamente, a partir da webcam acoplada ao computador e o gravador de voz, para registrar as vozes, as ações e as imagens dos alunos durante o jogo. Também utilizamos uma câmera com tripé no canto da sala para registrar todo o ambiente em que os alunos estavam inseridos (Figura 2).

Os computadores da escola possuíam como sistema operacional o Linux Educacional (LE) 5.0, software livre criado pelo Ministério da Educação (MEC) para informatização das escolas, a fim de potencializar o uso das tecnologias educacionais, garantindo melhoria do ensino. Para utilizarmos um programa de captura de tela compatível com o LE, instalamos o Vokoscreen® para captura de imagem do sistema do computador e da webcam.

Na aula experimental (momento 4), estavam presentes somente 12 alunos, os quais foram direcionados para o laboratório de química para que fossem caracterizadas suas interações e participações no decorrer dos experimentos e discussões. Registramos toda a movimentação dos alunos através da filmadora e usamos o gravador de voz entre os alunos, para captar as trocas verbais (Figura 4).

Para resolverem a lista de exercício (momento 5), 10 alunos estavam presentes e foram direcionados para o laboratório de informática para acessarem à internet, tendo-a como auxílio durante a resolução das questões. Embora esse momento não exigisse a análise minuciosa das trocas verbais por termos alcance das respostas escritas nas folhas, escolhemos acoplar aos computadores dos 6 alunos a webcam para registro das imagens e voz, além do gravador de voz e da câmera no canto da sala, conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3 - Organização dos alunos no Laboratório de Informática



Fonte: autora (2018).

Figura 4 - Organização dos alunos no Laboratório de Química



Fonte: autora (2018).

5.3.2 Análise e Tratamento dos dados

Os dados coletados foram organizados em três etapas: mapeamento das aulas, mapeamento das categorias e microanálise.

O mapeamento das aulas tomou como base os eixos estruturadores do modelo topológico de ensino proposto por Giordan (2008), que são: Tema, Conceito e Atividade, além dos elementos que compõe a atividade de ensino, como: tempo, propósito, interação, recursos, situação e descrição. Para mantermos a sequência das aulas, organizamos conforme o quadro abaixo:

Quadro 2 - Mapeamento das aulas

<i>Aula</i>	<i>Tema</i>	<i>Conceito</i>	<i>Atividade</i>				
			<i>Tempo</i>	<i>Propósito</i>	<i>Interação</i>	<i>Recursos</i>	<i>Situação</i>

Fonte: autora (2018).

Para o mapeamento das categorias, Mortimer (2005) propõe 08 que são: tipo de conteúdo do discurso, posição do professor, locutor, padrão de interação, abordagem comunicativa, conteúdo do discurso, intenções do professor, relações de generalização/particularização. Neste trabalho, iremos nos aprofundar na análise do tipo de discurso, locutor e abordagem comunicativa.

Iniciaremos a análise pelos tipos de discursos, pois segundo Mortimer et al. (2007) esta categoria é essencial para a existência das demais categorias, pois são dependentes dos tipos de discursos estabelecidos. Logo, nos basearemos nas 06 (seis) subcategorias organizadas e explanadas por Silva e Mortimer (2010) presentes no quadro 3.

Quadro 3 - Tipos de Discursos

Tipo do discurso	Descrição
1. Discurso de conteúdo	Relacionado ao conteúdo científico das aulas
2. Discurso procedimental	Relacionado a instruções para montagem de aparatos experimentais, tais como a montagem de um circuito elétrico ou de uma aparelhagem de destilação, por exemplo.
3. Discurso de gestão e manejo de classe	Relacionado às intervenções do professor que visam apenas manter o desenvolvimento adequado das atividades propostas, sem intenção de desenvolver conteúdo científico.
4. Discurso de experiência	Relacionado às intervenções do professor para demonstrar experimentos ou à realização de experimentos pelos alunos sem usar palavras, mas apenas a ação.
5. Discurso de conteúdo Escrito	Relacionado à ação do professor ou aluno quando escreve no quadro de giz sem nada dizer.
6. Discurso de agenda	Relacionado às ações do professor no sentido de conduzir o olhar dos alunos

	para a ordenação do fluxo das idéias a serem discutidas ao longo da aula, bem como chamar atenção para o que vai ser discutido imediatamente depois. A intenção subjacente a esse discurso é manter a narrativa.
--	--

Fonte: SILVA; MORTIMER (2010, p. 129)

Na aula experimental (momento 4), optamos por caracterizar as subcategorias do discurso de conteúdo, procedimental, gestão e manejo de classe e agenda. Porém, nos momentos 3 (PlayTest) e 6 (Jogo Final), criamos as categorias discurso de aula e jogo. A categoria discurso de aula foi criada especialmente para caracterizarmos os momentos de discussão dos conteúdos científicos, sendo eles: (i) discussão dos conteúdos entre a professora e os alunos no início do momento 3; (ii) após os alunos jogarem o "Planeta Química", a pesquisadora discutiu com os alunos os conteúdos das Funções Inorgânicas abordados no jogo, ao fim do momento 3; (iii) após os alunos participarem pela última vez do jogo (momento 6), houve discussão entre a pesquisadora e os alunos sobre os conceitos aprendidos ao longo da sequência didática. Logo, veremos que, com exceção da subcategoria conteúdo-jogo que fora adicionada, as subcategorias do discurso de aula são semelhantes às subcategorias dos tipos de discurso, que são: conteúdo, gestão e manejo de aula, agenda, conteúdo-jogo e outros (extra conteúdo). Enquanto o discurso de jogo foi empregado somente nos momentos em que os alunos jogavam e expressavam discursos diferentes das subcategorias dos tipos de discurso, proposto por Silva e Mortimer (2010). Portanto, as subcategorias do discurso de jogo são: emoção, incentivo, motivação e outros (para discursos que extrapolam o discurso de jogo).

Na abordagem comunicativa verificaremos os significados produzidos pelos alunos durante as discussões, através das abordagens comunicativas propostas por Mortimer e Scott (2003), que estão apresentadas no quadro abaixo:

Quadro 4 - Abordagens Comunicativas

Discurso	Interativo	Não-interativo
Dialógico	Interativo/Dialógico	Não-Interativo/Dialógico
De autoridade	Interativo/De Autoridade	Não-Interativo/ De Autoridade

Fonte: MORTIMER; SCOTT (2003)

Costa (2016, p. 134) ainda explica como as abordagens podem ocorrer no ambiente escolar através da troca do conhecimento:

- **interativa e dialógica**, quando professor e estudantes falam, levando em consideração os pontos de vista que apresentam, mesmo que sejam completamente diferentes daquele que o professor pretende ensinar ou que sejam reconhecidamente errados ou ingênuos;
- **interativa e de autoridade**, quando professor e estudantes falam, mas apenas os pontos de vista que estão em conformidade com os conteúdos científicos são valorizados pelo professor;
- **não-interativa e dialógica**, quando o professor repete e retoma as ideias que foram expressas pelos estudantes e que representam pontos de vista diferentes daqueles da ciência, com a finalidade de que os estudantes comparem essas diferentes ideias e percebam a diferença.
- **não-interativa e de autoridade**, quando só o professor fala e expressa apenas os pontos de vista da ciência.

Devido ao fato do vídeo da câmera com tripé na sala, a webcam e o gravador de voz não iniciarem ao mesmo tempo, foi necessário fazer a edição dos vídeos, de forma que os tempos estivessem semelhantes. A edição foi realizada no Wondershare Video Editor® para que os vídeos e as vozes fossem transformados somente em um vídeo, para ser posteriormente convertido no formato mp4 e categorizado no programa MaxQDA®.

Na figura abaixo (Figura 5) apresentamos as categorias e subcategorias criadas para o Momento Jogo e Experimentação, geradas no software MaxQda®. E na figura 6, apresentaremos a linha do tempo codificada com as categorias citadas.

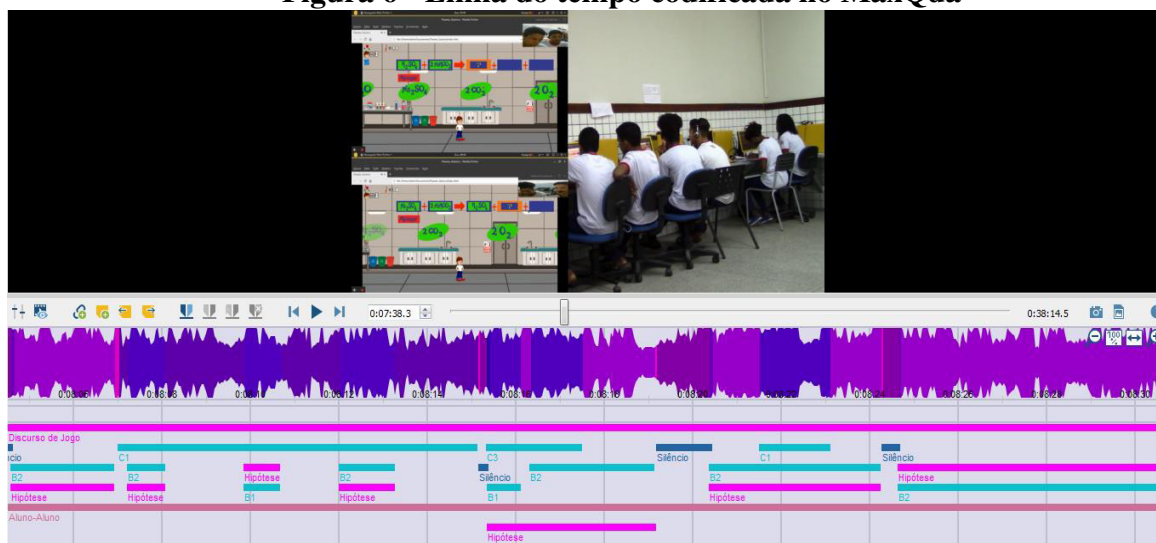
Figura 5 - Categorias e Subcategorias

(a) Participação no Jogo; (b) Participação na Experimentação

(a) Participação no Jogo		(b) Participação na Experimentação	
Lista de Códigos	1.086	Lista de Códigos	2.395
Conceitos do Contexto	0	Conceitos do Contexto	0
Hipótese	1	Hipótese	24
Dúvida	8	Conteúdo-Jogo	8
Resposta Rápida	9	Cotidiano	9
Científico	7	Científico	35
Cotidiano	3	Resposta Rápida	32
Interação	0	Dúvida	12
Aluno-Pesquisadora	2	Interação	0
Aluno-Professora	14	Professora-Pesquisad...	1
Dupla-Dupla	8	Dupla-Dupla	1
Aluno-Aluno	6	Aluno-Professora	12
Discurso de Jogo	1	Aluno-Pesquisadora	91
Outros	10	Aluno-Aluno	41
Emoção	10	Abordagem Comunicativa	0
Incentivo	7	Não-Interativo-Autori...	6
Motivação	3	Não-Interativo-Dialóg...	4
Discurso de Aula	0	Interativo-Autoridade	15
Outros	0	Interativo-Dialógico	14
Conteúdo	1	Tipo de Discurso	0
Gestão e Manejo de ...	0	Descontração	4
Agenda	0	Agenda	3
Abordagem Comunicativa	0	Gestão e Manejo de ...	31
Não Interativo-Autori...	0	Procedimental	53
Não Interativo-Dialóg...	0	Conteúdo	60
Interativo-Autoridade	3	Outros	12
Interativo-Dialógico	8	Locutor	1
Locutor	0	Grupo de Alunos	53
Grupo de Alunos	1	Silêncio	499
Z	6	Professora	33
W	5	Pesquisadora	575
X	5	V	41
Y	10	U	87
C3	12	W	39
C2	1	Y	40
C1	1	Z	29
B2	15	C3	105
B1	108	C1	21
A2	261	B2	74
A1	267	B1	230
Silêncio	103	A2	14
Pesquisadora	127	A1	86
Professora	63		

Fonte: autora (2018).

Figura 6 - Linha do tempo codificada no MaxQda



Fonte: autora (2018).

As categorias e subcategorias que não foram abordadas anteriormente, serão explanadas a seguir:

Conceitos do Contexto: Conceitos trocados em sala que diziam respeito a: *Hipóteses* para possível resolução do problema; *Dúvida* quando algo dito em sala que não foi compreendido pelo aluno; *Resposta Rápida* para respostas retóricas às perguntas da professora ou pesquisadora; *Científico* para trocas verbais que estavam relacionadas ao conteúdo; *Cotidiano* para discursos referente ao contexto do cotidiano do aluno; *Conteúdo-Jogo* para quando os alunos voltavam seu discurso para o conteúdo discutido no jogo.

Discurso de Jogo: Trocas verbais trocadas durante o jogo, que expressavam: *Emoção* para os sentimentos de alegria, raiva, desespero e desmotivação; *Incentivo* que mostrava apoio ou estímulo para que seu parceiro(a) continuasse o jogo; *Motivação* quando eles se sentiam desafiados e convertiam os impedimentos em possibilidades de vencer o jogo; *Outros* para assuntos que não estavam relacionados com o jogo.

Discurso de Aula: Momento de discussão sobre o conteúdo das Funções Inorgânicas entre a professora, pesquisadora e os alunos nos momentos 3 e 6 (PlayTest e Jogo Final, respectivamente).

Locutores: Todos os participantes da pesquisa foram identificados por incógnitas, sendo que os alunos *A1, A2, B1, B2, C1, C2 e C3* foram os analisados minuciosamente, e os demais foram denominados de *U, V, W, X, Y e Z*. Marcamos como *Grupo de Alunos (G.A.)* quando os alunos falavam ao mesmo tempo e não tínhamos como distingui-los. O *Silêncio* foi marcado quando não houve fala por parte dos locutores. É importante ressaltar que a aluna *C2*

só participou nos momentos 1, 2 e 3, precisando ser substituída pelo aluno C3 para auxiliar a aluna C1 nos demais momentos.

A última etapa consiste na microanálise que é a seleção das aulas identificando o processo de produção de significados dos alunos, bem como o domínio, apropriação e as interações entre aluno-aluno, aluno-pesquisadora, aluno-professora e dupla-dupla. Por isso, a necessidade das aulas selecionadas serem transcritas. Para isso, tomaremos como base o quadro de conversões proposto por Marcuschi (1986) que foi adaptado por Costa (2016) e será adotado neste trabalho, conforme o quadro abaixo:

Quadro 5 - Guia de conversões das transcrições das aulas

Ocorrência	Sinais	Descrição das ocorrências	Exemplificação
Indicação dos Falantes	P, A1, A2, B1, B2.	Os falantes são indicados em linha, com letras e números.	P, A1, A2, B1, B2
Pausas e Silêncios	(+) ou (2.5)	Para pausas pequenas sugere-se um sinal + para pausas menores que 1 minuto. Pausas em mais de 1.0 minutos, cronometradas, indica-se o tempo.	A2: eu acho que naquela parte de átomos isolados (+) eles sofrem repulsão mútua.
Ênfase	MAIÚSCULA	Sílaba ou palavras pronunciada com ênfase ou acento mais forte que o habitual.	P: E AI pessoal?
Alongamento de vogal	: (pequeno) :: (médio) ::: (grande)	Para alongamentos curtos, médios e longos.	B1: eu não tô querendo é dizer que é: o eu fico até:: o :tempo todo.
Silabação	-	Quando ocorre silabação das palavras.	A2: á-átomo.
Superposição de vozes	[É uma interrupção que ocorre num dado ponto do turno do locutor. A interrupção pode dá início a outro turno também.	P: E eles não são indivisíveis também [Ela A1: fala que não são indivisíveis. P: A teoria de ligações químicas já não diz basicamente o que esse postulado diz.
Simultaneidade e de vozes	[[Usam-se colchetes para dois falantes iniciam ao mesmo tempo um turno.	A1: [[o elétron é uma onda A2: [[o elétron é uma partícula
Indicação de transição parcial ou de eliminação.	... ou /.../	O uso de reticências no início e no final de uma transcrição indica que se está transcrevendo apenas um trecho. Reticências entre duas barras indicam um corte na produção de alguém.	A1: /.../ por exemplo (+) a gente tava falando em desajuste, (+) EU particularmente acho tudo na vida relativo, (1.8) TUDO TUDOTUDO (++) tem um que sã::o ...
Comentários ou explicação do analista	(())	Usa-se essa marcação no local da ocorrência ou imediatamente antes do segmento a que se refere, e para explicar o que está ocorrendo em um diálogo.	((ri)), ((baixa o tom de voz)), ((tossindo)), ((fala nervosamente)), ((apresenta-se para falar)), ((gesticula pedindo a palavra)),

			((inaudível))./
Truncamentos Bruscos	/	Quando o falante corta a unidade pôde-se marcar o fato com uma barra. Esse sinal também pode ser utilizado quando alguém é bruscamente cortado pelo interlocutor.	B1: Professor, isso ai, ele, ele/não era conhecido desde a Grécia?
Pausa preenchida, hesitação ou sinais de atenção.		Usam-se reproduções de sons cuja grafia é muito discutida, mas alguns estão mais ou menos claros.	eh, ah, oh. ih:::,mhm, ahã, dentre outros

Fonte: COSTA (2016, p. 108).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para discutirmos os resultados obtidos ao longo dos encontros com os alunos, delimitados por momentos, faremos por meios dos temas criados que constam no mapeamento das aulas que será discutido no tópico abaixo.

6.1 Mapeamento das aulas

O mapeamento das aulas foi realizado para detalharmos os acontecimentos durante os momentos compartilhados com os alunos. A partir da demarcação, tivemos uma visão ampla dos momentos significantes das aulas e traçamos as categorias que iriam compor a caracterização das aulas. No quadro abaixo explanamos os 7 momentos com a descrição dos eixos estruturadores do modelo topológico de ensino proposto por Giordan (2008) que compõem a sequência didática.

Quadro 6 - Mapeamento da sequência didática

<i>Momento</i>	<i>Tema</i>	<i>Conceito</i>	<i>Atividade</i>					
			<i>Tempo</i>	<i>Propósito</i>	<i>Interação</i>	<i>Recursos</i>	<i>Situação</i>	<i>Descrição</i>
1º Momento 11/05/2018	Ambientação dos discentes.	Apresentação da sequência didática	00:30:00	Apresentar os objetivos e atividades da sequência didática. Após a apresentação, estender o convite aos alunos para selecionar aqueles que se interessariam a participar da pesquisa. E entrega dos termos de consentimento e assentimento.	Interativo - dialógico; Interativo - de autoridade.	Notebook; Data show; Folha A4.	A professora da disciplina deu abertura para a pesquisadora apresentar a sequência didática. Inicialmente a pesquisadora se apresentou e, em seguida, apresentou a sequência didática aos alunos.	Após a pesquisadora apresentar a sequência didática, conversou com os alunos sobre as funções inorgânicas, a fim de verificar quais os conhecimentos os alunos tinham sobre o conteúdo. Logo após, estendeu o convite aos alunos para participarem da pesquisa e os deixou a vontade, para que pudessem demonstrar o

								interesse, anotando seus nomes na folha A4.
2º Momento 14/05/2018	Funções Inorgânicas, o que será? Questionário inicial.	Conhecimento prévio dos alunos sobre as Funções Inorgânicas	01:00:00	Verificar o conhecimento prévio dos alunos acerca das funções inorgânicas, para auxiliá-los durante a sequência didática.	Interativo – dialógico.	Questionário.	Os alunos foram levados para o laboratório de Química para responderem o questionário prévio.	Os alunos apresentaram dificuldade em responder o questionário, o que ocasionou em desânimo, culminando na resposta “não sei” para a maioria das questões que indagavam sobre as funções inorgânicas. Eles arriscaram responder, somente a questão que apresentava as substâncias ácidas e básicas e que pedia para eles identificarem cada uma delas.
3º Momento 15/05/2018	PlayTest do jogo “Planeta Química: uma aventura no cotidiano”	Funções Inorgânicas presente no Jogo “Planeta Química”	01:17:00	Analisar se os alunos conseguem identificar as funções inorgânicas através do jogo.	Interativo - dialógico; Interativo - de autoridade; Não interativo – dialógica.	Jogo; Computador com WebCam; Câmera; Gravador de Voz; Folha A4; Texto.	Os alunos foram levados para o laboratório de informática para participarem do jogo “Planeta Química”. O primeiro momento foi de discussão com a professora sobre o conteúdo e sua visibilidade no cotidiano. Logo após, os alunos tiveram acesso ao jogo. No final, foi dado aos alunos o texto para ser discutido na aula experimental.	Antes da aplicação do jogo, a professora questionou aos alunos se eles conseguiam identificar as funções inorgânicas no seu cotidiano, principalmente na alimentação. Posteriormente fora dada a oportunidade para os alunos jogarem, os quais apresentaram dificuldade para passarem da fase 1, por não saberem balancear a equação, necessitando da ajuda da pesquisadora para balancear e eles pudessem ter contato com a fase 2.
4º Momento 25/05/2018	A química presente em nosso cotidiano.	As funções inorgânicas no cotidiano dos alunos	01:18:19	Demonstrar aos alunos no primeiro experimento que as funções inorgânicas estão	Interativo - dialógico; Interativo - de	Roteiro do experimento; Substâncias ácidas e	A aula experimental foi dividida em dois momentos. No primeiro momento foi	A pesquisadora expôs as substâncias e pediu para que os alunos dissessem se eram ácidas e básicas,

	Aula experimental			presentes nos alimentos que ingerimos diariamente, nos remédios e nos produtos domésticos que usamos constantemente. No segundo experimento, apresentar os efeitos da chuva ácida na plantação, através de uma flor.	autoridade; Não interativo - dialógico; Não interativo - de autoridade.	básicas; Tubos de ensaio e estante; Papel de pH; Indicador de repolho roxo; Pote de vidro; Enxofre; Flor; Câmera; Gravador de Voz;	realizado o experimento dos alimentos e produtos inorgânicos para que os alunos pudessem contemplar o conteúdo em seu cotidiano. No segundo momento foi realizado o experimento da chuva ácida para que os alunos pudessem verificar como ocorreu o processo de destruição da plantação no jogo, através da experimentação com uma flor.	posteriormente fez relação do ácido utilizado na prática com o do estômago para que eles pudessem compreender porque determinados alimentos causam certos sintomas. Os alunos foram convidados para adicionarem o indicador e identificarem as substâncias através do papel de pH. Posteriormente, a pesquisadora realizou juntamente com os alunos o experimento da chuva ácida com flor, instigando os alunos a identificarem o elemento que ocasionou a “chuva ácida” no experimento, para que os alunos relacionassem com o jogo. Problematicizou a emissão de Dióxido de Enxofre (SO ₂) proveniente dos carros e fábricas da cidade e solicitando que os alunos apresentassem soluções para tal situação.
5º Momento 30/05/2018	As funções inorgânicas presentes nos problemas cotidianos. Resolução da lista de exercício	Situações-problemas das funções inorgânicas (Apêndice 6)	00:44:37	Analisar o conhecimento dos alunos na resolução da lista de exercício com situações que envolvem o dia a dia dos alunos.	Interativo - dialógico; Não interativo – dialógico.	Lista de exercício; Computador; Acesso à Internet; WebCam; Câmera; Gravador de Voz.	Os alunos trabalharam na lista de exercício em pares, tendo acesso à internet para que pudessem tirar suas dúvidas e ampliarem seus conhecimentos a fim de discutir e chegar à resposta que parecesse mais convincente a eles.	Os alunos apresentaram mais segurança na resolução da lista, devido o acesso à Internet, onde puderam pesquisar e trocar ideias com seus pares. A atividade buscou aguçar o espírito pesquisador dos alunos, já que as respostas precisavam ser refletidas, exigindo que os alunos levantassem

								questionamentos, buscas hipóteses e soluções. Lembrando que as situações foram pensadas envolvendo o contexto sociocultural dos alunos e fora visto nas atividades anteriormente realizadas.
6º Momento 30/05/2018	Jogo “Planeta Química: uma aventura no cotidiano”	Funções Inorgânicas presente no Jogo “Planeta Química”	00:59:81	Após o playtest, os alunos participaram de toda a sequência didática. E no fim, propomos novamente o jogo para verificar se os alunos conseguiam solucionar os problemas propostos pelo jogo.	Interativo - dialógico; Interativo - de autoridade; Não interativo – dialógico.	Jogo; Computador com WebCam; Câmera; Gravador de Voz.	Neste dia, os alunos já tinham participado de um momento, que foi destinado para da lista de exercício. Após a resolução, eles foram liberados para o intervalo e retornaram posteriormente para dar início ao jogo, como combinado. Os alunos então deram partida ao jogo, diminuindo no tempo da jogada em relação ao playtest, o que demonstra que os alunos estavam mais maduros em relação ao conteúdo científico. Após o jogo, a pesquisadora discutiu com os alunos as questões abordadas na lista de exercício a fim de observar a interação dos alunos e se eles conseguiam produzir significados.	Os alunos estavam mais tranquilos em relação à euforia durante o playtest, acreditamos que foi devido à familiarização com o jogo e com as atividades já realizadas. Eles continuaram a apresentar dificuldades em relação ao balanceamento, porém a dupla que conseguiu resolver esse desafio, se prontificou a ajudar os demais colegas de classe. Na roda de conversa foram discutidos os momentos da sequência didática e explorada a opinião dos alunos, em relação ao último momento (Lista e Jogo), os alunos apontaram que a maior dificuldade em relação ao jogo era o balanceamento da reação e sobre a lista eles não apontaram dificuldades e conseguiram explicar suas opiniões durante a discussão.

7º Momento 06/06/2018	O que eu aprendi? Questionário Final	Funções Inorgânicas e Avaliação do Jogo.	00:35:00	Verificar o conhecimento dos alunos sobre as funções inorgânicas, após a aplicação da sequência didática.	Interativo – dialógico.	Questionário.	Os alunos foram levados para o laboratório de Química para participarem do questionário final. O questionário continha questões para que os alunos avaliassem o jogo e também as mesmas questões sobre as Funções Inorgânicas do questionário inicial para verificar se os alunos conseguiram produzir significados após a aplicação do jogo, experimentação e lista de exercício, já que eles apresentaram muita dificuldade no primeiro questionário.	Os alunos apresentaram facilidade em responder o questionário. Apesar de estarem em conjunto, eles responderam individualmente o questionário. Eles apontaram que foi fácil comparado ao primeiro questionário realizado.
--------------------------	---	--	----------	---	-------------------------	---------------	---	---

Fonte: autora (2018).

Nos tópicos abaixo serão discutidos com mais detalhes os momentos ocorridos durante a sequência didática, bem como as trocas verbais que caracterizam a produção de significados dos alunos.

6.1.1 Momento 1: Ambientação dos alunos a sequência didática

No momento 1 foi apresentado aos alunos a sequência didática e estendido o convite para participarem da pesquisa. Foram inscritos 15 alunos, os quais receberam o termo de consentimento e assentimento. Após a apresentação, foram realizados alguns questionamentos, tais como: 1) “Quais são as funções inorgânicas?”, 2) “Como vocês conseguem identificar as funções inorgânicas?” e 3) “Vocês identificam no cotidiano?”. Porém, os alunos não conseguiram responder nenhum dos questionamentos de forma aprofundada, somente responderam a 1ª questão quando a pesquisadora mencionou a palavra “ácido”, os alunos acrescentaram as “bases”, sem mencionar os óxidos e os sais. Na 2ª questão eles responderam que através do “*aquele bichinho que tem o número 7*”, dando-nos a entender que podemos saber o pH através do papel indicador. Na 3ª questão eles mencionaram o refrigerante como ácido e o sabão como básico.

6.1.2 Momento 2: Funções Inorgânicas, o que será? - Questionário inicial.

O segundo momento foi mais limitado o contato da pesquisadora com os alunos, pois foi dado o questionário prévio para que fosse respondido.

O questionário estava dividido em duas partes (Apêndice 2). Na primeira parte, buscamos conhecer mais sobre os alunos. Constatamos dos participantes inscritos, que seis (6) são do gênero feminino e nove (9) do masculino, variando de 14 a 17 anos de idade, todos fazendo uso de equipamentos eletrônicos, tais como: notebook, computador, smartphone, tablet e smart TV e com acesso à internet diariamente ou por vezes durante a semana. Dos 15 participantes, somente dois afirmaram não gostar de jogos digitais (um menino e uma menina) e 4 dos inscritos apontaram que os jogos nunca lhes trouxeram benefícios, porém os demais destacaram os benefícios, como: *movimentação, interação social, estratégias, raciocínio lógico, rapidez, paciência, reflexo e aprendizagem*.

Na segunda parte do questionário buscamos saber a relação dos alunos com a Química, em especial com o conteúdo das Funções Inorgânicas. Na primeira pergunta, buscamos saber se os alunos achavam a Química interessante, dos 15 (quinze) alunos: 2 (dois) apontaram que “não”, porque não conseguiam ver sua aplicação e nem compreender os conteúdos porque a Química é difícil e complexa, 1 (um) aluno destacou que sua dificuldade em aprender é devido a sua falta de conhecimento; 7 (sete) disseram que “mais ou menos”, porque conseguem olhá-la em seu cotidiano, fazendo parte da grade curricular e porque é bom

aprender; 6 (seis) disseram que “sim”, porque está presente no nosso dia a dia e faz parte da vida, estando em todos os lugares e que através da Química se aprende coisas importantes.

Na segunda pergunta, os alunos foram questionados se consideravam importante a aprendizagem das funções inorgânicas, dez (10) alunos apontaram que “sim”, pois esse conteúdo é aplicado na vida, estando presente no cotidiano e será necessário seu conhecimento no futuro; cinco (5) alunos disseram “não” porque não conseguem enxergar sua importância e um (1) destacou não gostar da química.

No terceiro questionamento pedimos aos alunos para destacarem as 4 (quatro) funções inorgânicas, porém 14 alunos afirmaram “não” saberem, enquanto que a aluna C1 destacou somente os ácidos. Não acreditamos que os alunos não soubessem citar as funções inorgânicas, pois já tinha sido discutido com a professora e os próprios alunos que nomearam para a pesquisadora na ambientação da sequência didática. Mas pontuamos, que os alunos poderiam não compreender o significado do termo, devido a pouca relação que tiveram com o conteúdo em estudo.

Para investigarmos melhor a aprendizagem dos alunos, propusemos algumas situações problemas que envolvessem seu cotidiano, para que pudessem articular/relacionar com os conteúdos estudados. No quarto questionamento, a problemática era a seguinte: “Sua mãe foi ao supermercado e comprou alguns produtos para casa, dentre eles: café, refrigerante, feijão, chocolate, sabão em pó e vinagre. Quais os produtos ácidos e básicos?” Os palpites dos alunos foram: 9 (nove) refrigerante, 1 (um) chocolate, 8 (oito) sabão, 7 (sete) vinagre e 3 (três) café como substâncias ácidas, e 6 (seis) café, 9 (nove) feijão e 7 (sete) para chocolate como substâncias básicas. Ao questionarmos sobre a diferenciação, alguns não souberam responder, enquanto outros destacaram: *pH, composição das substâncias, reação que causam no corpo, a pressão exercida no recipiente e pelos seus nomes.*

Na sexta questão propomos o seguinte problema: “Seu pai irá pintar a parede utilizando a cal, também conhecida como Hidróxido de Sódio $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$. Diga qual a função inorgânica da cal e justifique sua resposta”. Neste questionamento esperávamos que os alunos apontassem “as bases”, mas todos os alunos responderam “*não sei*”.

A última questão buscava explorar a função inorgânica dos óxidos, através da seguinte problemática: “Muitas pessoas quando querem mudar a cor dos cabelos, utilizam a água oxigenada ou peróxido de oxigênio (H_2O_2) para descolorir. Você identifica a função inorgânica do (H_2O_2)? Porquê?”. No entanto, nesta questão também não tivemos retorno, os alunos responderam “*não sei*”.

Nos questionamentos problematizadores (6º e 7º), esperávamos que os alunos identificassem através da fórmula molecular a base (OH- Hidroxila) e o óxido (O - Oxigênio). No entanto, pudemos ver que a dificuldade dos alunos estava em fazer essa relação do elemento ou grupo funcional com as funções inorgânicas.

Nesse primeiro momento de contato com as dificuldades dos alunos, procuramos auxiliá-los na aprendizagem do conteúdo. Para isso, preparamos para o momento posterior a discussão do conteúdo entre a professora e os alunos, a fim de que os alunos pudessem expressar seus conhecimentos sobre as Funções Inorgânicas e fossem esclarecidas as dúvidas. Também propomos a participação dos alunos no jogo, para que fossem discutidos os temas apresentados pelo jogo, de forma que os alunos pudessem ter uma visão geral sobre o conteúdo e ao longo da sequência didática, fossem esclarecidas as dúvidas.

6.1.3 Momento 3: PlayTest do jogo “Planeta Química: uma aventura no cotidiano”

O playtest foi dividido em 3 momentos: (i) iniciação da docente da disciplina, indagando aos alunos sobre o conteúdo das funções inorgânicas; (ii) primeiro contato dos alunos com o jogo; (iii) finalização da discussão dos alunos com a pesquisadora. Foi empregada esta divisão para que pudéssemos criar uma conexão entre os momentos, sendo que no momento (i) buscávamos deixar os alunos a vontade com a professora, pois como a docente já tinha nos avisado que não trabalhou o conteúdo por completo, observaríamos na discussão o que havia sido abordado por ela e entendido pelos alunos. Desta forma, no momento (iii) seguimos com questionamentos básicos, recapitulando perguntas feitas pela docente no momento (i), e questionando os alunos sobre o conteúdo das funções inorgânicas aplicado ao jogo. Caracterizamos os momentos (i) e (iii) como discurso de aula, devido a discussão do conteúdo científico, e o momento (ii) como discurso de jogo pelas interações trocadas durante o jogo.

Durante este momento, somente as duplas A, B e C foram analisadas minuciosamente, por estarem utilizando computadores em que estavam instaladas as webcams. Inicialmente, foram analisadas as respostas escritas nas folhas A4, distribuídas anteriormente para anotações relacionadas sobre o jogo. A dupla A não fez nenhuma anotação na folha. A dupla B no início da folha já discriminou as quatro funções inorgânicas, anotou a definição de ácido e base que apareciam no jogo segundo Arrhenius e identificou como ácidas e básicas as substâncias do cotidiano que apareceram para neutralizar o Ácido Sulfúrico da bateria do carro, como: “água sanitária – ácido, vinagre – ácido e água – base”. A

dupla C anotou as “substâncias”, “béquer”, “sais”, “água”, “ácido sulfúrico” e “bicarbonato de sódio”, identificando as vidrarias e os produtos disponíveis no jogo ao longo das fases, além da definição de ácido e base segundo Lewis e a definição de óxidos ácidos e básicos que estavam disponíveis no livro da 2ª fase, além de diversas tentativas de balanceamento do ácido sulfúrico com o Na_2CO_3 (carbonato de sódio), NaHCO_3 (bicarbonato de sódio) e Na_2SO_4 (os alunos criaram esta fórmula a partir da junção do cátion e ânion que estavam disponíveis para o balanceamento). No final da folha, as alunas da dupla C, anotaram o balanceamento correto do ácido sulfúrico com o bicarbonato de sódio, podemos supor pela gravação da aula que elas anotaram o balanceamento quando a dupla B estava auxiliando-as no balanceamento do jogo.

No momento (ii) destinado para a participação no jogo, observamos que todos os alunos apresentaram dificuldade no balanceamento da reação química envolvendo o Ácido Sulfúrico. No entanto, esta dificuldade não estava em equilibrar os reagentes com os produtos, mas em identificar a fórmula molecular do Bicarbonato de Sódio. Inicialmente, eles sabiam que o Bicarbonato de Sódio neutralizaria a reação, porém eles não sabiam sua fórmula química, o que paralisou todos os alunos por quase 40 minutos. Então, a pesquisadora decidiu balancear a equação para que os alunos pudessem conhecer a 2ª fase do jogo, visto que já estavam desgastados e queriam ir embora, porque já tinha ultrapassado o horário do intervalo. Após a pesquisadora balancear a equação, os alunos deram continuidade, desbravando as demais fases do jogo.

O momento do PlayTest foi bom para interagir e identificar, através do jogo e dos questionamentos da professora e pesquisadora, as dificuldades dos alunos em reconhecer as funções inorgânicas e em balancear a equação química. Tais dificuldades também foram observadas e relatadas pelos próprios alunos à pesquisadora, ao final do jogo. O diálogo transcrito está apresentado no quadro 9, no momento 6.3.1.

Para finalizar o momento, a pesquisadora preparou uma História em Quadrinhos (Apêndice 8) que tratava sobre a narrativa do Jogo "Planeta Química"², para que os alunos pudessem ter maior envolvimento a partir do conhecimento sobre o jogo. Porém, os alunos já estavam cansados por terem passado muito tempo jogando e não deram atenção quando a pesquisadora anunciou sobre a História em Quadrinhos (HQ). Dessa forma, a pesquisadora optou por apresentar aos alunos a HQ em um momento posterior, o que acabou não acontecendo devido as muitas atividades realizadas.

² A História em Quadrinhos do jogo "Planeta Química" está disponível no apêndice 8 para que o leitor conheça o jogo e também mergulhe em sua história.

6.1.4 Momento 4: A química presente em nosso cotidiano - Aula experimental.

A aula experimental foi discutida a partir da temática “A química presente em nosso cotidiano” e contou com 12 (doze) alunos. A aluna C2 não compareceu na aula, sendo substituída pelo aluno C3, que anteriormente era identificado como aluno T. Inicialmente não foi solicitado aos alunos que se organizasse em duplas, pois todos estavam muito próximos ao redor da bancada e imaginávamos que seria complicado analisar minuciosamente os 6 (seis) alunos, optando por analisar todos os que participassem na discussão dos experimentos. Porém, no momento da observação do pH das substâncias e preenchimento do roteiro, foi pedido que os alunos se reunissem com suas duplas.

Inicialmente, solicitamos que os alunos relatassem um pouco da aprendizagem a partir do texto-base (Apêndice 9), porém nenhum dos alunos presente realizou a leitura do texto. Então, a pesquisadora em poucas palavras explicou um pouco sobre o contexto histórico da descoberta dos ácidos, das bases e dos indicadores e deu continuidade para realização dos experimentos.

No experimento 1, a pesquisadora realizou a parte A (como consta no Apêndice 3) e foi convidando os alunos para participarem da parte B. Na parte A do experimento, a pesquisadora fez a diluição do Ácido Sulfúrico e do Hidróxido de Sódio a fim de demonstrar aos alunos a escala de pH, a partir da coloração de cada substância. Esse momento foi oportuno para que os alunos pudessem compreender a variação dos valores na escala de pH. Em seguida, os alunos iriam distinguir as substâncias como ácidas ou básicas a partir do uso do papel de pH. A discussão neste experimento girou em torno das substâncias e suas reações, como por exemplo: Os alunos afirmaram que o refrigerante era ácido devido ao seu pH e que por isso causava queimação no estômago. Quando questionados sobre o que poderiam tomar para aliviar essa queimação, eles responderam que o "Sonrisal", por ser um antiácido neutralizaria o ácido no estômago, aliviando o desconforto.

A pesquisadora realizou o experimento 2 (como consta no Apêndice 3) e pediu para que os alunos observassem a flor. Eles identificaram que a flor “perdeu cor” e “murchou”, quando questionados o motivo, eles levantaram as seguintes suposições: alta temperatura do recipiente e a presença do enxofre. A pesquisadora instigou o que o enxofre ocasionou e qual relação com o jogo, então eles falaram que o Enxofre era uma das moléculas que saía das chaminés da fábrica. A pesquisadora pediu que os alunos explicassem qual fenômeno correspondia ao observado, eles afirmaram que o experimento representava a chuva ácida que estava presente na 2ª fase do jogo, identificando também os potencializadores da

poluição e relacionando com os poluentes do no nosso cotidiano. Por fim, foi pedido aos alunos para proporem uma solução para tal situação, com base na 2ª fase, deste modo eles propuseram o uso da cal nas chaminés das fábricas.

A aula experimental foi essencial para que pudéssemos observar a relação do jogo na construção da aprendizagem dos alunos, bem como esclarecer a importância da Química em nosso cotidiano. Esse momento foi marcado pela participação contínua dos alunos, com respostas rápidas aos constantes questionamentos, bastante hipóteses e dúvidas aos problemas suscitados (Ver momento 6.3.2 no quadro 10).

6.1.5 Momento 5: As funções inorgânicas presentes nos problemas cotidianos - Resolução da Lista de Exercício

Os 10 (dez) alunos presentes foram levados para o laboratório de informática para responderem a lista de exercício (Apêndice 6). Foi permitido o acesso à internet para pesquisar sobre o conteúdo das funções inorgânicas, evitando respostas em branco, já que as questões eram mais contextualizadas e os alunos tiveram pouco contato com o conteúdo. Cada aluno recebeu uma folha A4 para registro das respostas, dessa forma observaríamos como os alunos construíram suas respostas individualmente a partir da discussão com seus pares. Suas respostas estão transcritas no quadro abaixo:

Quadro 7 - Respostas dos alunos da Lista de Exercício

Questão	Dupla A	Dupla B	Dupla C
1	A1- “sabão em pó e vinagre (ácido) e detergente (base)”. "O sabão em pó e " A2- “refrigerante (ácido) e sabão em pó (base)”.	B1 e B2- vinagre, suco de caju e acerola, refrigerante e banana (ácido) - “pH menor que 7”. Sabão em pó e água sanitária (base) – “pH maior que 7”.	C1 e C3- “água sanitária, refrigerante, vinagre, suco de caju e acerola (ácido). Sabão em pó e banana (base)”.
2	A1- “Porque o estômago está muito ácido, no caso para diminuir a acidez do estômago. Coca-Cola, café” A2- “Para diminuir a acidez no estômago. Refrigerante e café”	B1- “Para evitar que a gastrite leve venha ocasionar uma coisa mais grave. // Café, refrigerante, suco de fruta, chocolate, sorvete, açúcar, manteiga e etc., por causa do índice de acidez.” B2- “Para evitar uma doença mais avançada, pois os produtos ácidos podem piorar a situação, pois eles são os verdadeiros causadores. // Café, bebidas alcoólicas, refrigerante,	C1- “Porque alimentos ácidos quando muito consumidos acabam gerando a perda de massa muscular, pedra nos rins, retenção de líquidos e até a diminuição da capacidade mental, então cortando-os da nossa alimentação pode impedir essas doenças. Os alimentos que eu eliminaria: refrigerante, chocolate, bebidas alcoólicas, café e ketchup e maionese.

		manteiga, sorvete, açúcar, manga, maçã, uva, etc.”	C3- “Para diminuir a acidez do estômago. Alimentos que evitaria: refrigerante, chocolate, batata frita e manteiga”.
3	A1 e A2- “Para elimina-lo, terá bons resultados com utilização de uma solução de 0,3M de citrato de sódio e 1M de bicarbonato de sódio, com posterior adição de 1g de ditionito de sódio”	B1 e B2- “Plantaria árvores nativas que conseguem despoluir o solo”.	C1- “O que eu faria para melhorar o solo seria fazendo a plantação de plantas nativas. A fitorremediação é um método que pode ser utilizado na descontaminação de áreas indústrias ou mineração. Eu faria pela população a dexocidação do solo”. C3- “Algumas plantas nativas podem recuperar o solo poluído por óxido de ferro (FeO).
4	A1- “São causados pelo óxidos de nitrogênio e enxofre” A2- “Esse monumento pode estar deteriorada por ... (não dá para entender) tiver a chuva ácida ou irresponsabilidade dos governantes do Maranhão”	B1- “Porque o ácido é um elemento corrosivo. Assim como a chuva ácida que deteriora a estátua”. B2- "A estatueta está deteriorada por causa da chuva ácida, pois o ácido é um elemento corrosivo".	C1- “Por causa da chuva ácida, o enxofre e o nitrogênio”. C3- “Pela ação do sol e chuva ocorre que a estátua se deteriora-se aos poucos por está exposto as ações da natureza. Devido a chuva ácida que corrói os monumentos”.
5	A1- “Porque elimina suas bactérias (melhor dizendo, no peixe tem o grupo funcional AMINA que é de caráter básico e o limão tem ácido acético na sua formação”. A2- No peixe tem o grupo funcional amina que é de caráter básico. O limão tem ácido acético na sua formação C grupo funcional ácido carboxílico/ácido laico. A base amina com o ácido reagem, reação de neutralização. No entanto, a redução do cheiro não é 100% porque ambos são fracos”	B1- “Porque ele é um ácido acético”. B2- “Porque ele é um ácido acético, então ele neutraliza o cheiro do peixe”.	C1- “Porque o limão possui ácido acético em sua formação, logo neutraliza, reduzindo o cheiro”. C3- “O limão tem acético na sua formação (grupo funcional ácido carboxílico), ácido, ... (não dá para entender), a base com o ácido reagem, reação de neutralização, a redução do cheiro não é 100%, pois ambos são fracos”.

Fonte: autora (2018).

As respostas das duplas A, B e C, foram acompanhadas com a gravação da tela do computador, que nos permitiu saber as fontes de pesquisa dos alunos, para que pudéssemos compreender os caminhos trilhados para construção do conhecimento das Funções Inorgânicas.

Ao analisarmos as respostas da dupla A para a questão 1, observamos que o A1 apresenta o sabão em pó como ácido, porém quando ele observa que o A2 tinha o classificado como básico, ele começa a pesquisar de diversas formas se o sabão em pó é ácido ou básico e seu pH, somente após entrar em um site que apresentava o pH 11,5 e sua classificação como composto básico, ele ainda com um semblante duvidoso só escreve na folha "*O sabão em pó e*". A dupla B teve o cuidado de pesquisar o pH de cada substância listada na questão e as separou corretamente em "*base, porque seu pH é maior que 7; ácido, porque seu pH é menor que 7*". A dupla C respondeu corretamente quais as substâncias ácidas e básicas, exceto a água sanitária que foi classificada como ácida. Em busca de encontrarmos uma explicação, vimos no vídeo que os alunos tiraram tal conclusão ao ler a seguinte afirmativa "*é um sal obtido de neutralização entre o **ácido** hipocloroso e o hidróxido de sódio*". Como os alunos pesquisaram "*a água sanitária é base ou acida*", o Google destaca em negrito as palavras digitadas na caixa de pesquisa, então destacou as palavras **água sanitária e ácido** no trecho inicial, dando a entender aos alunos que a água sanitária é um ácido.

Na questão 2, a dupla A respondeu sem pesquisar na Internet. A dupla B apresentou resposta baseada na tabela dos alimentos altamente, moderadamente e levemente ácidos do site "*Tua Saúde*". Os alunos escolheram os alimentos altamente ácidos, com exceção da manteiga que é moderadamente ácida e explicaram que causam gastrite devido ao índice de acidez. A dupla C também se baseou em um texto do site "*Tua Saúde*" que tratava dos "*Perigos de uma alimentação básica*", a aluna C1 descreveu os perigos dos alimentos ácidos e denominou quais alimentos eliminaria, enquanto que o aluno C2 foi mais sucinto na resposta, listando somente os alimentos que fazem parte da sua rotina, denominando os salgados e a batata frita como ácidos.

Para responderem a questão 3, a dupla A se baseou no artigo "*Um método para eliminar o Óxido de Ferro impregnado nas fibras de Rami*". Imaginamos que os alunos escolheram esse artigo, por se tratar de uma planta e o problema sugerido se referir a plantação do Sr. Francisco. A resposta seguiu a risca a metodologia proposta no artigo, considerando até mesmo as concentrações. Essas respostas nos demonstram que os alunos não conseguiram ponderar as fibras e os reagentes que foram utilizados na análise, comparados com todo o solo contaminado com o Óxido de Ferro. Acreditamos que os alunos não tiveram

curiosidade para descobrir se o problema da barragem de Mariana foi solucionado. A dupla B sugeriu a plantação de árvores nativas para recuperar o solo, porque o B1 contou que seu pai tem terra e para fertilizar o solo é plantado uma certa árvore, primeiramente ele nomeou-a como "*alqueiros*", só que ao pesquisarmos vimos que alqueires é uma medida agrária utilizada nos solos e não uma árvore, imaginamos que seja uma palavra bastante empregada pelo seu pai e que provavelmente foi interpretada pelo aluno como uma árvore. Uma discussão importante entre a dupla B (abaixo), nos mostrou a dificuldade dos alunos em reconhecer os óxidos ácidos e básicos, embora a linha de pensamento esteja coerente.

B1: Jogaria cal na terra...

B2: Mas tipo assim, se cal é básico e básico só...

B1: Neutraliza...

B2: Neutraliza ácidos e [*incompreensível*] é óxido.

A dupla C respondeu à questão 3 com base na matéria "*Plantas nativas para recuperar solos poluídos*" publicada no Jornal da USP como pesquisa de pós-doutorado. Os alunos compreendendo superficialmente o processo da fitorremediação, o propuseram para desoxidar o solo da população.

A dupla A pesquisou a resposta da questão 4 da seguinte forma: "*Uma estátua fica deteriorada por causa da chuva e do sol porque*". A achamos interessante a forma de pesquisa, pois na questão afirmamos que a estátua estava deteriorada e os alunos concluíram que "*a chuva e o sol*" contribuíram para isso. No entanto, o A1 sintetizando a resposta proposta pelo site dos vilões da chuva ácida, denominou o "*óxido de enxofre e nitrogênio*", enquanto que o A2 atribuiu tal fenômeno a chuva ácida e ainda acrescentou que seria por "*irresponsabilidade dos governantes do Maranhão*", referindo-se ao descaso das autoridades públicas do Maranhão quanto aos patrimônios da cidade. Na discussão entre a dupla B e C, a dupla B afirmou que a resposta da 4ª era muito fácil e que não precisaria do uso da Internet, explicando que a estátua estava deteriorada por causa da chuva ácida. A dupla C, após conversar com a dupla B pesquisou sobre a deterioração das estátuas, onde a aluna C1 responde na folha que esse problema foi ocasionado pela chuva ácida informando ainda os elementos poluentes atmosféricos e o aluno C3 explicou que a chuva ácida era a causadora da ação e sugeriu a ação da natureza (sol e chuva) na deterioração das estátuas.

Na questão 5, o A2 somente copiou a resposta do site "*Yahoo! Respostas*" e o aluno A1 apresentou a diminuição do odor decorrente da eliminação da amina. Compreendemos que a palavra "*amina*" foi nova para os alunos e embora houvesse uma pequena explicação no título da questão, não foi suficiente para que o aluno entendesse de

imediatamente. A dupla B não pesquisou a questão, pois a dupla C lhes deu a resposta para que eles pudessem sair para o intervalo, por isso não houve discussão entre a dupla B para chegar a uma resposta em comum como ocorreu nas demais questões. A dupla C se baseou no site "*Yahoo! Respostas*" para responder a questão, a aluna C1 simplificou a resposta e o C2 copiou toda a resposta do site.

Neste momento, observamos a troca entre aluno-aluno e dupla-dupla, o que foi interessante para pesquisa, pois notamos o quanto o discurso do outro influencia na opinião ou possibilita mais discussões, a fim de chegar a uma resposta coerente para ambos. Como aponta Wertsch (1985) as relações sociais que são estabelecidas durante as discussões são as bases para as funções mentais e são mediadas por instrumentos que auxiliam na solução de problemas psicológicos (VIGOTSKI, 2001; WERTSCH, 1985).

É importante destacar, que o uso da Internet também foi surpreendente, pois os alunos não utilizaram todas as respostas ofertadas e transcreveram para o papel, mas permitiu que os alunos discutissem e posteriormente, elaborassem suas respostas. As diferentes respostas nos permitiram observar que embora as fontes de pesquisa na Internet fossem as mesmas e as discussões apontassem para uma mesma resposta, os alunos produziam significados de formas distintas, isto porque cada significado é oriundo do contexto sociocultural de cada aluno. Como afirmam Pereira e Ostermann (2012) os “processos mentais” e o “contexto sociocultural” são “momentos” participantes da unidade de análise que estão em contato dinâmico. Por isso, concordamos com Giordan (2008, p. 292) quando aponta:

O que se inicia em um contexto situacional de uma atividade conjunta, mais tarde se torna contexto mental compartilhado de uma experiência, permitindo que o professor e alunos continuem o processo de elaboração de ideias apenas por meio da fala, da escrita ou de outras linguagens. Neste movimento da sala de aula, a atividade e o discurso do passado tornam-se contexto mental compartilhado no presente.

Também podemos visualizar a ação mediada através da tensão irreduzível entre os alunos e a ferramenta cultural fornecida, a Internet, ou seja, através da atuação dos alunos com a ferramenta, eles puderam responder os questionamentos propostos. Sabendo que a ferramenta não pode realizar nenhuma ação sozinha e nem os indivíduos podem realizar a ação isoladamente, porém quando os indivíduos atuam em conjunto com a ferramenta, eles conseguem solucionar os problemas (PAULA, ARAÚJO, 2013; PEREIRA, OSTERMANN, 2012).

6.1.6 Momento 6: Jogo “Planeta Química: uma aventura no cotidiano”

Os alunos tiveram mais facilidade com o jogo, devido o PlayTest e por já conhecerem os desafios nas fases. Desta forma, conseguiram jogar com mais rapidez, porém apresentaram a mesma dificuldade no balanceamento da equação química.

Dessa vez, a pesquisadora não se disponibilizou para colocar a resposta correta do balanceamento, por ter realizado isso no PlayTest e ter solicitado aos alunos que pesquisassem sobre a reação de neutralização do Ácido Sulfúrico com o Bicarbonato de Sódio. No entanto, os alunos não realizaram a pesquisa e necessitaram da dupla B, que sabia balancear a equação, para auxiliá-los a chegar na 2ª fase.

Sabemos que é difícil a compreensão da linguagem química quando utilizados termos como "equilíbrio" e "transformação" para se referir às reações químicas. A dificuldade aumenta consideravelmente quando se utiliza o modelo atômico molecular no rearranjo dos átomos dos reagentes e na formação dos átomos que irão compor os produtos, complexificando ainda mais quando da necessidade do domínio dos conceitos de íons, moléculas, átomos e elementos químicos (NERY; LIEGEL; FERNANDEZ, 2006).

Complementamos que a ausência do conhecimento sobre o conteúdo de nomenclatura dos compostos inorgânicos, ocasionou a dificuldade dos alunos em relacionar a substância com sua fórmula química, limitando o prosseguimento no balanceamento das equações.

Essas dificuldades são decorrentes da ausência de abordagens e discussões sobre o conteúdo de Funções Inorgânicas, em específico da nomenclatura. Pois observamos que os alunos desconheciam e confundiam a fórmula do Bicarbonato (NaHCO_3) com a fórmula química do Carbonato de Sódio (Na_2CO_3), acarretando o cansaço mental e o desejo em desistir do jogo no desafio do balanceamento.

6.1.7 Momento 7: O que eu aprendi?-Questionário Final

Foi pensado a realização do questionário final (Apêndice 7) para compararmos com as respostas do questionário inicial, a fim de observarmos a construção do conhecimento dos alunos ao final da sequência didática. As respostas dos alunos estão contidas no quadro abaixo:

Quadro 8 - Respostas dos alunos do Questionário Final (Parte I)

Questão	Dupla A	Dupla B	Dupla C
1.1	A1- “Bases, sais, óxidos, ácidos”. A2- “Bases, sais, óxidos, ácidos”.	B1- “Ácidos, bases, sais, óxidos”. B2- “Ácido, básico, sais, óxidos”	C1- “Sais, bases, ácidos e óxidos”. C3- “Ácidos, bases, sais, óxidos”.
1.2	A1- “Sim, por exemplo materiais como: água sanitária, refrigerantes, sabão em pó e etc.”. A2- “Não”	B1- “sim”. B2- “Sim, pois várias coisas no cotidiano que tem essas funções”.	C1- “Sim, nos alimentos, materiais de limpeza, etc”. C3- “Sim principalmente na cozinha de casa”.
1.3	A1- “Ácidos- refrigerante, sabão em pó e água sanitária. Básicos-vinagres e suco de laranja”. A2- “Ácidos- refrigerante, suco de laranja, sabão em pó. Básicos- vinagres e água sanitária”	B1- “Ácidos- suco de laranja, refrigerante, água sanitária. Básicos- sabão em pó e vinagre”. B2- “Ácidos- suco de laranja, refrigerante Jesus, vinagre. Básicos- sabão em pó e água sanitária”.	C1- “Ácidos- refrigerante Jesus, vinagre, água sanitária. Básicos- suco de laranja, sabão em pó”. C3- “Ácidos- suco de laranja, refrigerante Jesus, vinagre e água sanitária. Básicos- sabão em pó”.
1.4	A1- “Com o valor de pH de cada um ...” A2- “Pelo pH”.	B1- “Pela tabela de pH”. B2- “Pela quantidade pH se for abaixo de 7 é ácido/ acima 7 básico”.	C1- “Por meio do pH, e também por meio da acidez”. C3- “Lembrei dos estudos passados”.
1.5	A1- “Base”. A2- “Bases”.	B1- “Pela tabela”. B2- “Básica pois seu pH e maior que 7”.	C1- “Cal é um óxido”.
1.6	A1- “Óxido” A2- “Básico, pH abaixo de 7”.	B2- “Óxidos porque o oxigênio”.	C1- “O H ₂ O ₂ é um óxido”.

Fonte: autora (2018).

Ao compararmos as respostas dos alunos do questionário final com o inicial, pudemos observar o avanço na compreensão do conteúdo ao responderem a maioria dos questionamentos de forma correta, tendo maior dificuldade na identificação dos produtos ácidos e básicos (1.2). Os alunos tiveram muita dificuldade em identificar o sabão em pó e a água sanitária como produtos básicos. Porém, a pesquisadora buscando explicações para tais respostas, pois os alunos já tinham sido levados ao laboratório e realizado experimentos com esses produtos, recorreu ao relatório e aos vídeos da experimentação para analisar os motivos que interferiram nessa confusão.

Após assistir ao vídeo, vimos que o pH da água sanitária deu 4 e que a sua cor alterou de verde para amarelo (amarelo correspondia ao pH 11). Ao compararmos a coloração do tubo contendo água sanitária com o tubo amarelo, veremos que é uma substância básica, porém a pesquisadora não se atentou no momento para divergência entre o pH do papel e o da coloração, não realizando nenhuma objeção. No entanto, para explicar o motivo de termos encontrado o pH 4 para água sanitária, apontamos a imprecisão no papel de pH, visto que antes de utilizarmos verificamos seu vencimento, que já tinha passado 1 ano e 3 meses até a

data da realização do experimento. Devido a essa falha, os alunos levaram essa resposta para a lista de exercício e para o questionário final. Assim, lamentamos e ressaltamos a importância da pesquisadora estar atenta às respostas dos alunos, para ir corrigindo falhas que venham a aparecer, pois quando despercebidas, podem ser incorporadas ao horizonte conceitual dos alunos, até que alguma situação lhes mostre a resposta correta.

A resposta da aluna C1 ao questionamento 1.5, nos levou a pensar se em algum momento da sequência didática foi mencionado a cal como óxido ou se a informação contida no livro na fase 2, deixou transparecer tal informação. Porém, foi visto nos vídeos que durante todas as discussões, estávamos tratando da cal hidratada $[Ca(OH)_2]$. Nos questionamentos 1.5 e 1.6 esperávamos que os alunos identificassem as Funções Inorgânicas através dos cátion/ânion e o elemento químico, ou seja, a base pelo (OH) e o óxido pelo Oxigênio (O). Porém, somente a dupla B identificou o Oxigênio do óxido H_2O_2 na questão 1.6.

Para sabermos a concepção dos alunos sobre o uso do jogo "Planeta Química", traremos no quadro abaixo a parte II do questionário final.

Quadro 9 - Respostas dos alunos do Questionário Final (Parte II)

Questão	Dupla A	Dupla B	Dupla C
2.1	A1- "Pode aprender melhor sobre as funções inorgânicas". A2- "Balanceamento e as 4 funções inorgânicas".	B1- "Aprendi alguns elementos que antes não tinha conhecimento". B2- "Aprendi que para neutralizar um ácido eu preciso de uma base"	C1- "Conhecimento sobre acidez, pH, funções inorgânicas, misturas, chuva ácida". C3- "O balanceamento, identificar um ácido e uma base"
2.2	A1- "Foi a de balancear a equação". A2- "As fases do jogo"	B1- "Na hora do balanceamento do jogo". B2- "Montar a equação".	C1- "Dificuldades em relação ao balanceamento de equações". C3- "Balanciar a equação".
2.3	A1- "Não, como muita coisa por exemplo as fabricas que liberam gases poluentes". A2- "Sim".	B1- "A chuva ácida e a poluição dos carros". B2- "Não, pois mostra produtos que utilizamos no dia a dia".	C1- "Não. os alimentos, a chuva ácida, fenômenos naturais". C3- "O jogo é bem parecido com nossa realidade porque nos observamos esses elementos no nosso dia a dia".

Fonte: autora (2018).

A partir das falas, observamos que o jogo teve participação significativa na aprendizagem dos alunos quanto ao conhecimento das 4 (quatro) funções inorgânicas, elementos químicos, neutralização dos ácidos e bases, pH e chuva ácida. A resposta 2.1 da C3 que aprendeu sobre "*misturas*" nos permite especular que a aluna quis expressar a neutralização do ácido sulfúrico com o bicarbonato de sódio.

Podemos inferir que os alunos reconhecem suas dificuldades em balancear a equação. No entanto, a dificuldade não estava em igualar as quantidades de reagentes com as dos produtos, mas na ausência do conhecimento sobre nomenclatura das substâncias inorgânicas. Tal conclusão foi evidente, ao ver que todos os alunos sabiam que o bicarbonato de sódio neutralizaria o ácido sulfúrico, mas eles não conseguiam balancear devido ao jogo solicitar a escolha do reagente pela sua fórmula química.

A dificuldade em conhecer a nomenclatura das substâncias inorgânicas também limitou a identificação dos ácidos, bases, óxidos e sais apresentados por produtos do cotidiano que estavam no jogo rotulados pela fórmula, para que fosse trabalhado posteriormente com os alunos a nomenclatura, porém ficou pendente a discussão e os alunos acabaram por não compreender a intenção dos produtos no jogo.

6.2 Mapeamento das categorias

Os dados categorizados estão contidos nos gráficos seguintes e são referentes ao contato inicial dos alunos com o jogo (3º momento - PlayTest), a experimentação ácido-base e da chuva ácida (4º momento) e ao último contato dos alunos com o jogo e a discussão de aula com a pesquisadora sobre a lista de exercício e o que foi aprendido ao longo da sequência didática (6º momento).

É importante ressaltarmos que a categorização realizada no software MaxQDA não nos permite uma precisão exata de 100%, visto que diversas categorias podem ser marcadas ao mesmo tempo, logo as categorias podem ficar sobrepostas. Tomemos como exemplo, que em um tempo "X", marcamos o locutor "Y", o discurso utilizado por ele e o conceito de contexto empregado naquele momento. Logo, são três categorias demarcadas ao mesmo tempo que geram uma porcentagem maior ao final quando conjuntamente. Por isso, é necessário que atentemos para porcentagens, tomando por referência o tempo total da aula.

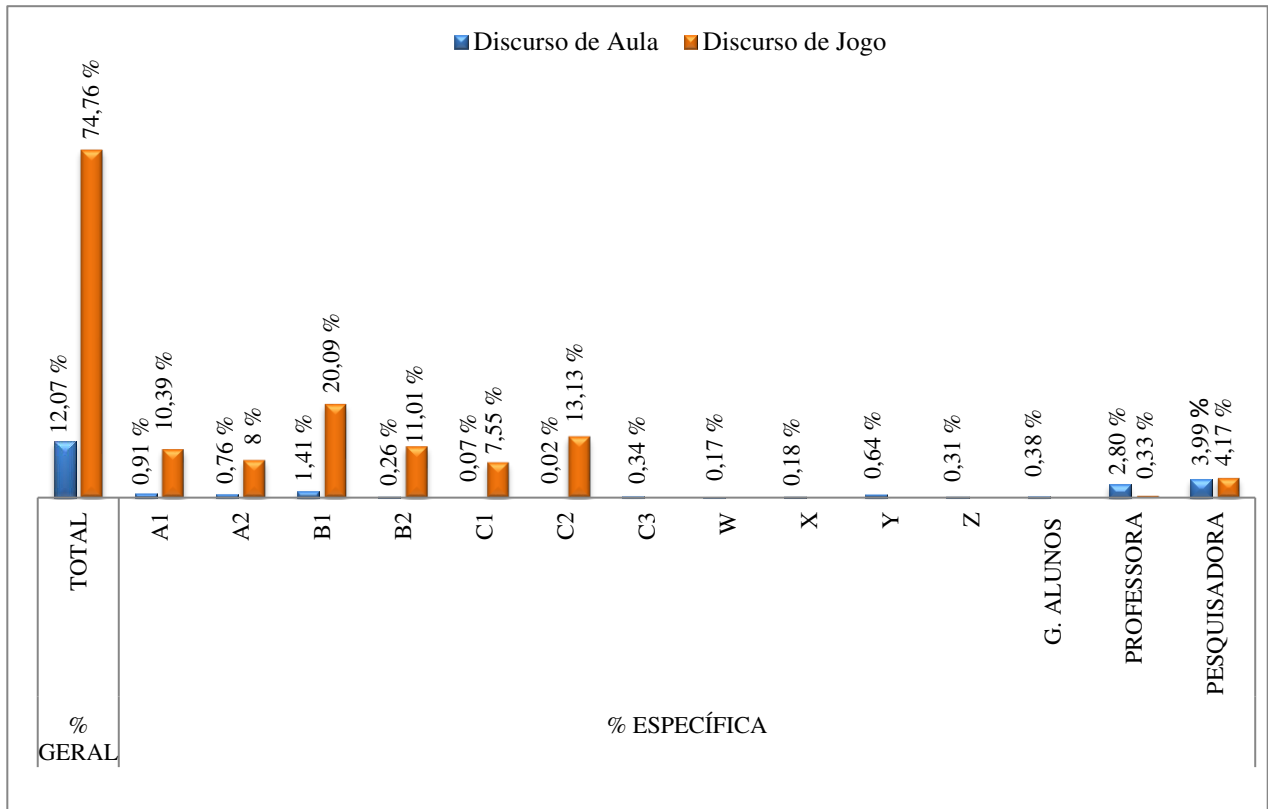
6.2.1 Momento 3: PlayTest do jogo “Planeta Química: uma aventura no cotidiano”

A aula correspondente contou com 15 alunos e durou 01h:17min:00s. Inicialmente foi delimitado a participação dos locutores no PlayTest, nos momentos do discurso de aula (13,49%) e discurso de jogo (70,04%). Dividimos em *% total* para evidenciarmos a participação dos alunos, pesquisadora e professora durante os dois discursos e em *% específica* para identificarmos as falas dos alunos, pesquisadora e professora de forma individual, conforme apresentado no gráfico abaixo (Gráfico 1). É importante ressaltarmos

que as porcentagem não fecham em 100%, pois também houve a demarcação da categoria *Silêncio*, embora não esteja representada no gráfico.

Vale salientar também que o discurso de Aula corresponde ao momento em que os alunos estavam discutindo sobre o conteúdo, mesmo que estivessem apontando isso no jogo. Já o discurso de Jogo está relacionado a questão da imersividade no momento de interação dos alunos.

Gráfico 1 - Locutores nos discursos de Aula e Jogo



Fonte: autora (2018).

No gráfico 1, efetuamos o levantamento de todas as trocas verbais dos locutores durante os discursos de jogo e aula. A participação de todos os alunos foi marcada especificamente no discurso de aula, pois foram envolvidos pelos questionamentos da docente e pesquisadora. Enquanto no discurso de jogo, foram caracterizados somente os alunos das duplas, devido os computadores estarem acoplados com as webcams e instalados para captura sincronizada dos áudios e imagens (Duplas A, B e C).

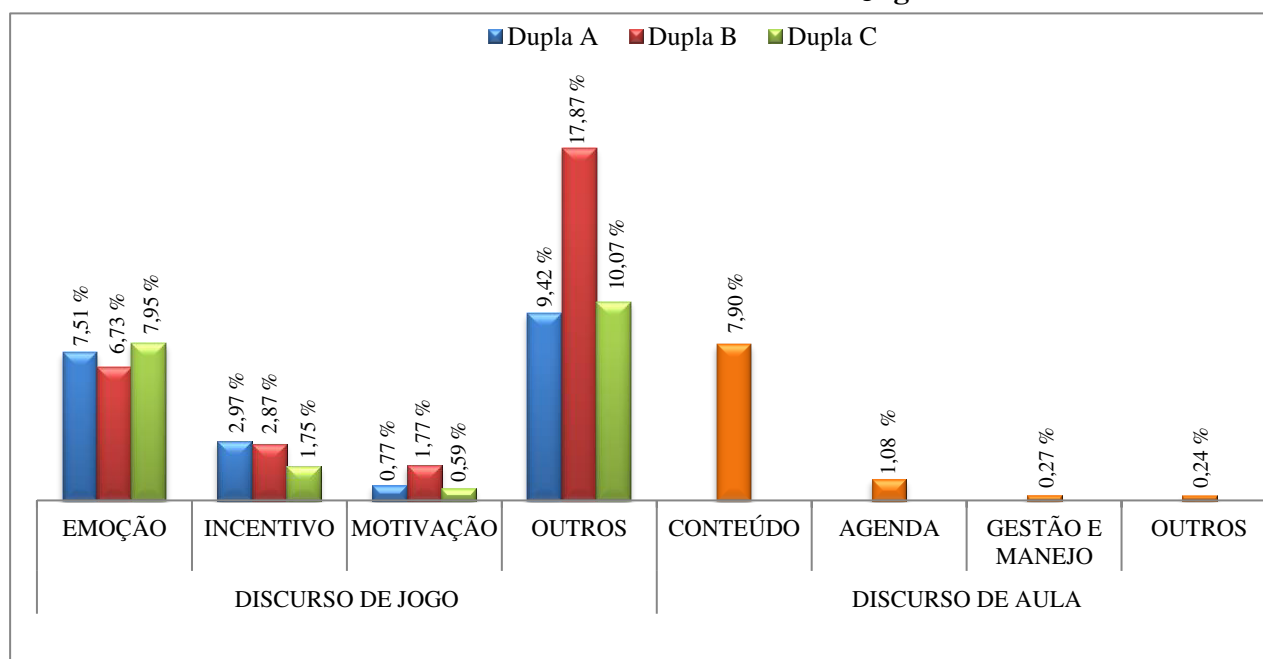
A partir do gráfico 1, podemos observar que a participação da professora e pesquisadora foram maiores no discurso de aula, devido ser o momento destinado para as

indagações sobre o conteúdo. A retórica dos alunos aos questionamentos foi mais evidenciado pelos alunos das duplas A, B e C.

A porcentagem dos alunos Y e Z foram maiores, pois eles estavam conversando entre si sobre as 4 (quatro) funções inorgânicas. Embora fossem de duplas diferentes, juntos discutiam e respondiam os questionamentos da pesquisadora após o jogo, e quando foram direcionadas perguntas aos alunos individualmente, eles se esforçaram para participar, respondendo os questionamentos.

No discurso de jogo, a professora teve pouca participação porque precisou se ausentar para resolver uma situação na escola. Então, a pesquisadora assumiu o controle da sala tendo uma participação de 4,17% que corresponde a comunicação com os alunos, auxiliando-os em suas dúvidas sobre o jogo. Os alunos tiveram uma maior participação, pois foi o momento em que estavam desbravando o jogo, o que permitiu mais trocas verbais entre seus pares e com as duplas ao lado. Os discursos trocados são evidenciados no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Discursos trocados durante o Jogo e Aula



Fonte: autora (2018).

No discurso de jogo, a dupla A apresentou alto índice de emoção (7,51%) e incentivo (2,97%), visto que passaram por momentos de ânimo e desânimo durante os desafios enfrentados, informando várias vezes que "*desistiria*", porém, podemos observar que a dupla trabalhou em equipe com 2,97% com estímulo (incentivo), resultado da motivação (0,77%) que a dupla tinha para vencer os obstáculos.

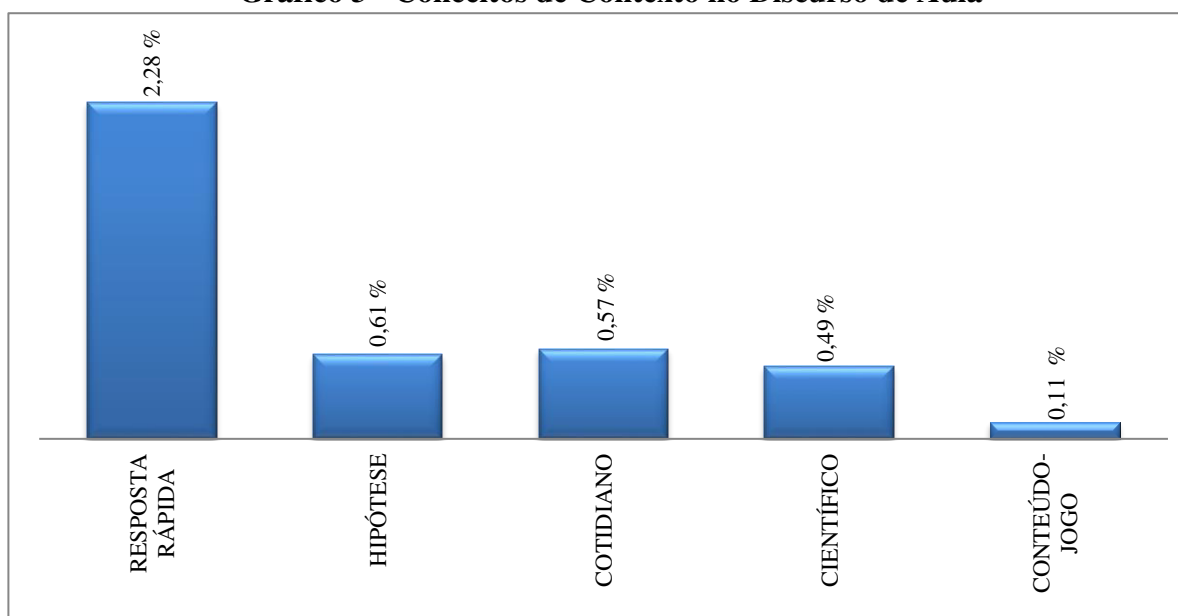
A dupla B foi mais determinada para desbravar o jogo, motivando não somente o seu companheiro (1,77%), mas as duplas A e C que estavam próximas. A dupla B apresentava-se mais comunicativa, porém as trocas verbais envolviam *outros assuntos* (17,87%) que não estavam relacionados ao jogo.

A dupla C apresentou maior porcentagem em relação à subcategoria *emoção* no jogo (7,95%), sendo caracterizado pela euforia e raiva. Tais sentimentos, não nos deixa preocupados com a desistência dos alunos, porque é a partir desses sentimentos que eles são motivados (0,59%) e incentivam uns aos outros (1,75%) para alcançar seus objetivos, chegando à última fase e vencendo o jogo. Como apontam Smole, Diniz e Milani (2007), os erros durante os jogos não apresentam consequências frustrantes, pois são vistos naturalmente durante as partidas e ao invés de desestimular os jogadores, lhes proporcionam novas tentativas, estimulando-os e possibilitando ao jogador descobrir onde e porque errou, tornando-os participantes ativos no processo de aprendizagem.

No discurso de aula, a subcategoria *conteúdo* (7,90%) predominou devido as discussões do conteúdo científico. Os discursos de *agenda* (1,08%) e *gestão e manejo de classe* (0,27%) foram utilizados pela professora e pesquisadora para manter a fluidez da aula.

No Gráfico 3 nos deteremos no discurso de conteúdo para analisarmos os conceitos de contexto empregados pelos alunos quando questionados sobre o conteúdo.

Gráfico 3 - Conceitos de Contexto no Discurso de Aula



Fonte: autora (2018).

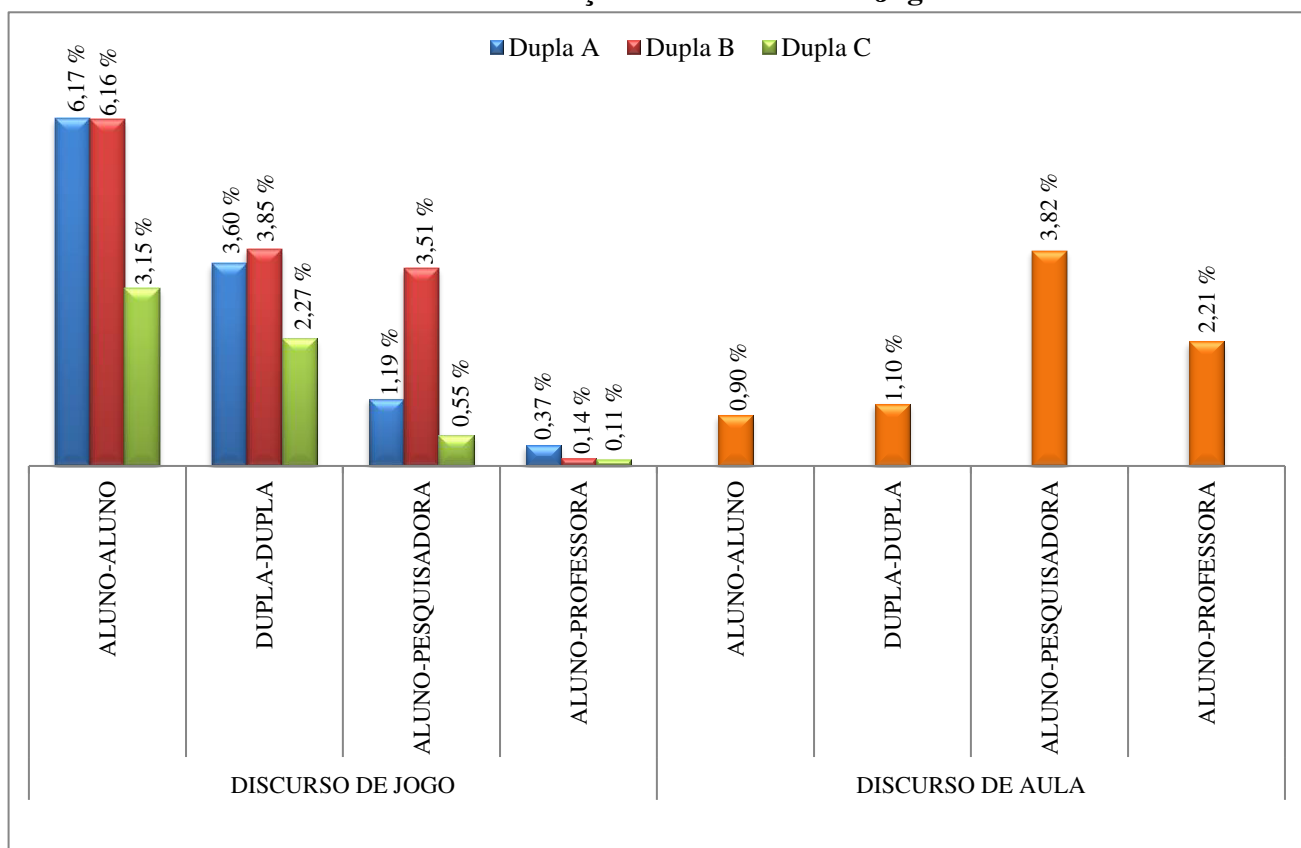
As *respostas rápidas* (2,28%) como "*sim*" ou "*não*" mostraram o baixo nível de conhecimento acerca do conteúdo estudado. Porém, os conceitos do *cotidiano* (0,61%)

apontava a relação das Funções Inorgânicas no dia a dia. Assim, observamos os conceitos espontâneos apresentados e nos daria base para compreendermos como se dava a negociação dos significados ao longo da sequência didática (VIGOTSKI, 2001).

Os conceitos *hipotéticos* (0,57%) e *científicos* (0,49%) nos permitiram observar os conceitos compreendidos por eles. O conceito *conteúdo-jogo* (0,11%) apresentou bom retorno, demonstrando que os alunos voltavam ao jogo em busca de argumentos para manter seus posicionamentos ao longo das discussões. Dessa forma, podemos contemplar o valor apreciativo que é dado ao jogo, onde os alunos se apóiam para manterem seus discursos de autoridade, quando defendido seu ponto de vista ao seu parceiro. Pereira e Ostermann (2012) explicam que, quando os alunos fazem uso da ferramenta sociocultural associado ao discurso de poder e autoridade é porque naquele cenário sociocultural a ferramenta é a mais adequada para defender seus argumentos do que as demais ferramentas.

As discussões proporcionaram a interação entre *aluno-aluno*, *aluno-professora* e *aluno-pesquisadora* e estão expressas no quadro abaixo.

Gráfico 4 - Interações nos discursos de Jogo e Aula



Fonte: autora (2018).

No discurso de jogo, é evidenciado maior interação entre *aluno-aluno*, isto porque foi o primeiro contato com o jogo, permitindo maior comunicação entre eles (a dupla). A dupla A, teve maior contato pela sua dificuldade no jogo, isso possibilitou também maior interação com a dupla B, que por sua vez teve mais facilidade e se disponibilizou em ajudar as demais duplas. Na interação *dupla-dupla*, a dupla B teve um destaque de 3,85% e a dupla A 3,60%, enquanto que a dupla C teve somente 2,27%. Analisando os vídeos, vimos que a dupla B foi quem promoveu a interação com as duplas A e C, sendo maior a interação com a dupla A por estarem mais próximos e por pedirem mais auxílio, enquanto que a dupla C se restringiu mais ao pedido de ajuda, pois as alunas estavam dispostas a investirem tempo no balanceamento da equação, logo mantiveram uma menor interação com as demais duplas.

A maior interação entre *aluno-pesquisadora* se estabeleceu com a dupla B (3,51%) por ser a dupla mais comunicativa, o contato não foi estabelecido para auxílio no jogo, mas para comentários sobre suas descobertas ao longo das fases, como: "professora, a Irene parece um menino, mas é mulher"; "professora, essa fase é fácil, mole-mole". As duplas A e C se reservaram mais nesta interação, porém o contato foi estabelecido pela pesquisadora para auxiliá-los em quaisquer dúvidas que eles viessem a ter, tomando cuidado para não exceder o espaço deles na exploração do jogo. A interação *aluno-professora* (2,21%) foi estabelecida somente na discussão antes do jogo, porque a docente não pôde ficar no laboratório de informática posteriormente e não ter o domínio necessário para auxiliá-los no jogo, o que tornou suas contribuições restritas.

Vale ressaltar que as demarcações dessas categorias foram realizadas somente no momento em que os alunos interagem, porém, quando eles expressavam o Discurso de Jogo (emoção, incentivo, motivação e outros) de forma individual, estas foram marcadas no Gráfico 2 e somadas como Dupla.

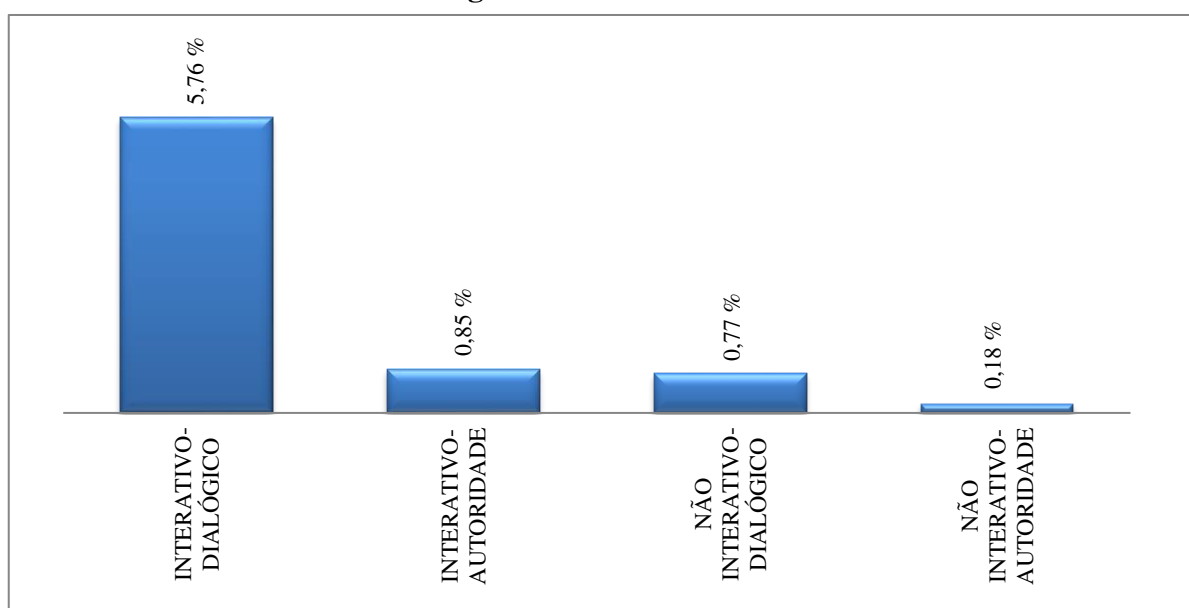
Quanto ao discurso de aula, a maior interação foi entre *aluno-pesquisadora*, isto porque o momento de discussão foi prolongado e a pesquisadora questionou todos os alunos presentes em sala, considerando suas respostas e dando o feedback. A interação *aluno-professora* ocorreu antes do jogo, quando relembrava juntamente com os alunos as funções inorgânicas e sua aplicação no cotidiano, este espaço também permitiu a troca de informação e interação entre *aluno-aluno* e *dupla-dupla*, pois ambos estavam se ajudando durante a discussão dos conteúdos quando os colegas não conseguiam responder os questionamentos.

Analisando as interações trocadas entre *aluno-professora* e *aluno-pesquisadora* durante o discurso de aula, observamos que o padrão triádico I-R-A prevaleceu, sendo constituído inicialmente por questionamentos levantados pela professora/pesquisadora (I),

seguido das respostas dos alunos (R) e avaliação da professora/pesquisadora (A). Este padrão permitiu o controle em sala juntamente com a interação e aprendizagem dos alunos, além de guiar os alunos ao desenvolvimento do gênero discursivo secundário (PEREIRA; OSTERMANN, 2012).

Observaremos no Gráfico 5, a abordagem comunicativa usada pela professora e pesquisadora na contribuição da negociação dos significados durante o discurso de aula.

Gráfico 5 - Abordagem Comunicativa no Discurso de Aula



Fonte: autora (2018).

A abordagem comunicativa foi caracterizada somente no discurso de aula, por ter sido o momento de discussão do conteúdo científico entre os integrantes da pesquisa. A abordagem *interativa-dialógica* prevaleceu com 5,76% devido a superficialidade da discussão do conteúdo, por 02 (dois) motivos: (i) o momento foi destinado para retomar a atenção dos alunos ao conteúdo que seria discutido; (ii) o conteúdo já tinha sido trabalhado pela docente.

Esperávamos inicialmente por conceitos equivocados ou ingênuos diante dos conceitos científicos e também por pontos de vista científicos aplicando as funções inorgânicas no cotidiano, os quais seriam categorizados na abordagem *interativa-autoridade* (0,85%). Tais abordagens foram essenciais para que a pesquisadora pudesse unir os conceitos expressos pelos alunos, caracterizados pela abordagem *não interativa-dialógica* (0,77%). A abordagem *não interativa-autoridade* (0,18%) teve menos ênfase, pois não tínhamos o objetivo de apresentar os pontos de vista da ciência sem discutir com os alunos.

Se analisarmos de forma geral o momento 3, observaremos através dos gráficos que a dupla B teve um maior destaque quanto a sua participação no discurso do jogo e um

melhor desempenho ao jogar o "*Planeta Química*". No entanto, quanto a discussão do conteúdo, a dupla A apresentou uma maior participação e melhor desempenho em suas respostas, o que contribuiu para a fluidez da discussão e nos permitiu observar os significados trazidos por eles através do discurso primário e acompanhar quais significados seriam traçados nos outros momentos propostos na sequência didática. A dupla C se mostrou tímida em sua participação no discurso de aula, porém foi a dupla que mais se esforçou em resolver o balanceamento químico entre o Ácido Sulfúrico com o Bicarbonato de Sódio.

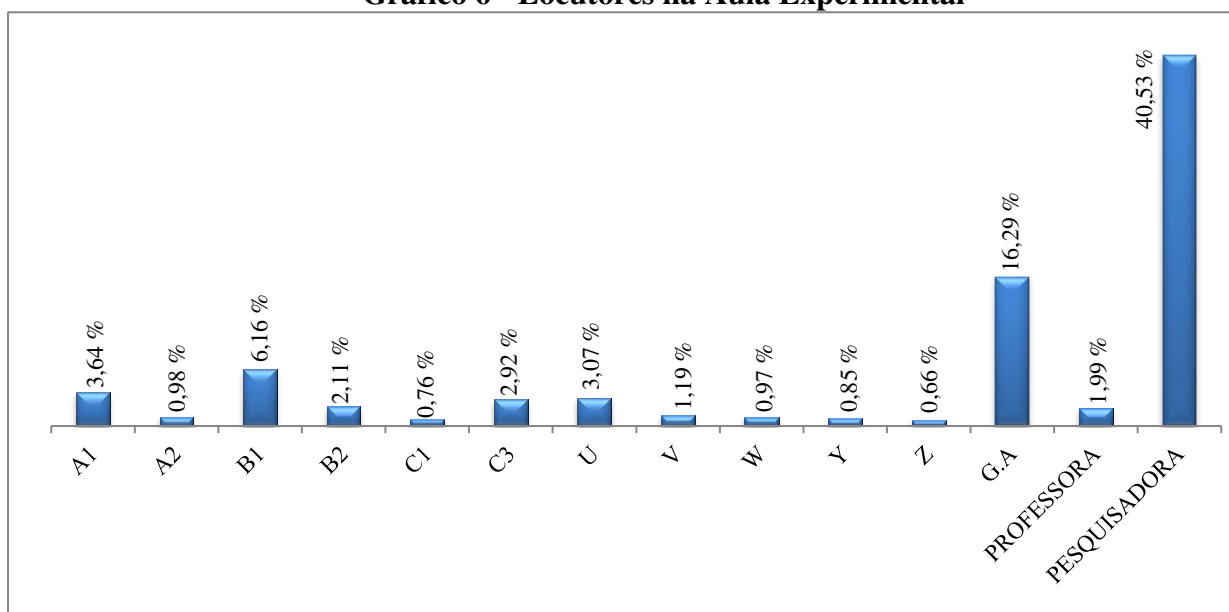
Esse momento foi importante para que pudéssemos ter mais contato com os alunos e também traçar as dificuldades sobre o conteúdo das Funções Inorgânicas, sendo as mais evidentes o balanceamento químico e o desconhecimento das fórmulas químicas.

6.2.2 Momento 4: A química presente em nosso cotidiano - Experimentação.

Neste momento, buscávamos ajudar os alunos na construção do conhecimento sobre as Funções Inorgânicas, para isso propomos dois experimentos que estavam de acordo o jogo "*Planeta Química*". A aula experimental teve duração de 01h:18min:19s, sendo que o primeiro experimento durou 01h:03min:36s por envolver muitas substâncias a serem testadas, enquanto que o segundo experimento durou somente 00h:15min:23s.

No gráfico 6, buscamos evidenciar a participação dos 12 alunos integrantes da pesquisa (no gráfico não aparece a caracterização da aluna S, por ela não ter participado em nenhum momento), visto que os alunos estavam misturados na bancada e participaram ativamente do momento experimental.

Gráfico 6 - Locutores na Aula Experimental



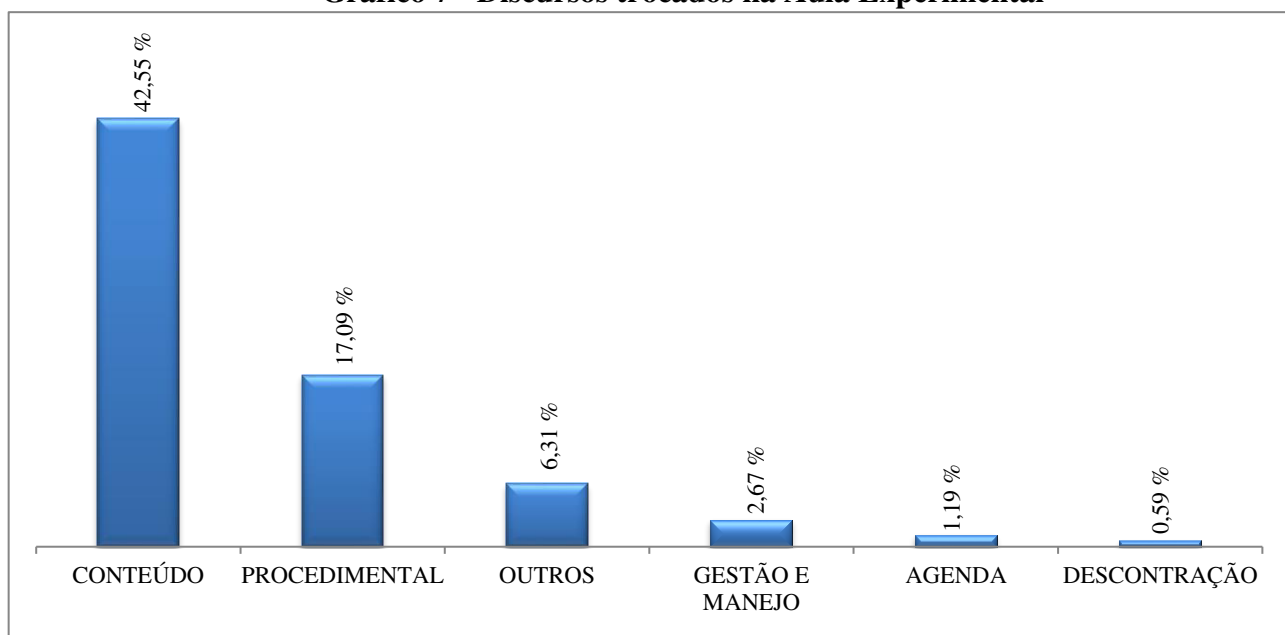
Fonte: autora (2018).

A porcentagem da participação dos alunos, professora e pesquisadora equivale a 81,53%, enquanto que o *silêncio* representa 37,72%. É importante reiterarmos que o *silêncio* é marcado quando não há troca entre os falantes. A porcentagem do *silêncio* não foi adicionada ao gráfico, pois a intenção era expor a participação dos locutores no momento 4.

Podemos observar que os alunos *B1*, *U* e *A1* tiveram mais participação, isto porque eles se voluntariaram para contribuir com a pesquisadora na realização dos experimentos. A participação do *Grupo de alunos* (16,29%) foi equivalente aos momentos em que os alunos não estavam em contato direto com a pesquisadora, mas comentavam entre eles sobre o experimento ou assuntos divergentes ao abordado. A *Pesquisadora* teve maior atuação (40,53%) porque estava direcionando os dois experimentos e constantemente instigava os alunos com perguntas rápidas sobre o que estava acontecendo no momento da experimentação. A *Professora* não pôde ficar até o final do experimento, por isso sua participação teve uma porcentagem menor (1,99%).

Na aula experimental, a aluna *C2* não estava presente, então escolhemos o aluno *C3* devido suas contribuições no momento 3 (*PlayTest*), seu esforço na realização dos experimentos e suas respostas nos questionamentos da pesquisadora. Assim, os integrantes da dupla *C* são os alunos *C1* e *C3*. O aluno *A2* não quis participar do experimento 1, pois era daltônico e não conseguia comparar as cores das substâncias ácidas e básicas com os padrões ácidos e básicos, ficando envergonhado. Os demais alunos interagiram a medida que a pesquisadora os questionava sobre algo que estava sendo abordado na experimentação.

No gráfico abaixo (Gráfico 7) apresentaremos os tipos de discursos trocados durante a aula experimental. É importante enfatizar que o discurso de *conteúdo* foi mais utilizado nas discussões experimentais entre os alunos, professora e pesquisadora. Enquanto que a pesquisadora fez mais uso dos discursos *procedimental*, *gestão e manejo de classe e de agenda*. O discurso de descontração foi decorrente das brincadeiras entre os alunos e a pesquisadora, enquanto que o discurso *outros* foi empregado somente pelos alunos.

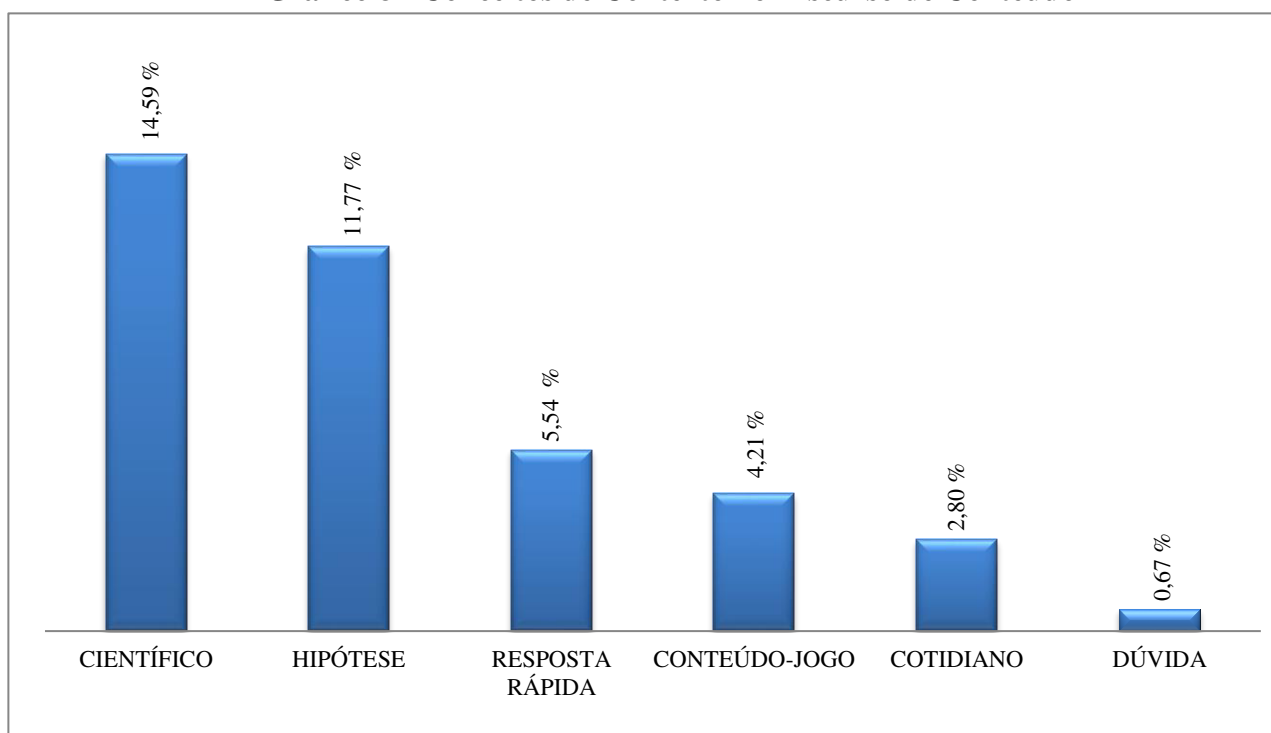
Gráfico 7 - Discursos trocados na Aula Experimental

Fonte: autora (2018).

O discurso de *conteúdo* (42,55%) estava relacionado ao conteúdo científico discutido durante a aula experimental. O discurso *procedimental* (17,09%) seguia as instruções da pesquisadora aos alunos nos procedimentos para que eles pudessem compreender os direcionamentos para a realização dos experimentos, a pesquisadora também dedicou tempo para abordar as vidrarias de laboratório que seriam utilizados no experimento, além de estimular os alunos a relacionarem os experimentos com o jogo "*Planeta Química*". O discurso *gestão e manejo de classe* (2,67%) voltava-se para o desenvolvimento adequado dos experimentos, leitura do roteiro e demais explicações para facilitar o entendimento e o desenvolvimento das atividades experimentais. O discurso de *agenda* (1,19%) foi utilizado pela pesquisadora quando queria chamar atenção dos alunos organizando um fluxo de ideias que conduziam para a discussão do conteúdo científico.

Devido a aula experimental ter se estendido, os alunos que não estavam à frente do experimento aproveitavam para conversar sobre assuntos que não estavam relacionados com o conteúdo em questão, resultando em uma porcentagem relevante do discurso *outros* (6,31%). Também foram tomados momentos de *descontração* (0,59%) para "quebrar o gelo". No gráfico 8, analisaremos os conceitos de contextos apresentados pelos alunos, traçados durante o discurso do *conteúdo*.

Gráfico 8 - Conceitos de Contexto no Discurso de Conteúdo



Fonte: autora (2018).

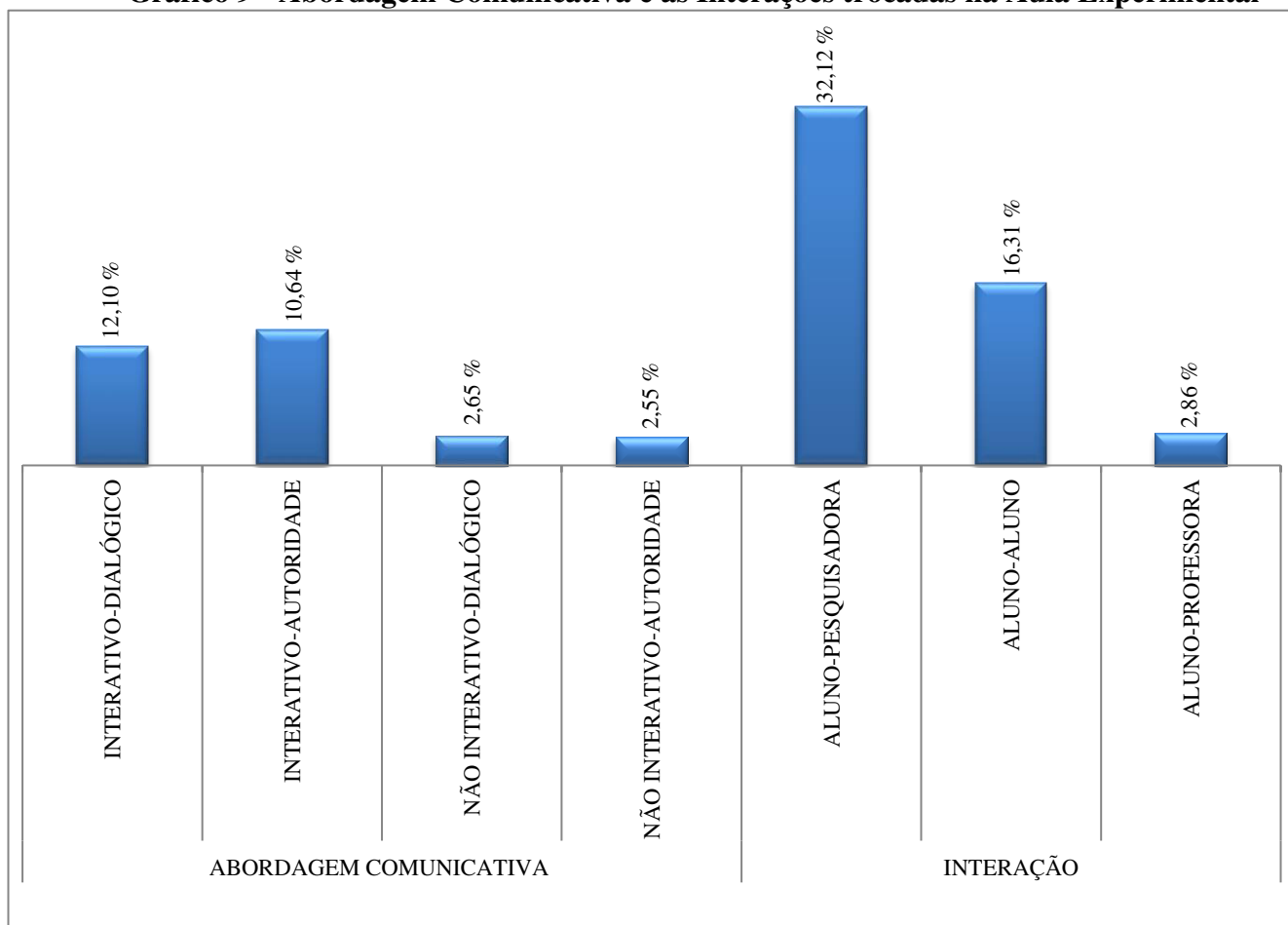
Podemos observar que o ambiente de discussão possibilitou aos alunos maior discussão dos conceitos *científicos* (14,59%), levantamento de *hipóteses* (11,77%) e apresentação de *respostas rápidas* (5,54%), com pouco aprofundamento e respostas de acordo com o contexto *cotidiano* (2,80%). Os alunos tiveram poucas *dúvidas* (0,67%), já que a pesquisadora realizava os experimentos juntamente com os alunos e explicava posteriormente.

Os alunos apresentaram mais relação do *conteúdo com o jogo* (4,21%), buscando explicações para as indagações propostas pela pesquisadora, o que foi satisfatório para a pesquisa, já que um dos nossos objetivos era voltar as demais ferramentas para o jogo. A relação *conteúdo-jogo* foi evidenciado no experimento 2, quando os alunos relacionaram que era o mesmo fenômeno que causou a destruição da planta na 2ª fase do jogo.

Acreditamos que os fatores que corroboraram para esse avanço dos alunos foi: maior tempo para discutir o conteúdo; os alunos estavam livres para apresentar suas concepções; o jogo e a discussão do conteúdo (momento 3) lhes acrescentou mais conhecimento sobre as Funções Inorgânicas, dando mais embasamento teórico para discutirem na aula experimental. De acordo com Wertsch (1998), a medida que se inserem ferramentas no kit dos alunos, o rol apreciativo das discussões irão ser mais elevados e proporcionarão um direcionamento sobre o domínio e a apropriação dos conceitos científicos.

Apresentaremos abaixo as abordagens comunicativas e as interações trocadas:

Gráfico 9 - Abordagem Comunicativa e as Interações trocadas na Aula Experimental



Fonte: autora (2018).

É importante observarmos que a abordagem *interativa-dialógica* (10,64%) foi extremamente necessária para que os alunos pudessem explicar seus pontos de vista mesmo que divergentes dos conteúdos científicos, para que a partir deles, a pesquisadora pudesse guiá-los no desenvolvimento do conhecimento científico, que pôde ser contemplado a partir da abordagem *interativa-autoridade* (12,10%). A abordagem *não interativa-autoridade* (2,55%) foi menos utilizada na aula experimental, porque a pesquisadora não objetivava expressar somente os pontos de vista da ciência, mas através dos questionamentos, buscava desenvolver o conteúdo conjuntamente com os alunos. Assim, podemos observar que as diversas trocas verbais realizadas durante a discussão dos experimentos, resultou na elevada taxa de interação entre *aluno-pesquisadora* (32,12%).

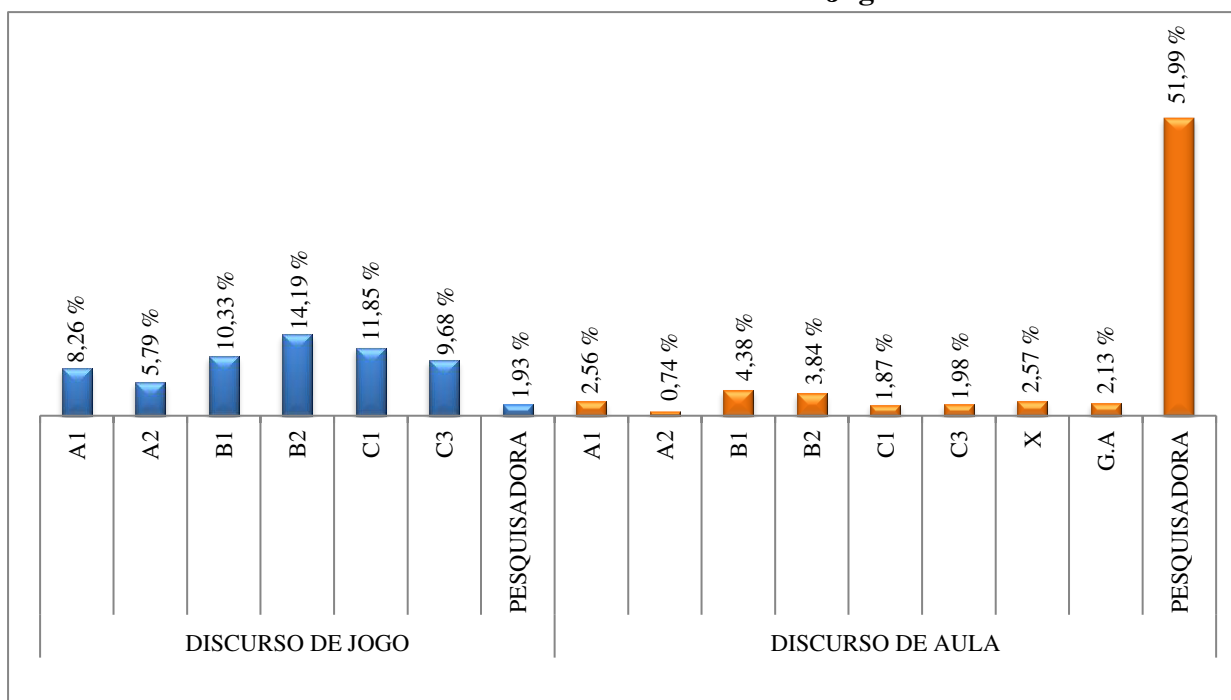
A interação *aluno-aluno* não levou em consideração as interações entre os alunos das duplas (A, B e C), pois os participantes estavam misturados na sala, dificultando a identificação das trocas verbais entre as duplas. Logo a interação *aluno-aluno* (16,31%) foi caracterizada quando havia comunicação entre os alunos participantes da pesquisa, ou seja,

qualquer um dos 12 alunos integrantes. Se atentarmos ao gráfico 6, observaremos que a participação do *Grupo de Alunos* (16,29%) foi equivalente a interação *aluno-aluno* (16,31%). Tendo em vista que os alunos não estavam com suas duplas, optamos por não categorizar a interação *dupla-dupla*. A interação *aluno-professora* (2,86%) foi baixa decorrente ao pequeno momento em que a docente permaneceu no laboratório.

6.2.3 Momento 6: Jogo “Planeta Química: uma aventura no cotidiano”

Esse momento foi dividido em dois: (i) último contato dos alunos com o jogo, durando 00:38min:15s e (ii) discussão do conteúdo entre a pesquisadora e os alunos, com duração de 00h:18:min. A caracterização dos participantes da pesquisa estão representados no gráfico abaixo:

Gráfico 10 - Locutores no Discurso de Jogo e Aula



Fonte: autora (2018).

É importante relatarmos que o computador utilizado pela dupla A deu problema durante o jogo e os alunos tiveram que recomeçar no computador que a dupla B utilizava, por isso que a porcentagem de participação foi pequena comparada as demais duplas, pois só foi caracterizado 00:09min:50s. Porém, isso não fez com que a dupla A desistisse do jogo, pelo contrário, eles se sentiram mais motivados a vencerem o "chefão" da 3ª fase e ao finalizar o jogo, ainda ajudaram a dupla C que estava com dificuldade em passar da segunda fase,

chegando ao fim do jogo (Figura 5). Podemos observar no gráfico 10 que a porcentagem de participação da dupla A é alta se comparada com as duplas B e C e considerando a diferença de tempo (00:09min:50s e 00:38min:15s, respectivamente). Informamos que ao reiniciarem o jogo, os alunos se expressaram consideravelmente, demonstrando motivação, emoção e incentivo, além de interagir com as demais duplas pedindo auxílio ao passar nos momentos de dificuldade.

Figura 7 - Trabalho em equipe das duplas



Fonte: autora (2018).

Os alunos da dupla B não tiveram dificuldade, sendo os primeiros a finalizarem novamente o jogo, posteriormente deram suporte aos demais alunos para que pudessem chegar a última fase do jogo. A dupla C teve muita dificuldade em passar pelos desafios das pontes na 2ª fase (Figura 6), em alguns momentos eles se sentiram desmotivados e quiseram desistir, no entanto tiveram auxílio das duplas A e B para chegarem até o fim do jogo.

Figura 8 - Dificuldade dos alunos na 2ª fase

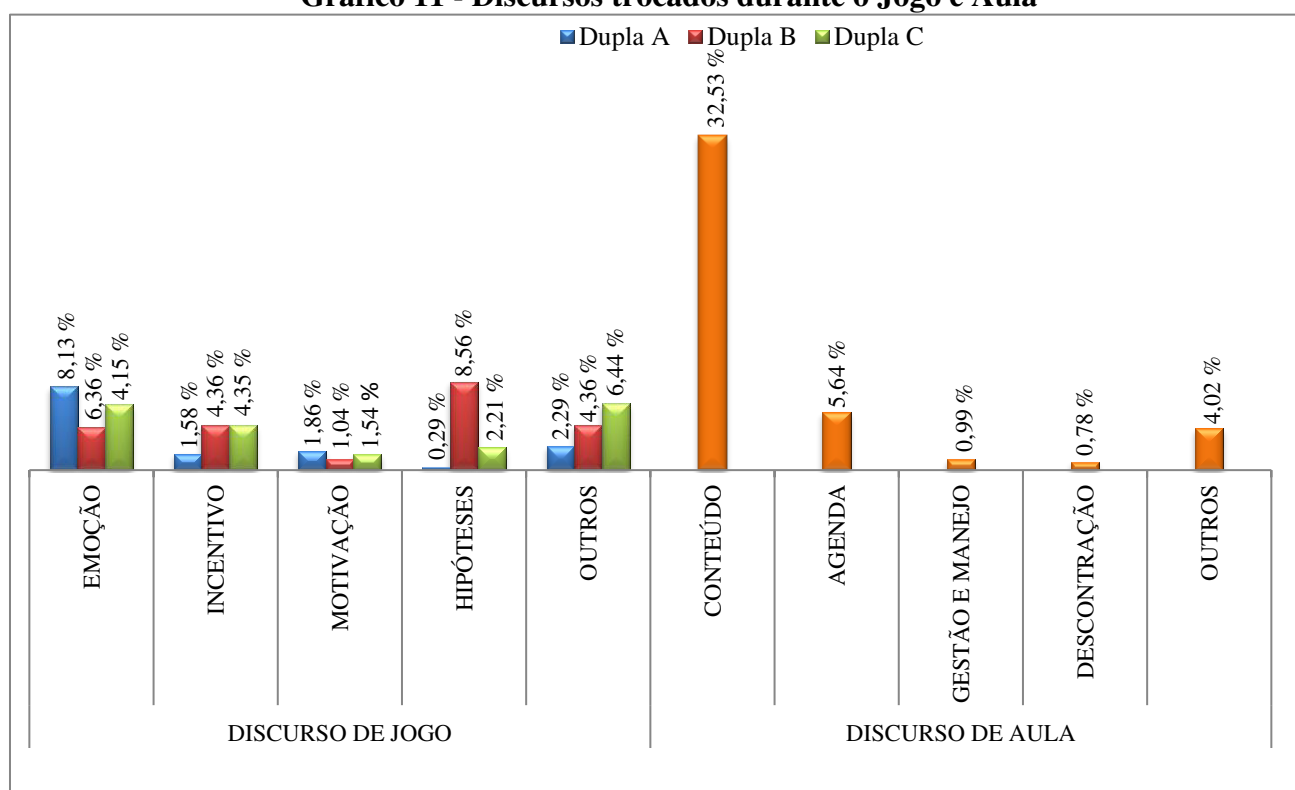


Fonte: autora (2018).

Observamos que a dificuldade dos alunos no balanceamento da equação química, estava em distinguir se o bicarbonato de sódio era o Na_2CO_3 ou NaHCO_3 , após diversas tentativas, concluíram que a fórmula química era NaHCO_3 .

No discurso de aula, os alunos participantes da pesquisa (duplas A, B e C) responderam ativamente aos questionamentos emitidos pela pesquisadora. Vimos também que a aluna X teve uma participação relevante (2,57%), diferentemente dos momentos anteriores, respondendo aos questionamentos e apresentando contribuições essenciais nas discussões sobre o conteúdo científico. Os discursos trocados pelos estão caracterizadas no Gráfico 11.

Gráfico 11 - Discursos trocados durante o Jogo e Aula



Fonte: autora (2018).

Neste momento, os alunos estavam empolgados com o jogo e mais confiantes, acreditamos que o primeiro contato (PlayTest) deu-lhes maior segurança para enfrentar os desafios propostos pelo jogo. Embora a dupla A tenha tido problema com o computador, necessitando a troca da máquina, esse motivo não foi suficiente para fazê-los desistir, pelo contrário foi a dupla que apresentou mais *emoção* (8,13%), mostrando mais *motivada* (1,86%) a vencer o jogo. A dupla B, apresentou mais hipóteses (8,56%), principalmente durante o balanceamento do Ácido Sulfúrico com o Bicarbonato de Sódio, enquanto que a dupla A e C apresentaram pouco percentual hipotético (0,29% e 2,21%, de modo respectivo). Porém ao analisarmos o vídeos da aula, observamos que a dupla B finalizou o jogo primeiramente, logo

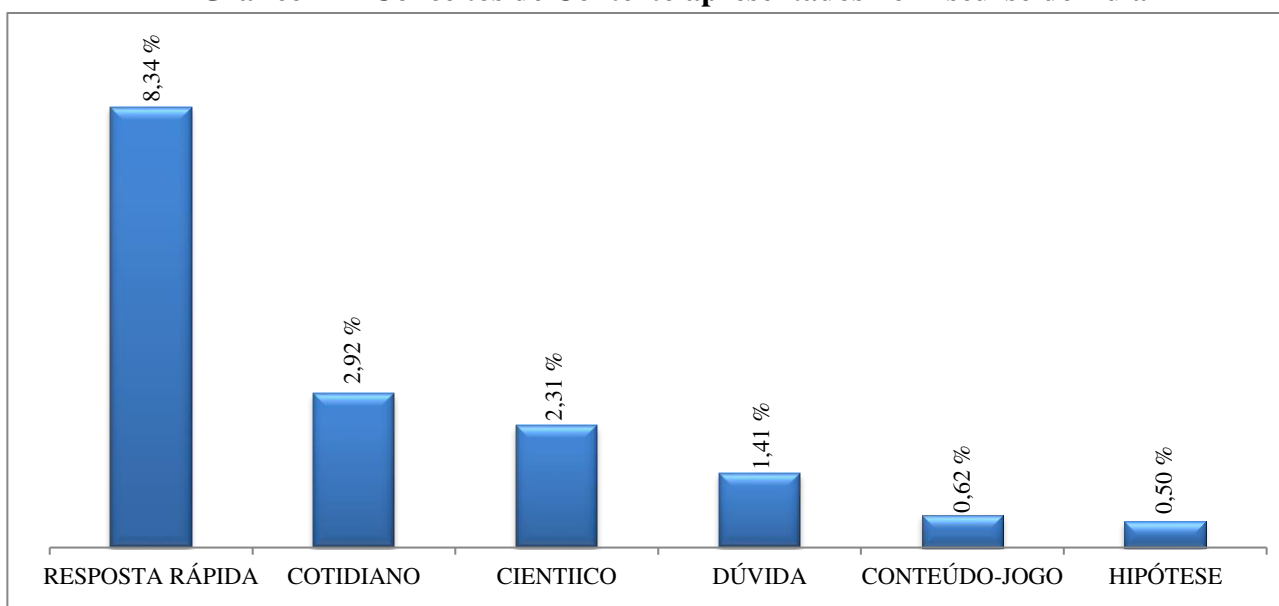
enquanto passava pelo desafio que exigia mais discussão e levantamento de hipóteses (balanceamento da reação química), as demais duplas ainda estava no começo da fase 1. Sendo assim, quando as duplas A e C chegaram no desafio do balanceamento, a dupla B lhes ajudou com a resposta.

É interessante mencionarmos que o incentivo (4,36%) da dupla B estava voltado para ajudar as demais duplas, enquanto que as duplas A (1,58%) e C (4,35%) estavam voltadas no estímulo do seu parceiro quando precisava passar por algum obstáculo, colocando-se a disposição para auxiliá-lo com apoio e dicas. O discurso de *outros* estava voltado para diálogos que eram extra jogo, sendo expressos quando os alunos passavam por momentos que não exigia os discursos de emoção, incentivo, motivação e hipótese.

O discurso de conteúdo teve maior ênfase decorrente do objetivo da aula ser a formação dos conceitos da funções inorgânicas. O discurso de *agenda* (5,64%) foi empregado, quando a pesquisadora recorria aos diversos instrumentos utilizados e temáticas para voltar a atenção dos alunos para o *conteúdo científico* (32,53%). O discurso *outros* (4,02%) foram caracterizados quando os alunos discutiam assuntos diversos.

Os discursos de *conteúdo* (32,53%), *descontração* (0,78%) e *outros* (4,02%) foram trocados pelos os alunos e a pesquisadora, enquanto que os discursos de *agenda* (5,64%) e *gestão e manejo de classe* (0,99%) foram apresentados pela pesquisadora para guiá-los durante a discussão e organizar a sala. Categorizaremos no discurso de *conteúdo* os conceitos de contexto apresentados pelos alunos no gráfico abaixo.

Gráfico 12 - Conceitos de Contexto apresentados no Discurso de Aula

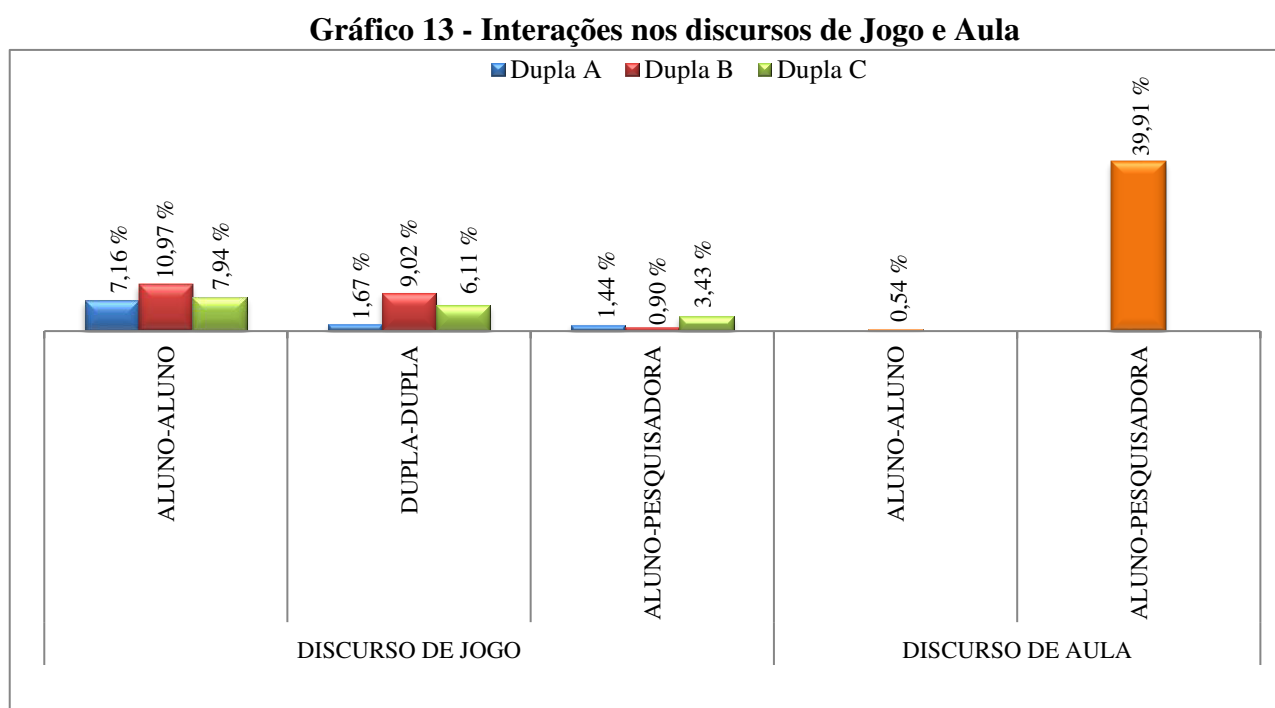


Fonte: autora (2018).

Observamos a compreensão ativa e responsiva dos alunos através de *Respostas Rápidas* (8,34%), seguidas de respostas que ainda permaneciam no contexto *cotidiano* (2,92%) e *científico* (2,31%). No entanto, podemos ver através da proximidade entre as porcentagens dos contextos, que a compreensão responsiva dos alunos estava evoluindo do contexto cotidiano para o científico, sendo o contexto cotidiano base das discussões para que a cientificidade fosse desenvolvida. Os contextos *dúvida* (1,41%) e *hipótese* (0,50%) foram essenciais para a pesquisadora observar quais lacunas precisavam ser preenchidas e como os alunos estavam negociando os significados dos conteúdos das Funções Inorgânicas. A relação *conteúdo-jogo* (0,62%) nos permitiu contemplar como os alunos estavam transferindo o aprendizado do jogo para sustentar as discussões em grupo e até mesmo a dificuldade de relacionar conteúdos abordados no jogo com o conteúdo, tais como: identificação das vidrarias e nomenclatura das substâncias.

Podemos observar que os conceitos de contexto empregados pelos alunos, nos demonstra o desenvolvimento do gênero discursivo secundário, através do emprego da palavra e da formação dos conceitos químicos (VIGOTSKI, 2001). É importante ressaltar, que os conceitos foram expressados de diferentes formas, isto porque as diversas experiências socioculturais que os alunos vivenciaram em suas vidas simplificam na forma como desenvolvem seus pensamentos e portanto, como internalizam o conteúdo.

O momento 6, também nos permitiu caracterizar as interações entre os alunos e a pesquisadora que estão representadas no gráfico 13:



Fonte: autora (2018).

No discurso de jogo, a dupla A apresentou sua maior interação entre seus próprios pares (7,16%) durante os momentos de tensões e descontrações do jogo, a interação *dupla-dupla* (1,67%) foi empregada para pedir auxílio a dupla B e também quando foi auxiliar a dupla C na passagem das pontes na 2ª fase. A interação dos alunos da dupla A com a pesquisadora (1,44%) sucedeu durante a visualização do problema ocorrido com o computador 1 e na troca para o computador 2, pois o objetivo era que os alunos fossem autônomos para desbravar o jogo.

Como discutido anteriormente, a dupla B apresentou mais incentivo para as demais duplas prosseguirem no jogo, resultando em um percentual interativo com as duplas de 9,02%, relativamente menor da interação com seu par, *aluno-aluno* (10,97%), decorrente das trocas discursivas de *hipóteses* (8,56%) e *outros* assuntos (4,36%). A interação com a pesquisadora foi pouca (0,90%), tratada somente nas resoluções das dúvidas que surgiam sobre o jogo.

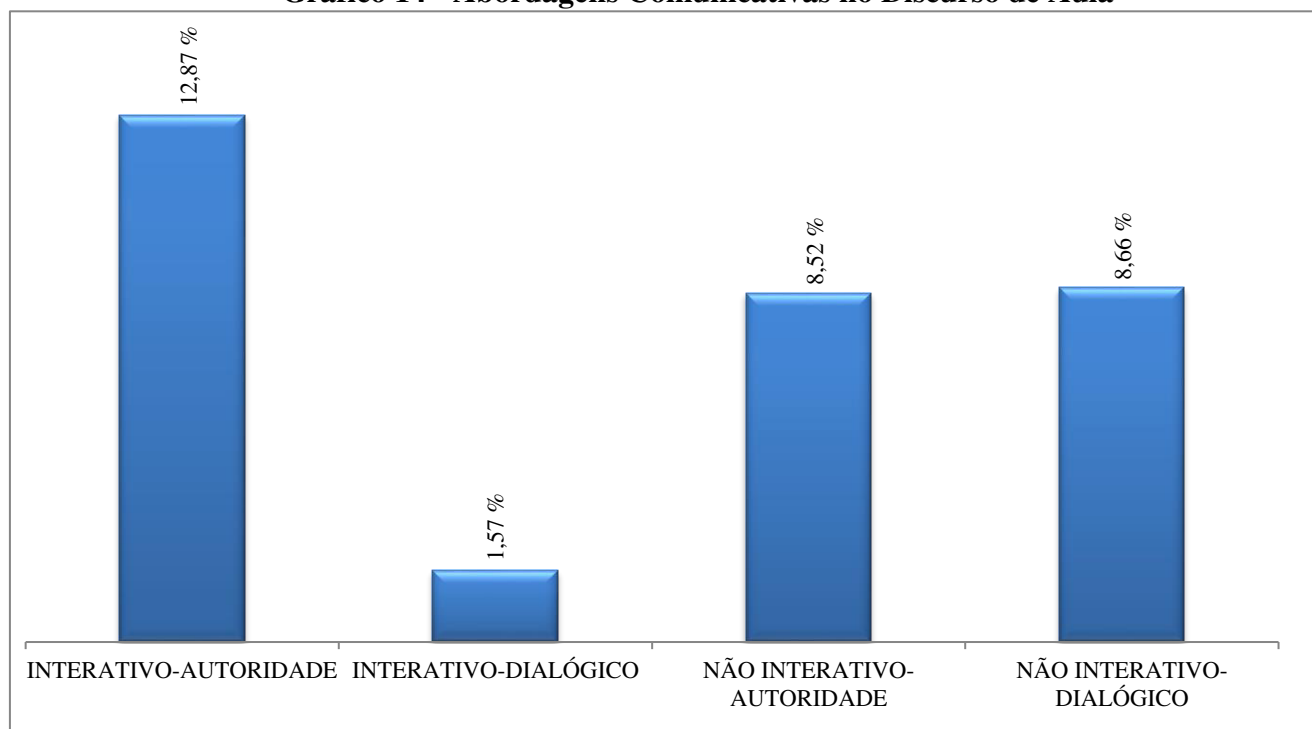
A interação *aluno-aluno* (7,94%) da dupla C foi maior que nas demais interações, pois permaneceu no jogo os 00:38min:15s. Enquanto que a interação com as demais duplas (6,11%) se referia ao pedido de auxílio para balancear a equação (interação dupla C- dupla B) e na passagem das pontes (interação dupla C-dupla A). A interação *aluno-pesquisadora* (3,43%) foi empregada para pedir ajuda ou esclarecer dúvidas que tinham quanto ao jogo.

Em uma análise geral dos alunos, podemos dizer que a maior interação foi entre os alunos das próprias duplas, pois os pares são auxílios durante o jogo. A interação *dupla-dupla* teve papel significativo durante esse momento, pois através do trabalho em equipe e companheirismo, as duplas iam se ajudando mutuamente. Foi pouca a interação *aluno-pesquisadora* (3,63%), porque os alunos já não precisavam de orientação para jogarem, no entanto, o contato era acompanhando as dificuldades e motivando-os a continuarem a desbravar o jogo. A professora não participou desse momento, pois precisou resolver uma situação que envolvia um aluno da escola, por isso não caracterizamos a interação *aluno-professora*.

No discurso de aula, somente as interações *aluno-aluno* e *aluno-pesquisadora* foram caracterizadas, pois os alunos estavam disponibilizados em círculo, tendo contato direto com a *pesquisadora* (39,91%), resultando em uma interação maior que a interação *aluno-aluno* (0,34%).

Em ambos os discursos, vimos que a relação social é fator contribuinte para a internalização dos conceitos, pois a interação contínua entre os pares corrobora com a formação e transformação dos enunciados. Desta forma, traremos no gráfico 14 as abordagens comunicativas presentes na construção do conhecimento científico a partir das interações.

Gráfico 14 - Abordagens Comunicativas no Discurso de Aula



Fonte: autora (2018).

Como esta etapa representava o último momento de discussão com os alunos, a pesquisadora através dos questionamentos buscava consolidar os conceitos científicos aprendidos ao longo da sequência. Por isso, podemos constatar que a abordagem *interativa-autoridade* (12,87%) foi a mais empregada, pois a pesquisadora considerava somente as respostas dos alunos que apontavam os conceitos científicos. No entanto, as abordagens *não interativa-dialógica* (8,66%) e a *não interativa-autoridade* (8,52%), também precisavam ser modeladas afim de conduzi-los para os pontos de vista apresentados pela Ciência.

6.3 Microanálise das aulas

A discussão do conteúdo foi reservada para fazermos a microanálise, a partir de trechos específicos dos 3º, 4º e 6º momentos, em que foi observada a construção do significado dos conceitos das Funções Inorgânicas. No momento 3, analisamos os discursos trocados entre alunos e pesquisadora, após o primeiro contato do jogo que foram explorados os conceitos aprendidos. No momento 4, observamos a discussão do conteúdo a partir dos experimentos de ácido-base e da chuva ácida. E a última análise correspondeu ao 6º momento, quando foi discutido com os alunos as questões e respostas da lista de exercício.

6.3.1 Momento 3: PlayTest do jogo “Planeta Química: uma aventura no cotidiano”

As trocas enunciativas sobre o conteúdo, a partir do jogo "Planeta Química", foram transcritas para o quadro abaixo:

Quadro 10 - Discussão pós *PlayTest*

Turno	Locutor	Transcrição
1	Pesq.	A1, qual foi a tua maior dificuldade no jogo?
2	A1	TUDO!
3	Pesq.	Tudo. Por exemplo como?
4	A2	Na parte da ponte!
5	A1	Na parte da ponte (+) e::: na hora do::: como é que é rapaz? [
6	B2	[Minha maior dificuldade foi na ...
7	A1	Na hora de balancear a equação.
8	Pesq.	E tu é:::
9	A2	Mesma coisa
10	Pesq.	A mesma coisa. E tu, B1?
11	B1	Balancear a equação
12	Pesq.	Balancear. E a [
13	B2	[Balancear equação.
14	Pesq.	E a tua, C2? Tam [
15	C1	[Balancear equação
16	C3	TUDO.
17	X	Tudo né? [
18	C2	Mas a equação tinha que tá na ordem?
19	Pesq.	De reagentes, é: eles não importam. Mas, reagente tinha que tá como reagente e produto tinha que tá como produto. (+)Vocês, qual foi a maior dificulda-de/ dificuldade de vocês?
20	Y	Tudo.
21	Pesq.	Tudo (+). Tudo por quê?
22	Z	Só o negocinho lá mesmo.
23	Pesq.	De balancear equação? / Na primeira/segunda fase, vocês identificaram o problema da fazenda?
24	B1	Sim
25	Pesq.	O-o que tava causando toda a destruição da fazenda? [
26	B1	A chuva ácida
27	Pesq.	A chuva ácida. E como se forma a chuva ácida,vocês observaram?
28	W	Poluição daquele bocado de bicho lá.
29	B1	Aqueles/aquelas moléculazinhas com H, comé?

30	Pesq.	É::, saía o:: dióxido de enxofre, da onde que saía?
31	A1	Do lixo.
32	Pesq.	Nã-ao.
33	C3	Dos carros de automação.[
34	Pesq.	Dos carros, mas também saia de outro lugar
35	A2	Da chaminé.[
36	B1	Daquelas chaminés.
37	Pesq.	Das indústrias (2,5). B1e B2 que zeraram o jogo, o que-que a menina falou no final? Que quando ela [
38	B1	Que quando ela conseguiu resolver o problema da fazenda dos avôs dela. Né não?
39	Pesq.	Foi, mas como foi que ela resolveu? (+) Como foi que ela conseguiu resolver o problema da plantação?
40	A1	Ninguém mandou vocês zerarem o jogo. ((risos))
41	Pesq.	Ela usou o que (+) pra zerar?
42	B1	Uma arminha.
43	Prof.	Han?
44	B1	Uma arminha:: ((risos))
45	Pesq.	É:: Mas, qual era a "bala" dela? (2,5). O:: (+) todo mundo pegou que chegou na 2ª fase. O que-que ela usou para neutralizar as fábricas?
46	C3	Ah foi o::
47	A1	Rapaz::
48	Z	O que ela pegou lá na fazenda? [
49	Pesq.	Foi, no celeiro. O que-que ela pegou?
50	W	O bicarbonato.
51	Pesq.	Não.
52	C2	Aquele negócio, o sal.
53	B1	[[O cal, cal. Alguma coisa assim.
54	C2	[[O cal,cal.
55	W	O cal.

Fonte: autora.

Notas: Pesq.: Pesquisadora.

Após o jogo, a pesquisadora questionou os alunos sobre suas maiores dificuldades e queria interrogá-los sobre o jogo. Como esse momento era principiante na sequência didática e já tínhamos observado na discussão dos alunos com a professora que eles possuíam dificuldades em reconhecer as funções inorgânicas e aplicá-las em seu cotidiano, desejamos relacionar o conteúdo com o jogo. Logo, o objetivo da discussão era levar os alunos a refletirem sobre o problema da chuva ácida. Observamos que embora os alunos não soubessem explicar cientificamente o fenômeno, eles conseguiram usar as informações dadas pelo jogo, apontando que os poluentes que saíam dos carros e fábricas eram os responsáveis pela chuva ácida (Turno 33 ao 36).

Ao final do questionamento, pudemos constatar que os alunos tiveram dificuldades em afirmar que a chuva ácida poderia ser neutralizada com a cal, pois somente a dupla B conseguiu chegar ao fim da 2ª fase e contemplou o diálogo da Irene com seus avós, em que explicava que a fazenda tinha sido afetada pela chuva ácida e apontou o uso da cal que estava no celeiro para neutralização. No entanto, observamos a presença do discurso de poder e autoridade, quando um aluno utilizava da ferramenta sociocultural para responder aos

questionamentos, influenciando no discurso dos demais, sendo notório nos turnos 54 e 55, onde os alunos C2 e W confirmaram a resposta dada pelo B1 no turno 53.

O conteúdo científico não foi explorado propositalmente, pois o momento estava reservado para despertar nos alunos a curiosidade sobre a temática que seria observada e discutida na aula experimental, descrita no Momento 4. Essa posição foi tomada, pois identificamos que os alunos ainda apresentavam o gênero primário, logo seria necessário que houvessem mais discussões envolvendo o gênero da Ciência/Química para ressignificar o gênero cotidiano (primário) (GIORDAN, 2008).

6.3.2 Momento 4: A química presente em nosso cotidiano - Experimentação.

As trocas verbais foram transcritas para que pudéssemos observar o avanço dos alunos ao longo da discussão, estas estão apresentadas no quadro abaixo:

Quadro 11 - Discussão sobre a aula experimental

Turno	Locutor	Transcrição
1	Pesq.	Bom dia! O que eu fiz, eu fiz a primeira parte do experimento. Eu peguei um ácido, que é o Ácido Clorídrico e peguei uma base que é o Hidróxido de Sódio e peguei a água destilada, que é a água, só que tratada. Certo? (+) A gente vai fazer o experimento com a água de torneira porque é a que a gente mais utiliza. Por que que eu quero utilizar esse experimento alguém sabe? O objetivo desse experimento, pelo que vocês leram?
2	A1	Ainda não.
3	Pesq.	Ainda não?
4	\.../	(Distribuiu os roteiros para os alunos que faltavam receber).
5	Pesq.	Alguém? Qual o objetivo desse experimento? Porque que a gente vai utilizar esses ácidos e vocês perceberam quais os produtos que a gente vai utilizar?
6	C3/W	Folha de repolho
7	Pesq.	Repolho,e a:: aí a gente (+) Vocês observaram o que temos na bancada? Os produtos que eu trouxe? [
8	G.A	[Sim
9	Pesq.	Vocês conhecem algum deles?
10	A1	[[Sim, refrigerante
11	B1	Eu não(+) Eu não conheço esse amarelo.
12	Pesq.	Esse amarelo aqui, é o açúcar.
13	B1	Açúcar?
14	Pesq.	[[É açúcar só que ele tá no pote.
15	B2	[[Só que tá no recipiente amarelo.
16	A1	Ah sei, o açúcar de cozinha.
17	Pesq.	Açúcar! É o açúcar que a gente usa no nosso dia a dia. Então todo mundo conhece/ Aqui é sabão, tá?
18	B1	Sabão Omo, bicarbonato de sódio eu passava nos dentes. Mas me prejudicou professora. [
19	Pesq.	[Alguém conhece isso aqui? Alguém conhece?
20	A1	Sonrisal. Não!
21	Pesq.	É, o famoso sonrisal. [
22	A1	[Só que esse daí é um::
23	Pesq.	É uma marca independente. Então são produtos que vocês conhecem,né?. [
24	Y	[Usado em nosso dia a dia
25	Prof.	Do dia a dia de vocês. E esses produtos vocês acham que são ácidos, são básicos?

26	C3	São ácidos
27	Pesq.	Todos são ácidos?
28	B1	A maioria.
29	G.A	A maioria.
30	Pesq.	A maioria? [
31	Prof.	[O refrigerante é um ácido, bicarbonato de sódio é básico.
32	Pesq.	Que mais que é um ácido?
33	C3	Água sanitária. [
34	G.A	[Água sanitária
35	W	Sabão em pó.
36	B1	Bom, eu penso o seguinte! O suco se fosse natural era básico, mas como é industrializado é ácido. Eu penso assim, né?
37	Pesq.	Que mais?
38	Y	Eu acho que o açúcar não é ácido.
39	Pesq.	Han?
40	Y	O açúcar.
41	Pesq.	O açúcar não é ácido ou básico?
42	Y	O açúcar não é ácido. Ele é básico.
43	\.../	(Questionou os alunos sobre a leitura do texto que foi dado aos alunos no encontro passado que daria base para a aula experimental e discutiu como os cientistas denominava as substâncias ácidas e básicas).
44	Pesq.	Só que aí, eles não podiam provar todos os ácidos e todas as bases para ver. E aí o que-que eles criaram?
45	Y	A tabela.
46	Pesq.	Qual o nome da tabela, vocês sabem?
47	W	Tabela de pH.
48	Pesq.	Certo, então (2.0)han? Qual era o nome da tabela?
49	W	Tabela de pH.
50	Pesq.	E essa tabela vai de quanto até quanto?
51	A2	Ela vai até 14.
52	Pesq.	Até 14, aí a gente tem uma divisão ali de zero a seis
53	A2	[[A sete
54	C1	[[A sete
55	Pesq.	Não, sete é neutro
56	B1	É a seis.
57	Pesq.	6,9 isso. 6,9 é o que?
58	G.A	[[Ácido.
59	Pesq.	Entre 7 é o que?
60	A1	Base.
61	Pesq.	Sete?
62	A2	Neutro.
63	G.A	[[Neutro.
64	Pesq.	De 8 pra cima?
65	G.A	Base.
66	Pesq.	Básico, né? Até quanto?
67	B1	14.
68	Pesq.	Até 14.
69	A1	Sete é neutro e pra baixo é ácido.
70	Pesq.	Isso. Então o que a gente fez, é a gente trouxe o Ácido Clorídrico. Por que será que eu escolhi o Ácido Clorídrico?
71	C3	Porque, foi o que a gente mais, como se diz, mais se confundiu no jogo que a senhora passou.
72	Pesq.	Mais confundiu? Mas lá era outro ácido.
73	C3	Era, mas pra mim era parecido.
74	Pesq.	É porque é um ácido, né? Por que vocês acham então? Não? Vocês, é já ouviram falar que quando vocês comem alguma comida bem acida, dói o estômago de vocês? Vocês já sentiram isso?

75	G.A	[[Já.
76	Pesq.	Será por quê?
77	A1	Porque corrói.
78	Pesq.	Pois é, eu vou explicar uma coisinha para vocês. O nosso estômago tem um ácido, o nome desse ácido é o ácido [[
79	B1	Gástrico é?
80	Pesq.	É o ácido gástrico, mas esse ácido ele tem um nome. Como é o nome desse ácido? Hum
81	B1	Sulfúrico.
82	Pesq.	Clorídrico (baixinho)
83	B2	Não, suco gástrico. Esse ácido é o::
84	B1	Clorído. Não sei.
85	Pesq.	Isso, é o Clorídrico. É, a gente já tem o ácido clorídrico em nosso estômago, se a gente come mais comidas ácidas. O que-que vai fazer? A quantidade de ácido vai? [
86	G.A	[Aumentar
87	Pesq.	Aumentar. E aí por isso que a gente chama/ quando a gente/ se a gente fica com o estômago assim, o que geralmente a gente toma?
88	A2	Estomazil.
89	Pesq.	Estomazil. Será por quê?
90	C3	Porque diminui.
91	B2	Porque é uma base.
92	Pesq.	Porque é uma base, exatamente. É o chamado, sonrisal. Aqui a gente vai olhar e ele é também chamado/conhecido como antiácido. Se ele não é ácido, ele é?
93	Y	Ele é anti.
94	B1	Básico.
95	Pesq.	Exatamente. Então o que que ele vai fazer quando a gente tomar um antiácido?
96	A2	Ele vai deixar nossa barriga com base e não com ácido.
97	W	Ele vai deixar neutro.
98	Pesq.	Exatamente. Ele vai neutralizar aquele ácido que tem no nosso (+) estômago. Então, o nosso objetivo em vim trazer o ácido clorídrico pra mostrar o que realmente acontece no nosso estômago quando a gente utiliza esses produtos
99	\.../	(A pesquisadora começou a explicar como fez a parte I do experimento, explicou como se dá a diferença de coloração das faixas de pH e explicou como os alunos fariam a parte II do experimento).
100	Pesq.	Então o sonrisal ele é?
101	G.A	[[Básico.
102	Pesq.	Básico. Por isso que ele neutraliza o::? O sonrisal ele é básico, por isso que ele neutraliza o::? [
103	Y	[[Ácido.
104	B1	[[Ácido.
105	Pesq.	Vocês lembram que vocês trabalharam reação de neutralização (+) no jogo?
106	B1	Aham.
107	C3	Sim.
108	Pesq.	Como?
109	B2	Quando a gente botou[
110	A1	[Bicarbonato de sódio em cima da [
111	B2	[Ácido Sulfúrico.
112	Pesq.	Do ácido sulfúrico. Olhem para mim o pH do Bicarbonato.
113	B1	Nove.
114	Pesq.	Nove. Então se o ácido já, se a gente tá dizendo que é ácido, então ele era abaixo de (+) sete, né? Então, porque o bicarbonato neutralizou?
115	B2	Porque ele é uma base.
116	Pesq.	Porque ele é uma (+) base.
117	\.../	(Realização do experimento 2).
118	Pesq.	Vocês observaram o que na planta?
119	Y	[[Que ela murchou.

120	G.A	[[Que ela murchou.
121	Pesq.	E o que mais?
122	B1	Perdeu cor.
123	Pesq.	Perdeu cor. Vocês sabem por que que isso aconteceu?
124	Y	[[Porque o:[:
125	B1	[[Porque::
126	A1	Por causa do calor.
127	Y	O cheiro.
128	Pesq.	Do calor?
129	B1	Não, não é não por causa do calor.
130	C3	Temperatura.
131	Y	O ambiente que ela teve: [
132	G.A	[O enxofre.
133	B1	O enxofre. ((inaudível))
134	Pesq.	Vocês acham que o enxofre que causou isso?
135	G.A	Sim.
136	A2	Também.
137	B1	Não, eu acho que uma das causas foi isso.
138	Pesq.	E qual pode ser a outra?
139	Y	A-a colher (+) a colher quente porque ela veio quente de lá.
140	Pesq.	A temperatura?
141	C3	É, que aqueceu o recipiente.
142	Pesq.	O recipiente, tá? Vocês assemelham esse processo com alguma coisa no jogo?
143	B1	A chuva ácida.
144	Pesq.	A chuva ácida?
145	C3	Sim.
146	Pesq.	Porquê? Como é que ela tava representada no jogo?
147	B2	Porque as plantas estavam tudo sem folhas.
148	Pesq.	Sem folha né? Estavam tudo murchas, (+) tá? Então vocês acham que esse processo é o processo da chuva ácida?
149	G.A	Sim!
150	X	Sim. Vamos medir o a-a o pH pra ver se:[:
151	B1	[É ácido ou básico?
152	Pesq.	Isso.
153	B1	Vamo lá, vamo lá.
154	Pesq.	Qual foi o pH?
155	B1	Deixa eu ver. Cadê a caixinha?
156	Pesq.	Ver se vocês conseguem identificar.
157	B1	Cinco.
158	Pesq.	Cinco. Então o pH eh:[:
159	Y	Ele é ácido.
160	B1	Ele é ácido.
161	Pesq.	O pH da: [
162	Y	[O pH da planta, ela é ácida.
163	Pesq.	Então, o pH tá?
164	B1	[[Ácido.
165	G.A	[[Ácido.
166	Pesq.	Ácido. E o nome dessa chuva é a chu-va?
167	G.A	[[Ácida.
168	Pesq.	Acontece na/ vocês já viram algum fenômeno parecido?
169	Y	Já.
170	B1	Não, não.
171	Pesq.	Vocês acham que a chuva que: [
172	B1	[Não.

173	Pesq.	Sim. Vocês acham que a chuva que que todo esse mês de março tá acontecendo é chuva ácida? Vocês acham que a nossa chuva ela é ácida?
174	B1	[[Não.
175	G.A	[[Não.
176	B1	Não, porque eu me banho direto (+). Eu acho que não.
177	Pesq.	Pois é, pois a chuva que cai, ela é ácida. E isso é devido alguns fenômenos que vocês olharam no jogo, tipo o que?
178	B1	Aquelas a-aquelas fumaças saindo daqueles tonéis saindo.
179	Pesq.	Exatamente. Então, as-as fumaças dos carros, as fumaças dos[
180	B1	Isso tudo é poluição.
181	Pesq.	Exatamente. Então, qual elemento da poluição que causa a chuva ácida? Qual elemento que causa a chuva ácida? Vocês sabem? [
182	Y	[É o ambiente em que: [
183	Prof.	[Não. O elemento químico. Qual que pode ser?
184	B1	O enxofre.
185	A1	Enxofre.
186	Pesq.	O enxofre? Que ocasionou isso aí? Então, vocês olharam que lá na fábrica, eles estavam eliminando moléculas de SO? Vocês lembram que tinham um O, um S e um O?
187	B1	Aham.
188	B2	Aquela molécula ali, ela é a molécula dióxido de enxofre.
189	G.A	Dióxido de enxofre
190	Pesq.	Então, quando ela se junta com a água, ela forma o ácido[
191	B1	[Sulfúrico
192	Pesq.	Sulfúrico. Que é a chuva/ que é o ácido que/ que é a chuva ácida. Entenderam?
193	G.A	Sim.
194	Pesq.	Certo?
195	G.A	Certo.
196	Pesq.	Então, qual é a chuva/ é o ácido da chuva ácida?
197	G.A	Ácido Sulfúrico.
198	A1	Dióxido Sulfúrico.
199	Pesq.	Não, dióxido de enxofre são as moléculas que saem da-das fábricas, dos carros. Então, qual o elemento químico que é da chuva ácida/ que causa a chuva ácida? É o:?
200	B2	Enxofre.
201	Pesq.	O Enxofre. Então vocês conseguiram compreender?
202	G.A	Sim!
203	Pesq.	Conseguiram visualizar o fenômeno ?
204	G.A	Sim!
205	Pesq.	Vocês acham que o que poderia ajudar a diminuir a emissão de dióxido de enxofre já que é um poluente para gente?
206	B1	Carros elétricos.
207	Pesq.	Hum? O que vocês acham que poderia [
208	A1	Fazer o que ?
209	B1	Comprar um prius.
210	Pesq.	Han? Prius? O que é um prius?
211	A1	É um carro elétrico.
212	Pesq.	Tá, seria uma opção. E para as fábricas?
213	B1	Energia solar.
214	Pesq.	Não, presta atenção. Eles estão produzindo o material deles e tá sempre saindo SO ₂ , o que a gente poderia eh:: dar uma sugestão pra diminuir essa quantidade?
215	B2	Usar elementos básicos.
216	Pesq.	Usar elementos/ Mas aí vamos supor que eles não podem, o que a gente tem que fazer [
217	A1	[Botar uma chuva básica.
218	Pesq.	Tem que sair SO ₂ , tem que sair. Vamos supor tem que sair, porque tudo que produzem elimina SO ₂ , e aí o que que a gente poderia utilizar? Alguém tem ideia?
219	B1	Botar elementos neutros.

220	Pesq.	Usar o que? Elementos neutros? Como assim, B1?
221	C3	Aquela arminha lá do jogo.
222	B2	O cal.
223	B1	Ah, o cal.
224	Pesq.	Poderia usar o cal?
225	B1	Sim, ele que eliminou lá o chefão.
226	Pesq.	É, exatamente. Então, a cal ela neutralizou quem?
227	C3	O enxofre.
228	B1	O enxofre.
229	Pesq.	Exatamente! A chuva ácida que tava vindo e diminuiu o enxofre. Então uma sugestão seria colocar o:::?
230	B1	Cal.
231	Pesq.	Onde colocaria?
232	C3	Nas paredes.
233	Prof.	Aonde, nas paredes? Elas saem por onde?
234	A1	Botava na chaminé.
235	B1	Na chaminé.
236	Pesq.	Então, exatamente. Gente, hoje em dia há uma sugestão para as fábricas, para que elas neutralizem esse dióxido de enxofre com a cal, que é o hidróxido de cálcio. Exatamente! Que foi o que a gente botou lá no jogo, então vocês perceberam que tudo trabalha na neutralização?
237	B1	Sim!
238	Pesq.	A primeira fase do jogo vocês neutralizaram o que com que? Vocês neutralizaram:
239	B2	O ácido sulfúrico com o (+) bicarbonato de sódio.
240	Pesq.	Com o bicarbonato de sódio. E na segunda fase vocês neutralizaram o que?
241	A1	O enxofre com o:
242	W	O so, so é...
243	Pesq.	O SO_2 com :
244	W	Cal.
245	A1	Com o cal. Então sempre quando eu tenho um ácido eu tenho que neu:
246	G.A.	Neutralizar.
247	Pesq.	Neutralizar. Vocês conseguiram compreender?
248	G.A.	Sim.

Fonte: autora (2018).

Notas: Pesq.: Pesquisadora.

Prof.: Professora.

G.A: Grupo de Alunos.

Na aula experimental, a pesquisadora inicialmente buscou explicar a parte I do experimento. O texto base para a experimentação foi distribuído no 3º momento, porém os alunos não fizeram a leitura do texto, dificultando mais a discussão sobre as funções ácidas e básicas e o uso dos indicadores ácido-base. Do turno 5 ao 23, a pesquisadora verifica se todos os alunos conhecem os produtos disponíveis na bancada. Como os produtos eram de conhecimento de todos, a pesquisadora começou a questioná-los quais alimentos eram ácidos e básicos. A resposta do aluno B1 no turno 36 foi bastante interessante, porém não teve a atenção devida para que pudéssemos ter maior entendimento sobre a resposta, supomos que essa concepção do suco industrial de laranja ser ácido, pode ser decorrente do entendimento

que a população já possui dos acréscimos de substâncias químicas utilizadas para conservar os alimentos, que por consequência aumenta a acidez.

Dos turnos 44 ao 69, a pesquisadora explorou a tabela de Potencial de Hidrogênio (pH), porém os alunos ainda possuíam dificuldades em identificar a neutralidade do pH de 7 a 7,9. A identificação do pH ácido e básico era mais fácil para eles, pois em suas concepções a tabela era dividida ao meio, de 0 a 7 (ácido) e de 8 a 14 (base). Na aula experimental trabalhamos com os alunos verificando o pH das substâncias, para que pudessem identificar o valor 7 como neutro.

Para que os alunos pudessem relacionar o experimento 1 com seu cotidiano, a pesquisadora do turno 70 ao 98, buscou explicar os efeitos das comidas ácidas e explicar a produção de Ácido Clorídrico (HCl) no estômago, além de relacionar com os demais produtos que estavam na bancada que eram básicos para explicar a reação de neutralização no estômago com o Sonrisal que é um anti-ácido. Para finalizar a explicação, sobre o conteúdo de neutralização, verificamos primeiramente o pH do bicarbonato e relacionamos a reação que os alunos realizaram no jogo do ácido sulfúrico com o bicarbonato de sódio.

No segundo experimento, os alunos relataram os fatores que contribuíram para que a flor murchasse apontando a temperatura da colher quente (turno 193). Essa resposta é coerente com o pensamento dos alunos, pois o recipiente estava fechado e a flor estava em contato direto com a colher. Os alunos também apontaram o Enxofre (Turno 132) e o Dióxido de Enxofre (Turno 189), identificando os elementos constituintes da chuva ácida que estavam por trás do problema da plantação. Um ponto interessante na discussão foi que todos os alunos deram como solução os carros elétricos para diminuir a emissão de Dióxido de Enxofre (SO₂) e conseguiram extrair do jogo a solução para implantar a cal nas chaminés das fábricas (Turno 234 e 235).

A partir dessa discussão, vimos a contribuição do jogo na construção do conhecimento dos alunos, bem como a reflexão sobre a chuva ácida. Como ficou evidenciado na fala do aluno B1 (Turno 176) que tinha consciência do problema ambiental, mas não conseguia acreditar que a chuva que ele "pegava" era ácida, pois os pingos de água nunca corroeram sua pele instantaneamente.

6.3.3 Momento 6: Jogo “Planeta Química: uma aventura no cotidiano”

A fim de conectar todas as ferramentas (experimentação e lista de exercício) ao jogo, começamos a relembrar um pouco da sequência didática e pedir que os alunos

expusessem suas respostas fornecidas na lista de exercício para que a pesquisadora pudesse ir corrigindo possíveis erros. As respostas do momento 6, estão detalhadas no quadro 12:

Quadro 12 - Discussão sobre após o Jogo Final

Turno	Locutor	Transcrição
1	Pesq.	É o seguinte (+) quero que todo mundo preste atenção em mim tá? (+) Rapidinho (+) a gente vai conversar rapidamente. (2.0) É, agente participou de vários momentos certo?
2	B2	Certo
3	Pesq.	Qual foi o primeiro momento?
4	A2	Momento do jogo.
5	C1	O jogo [
6	Pesq.	[Foi o jogo né? Vocês tiveram muita dificuldade porque era a primeira vez que vocês estavam jogando (+) né? (2.0) Lembram?
7	Pesq.	Aí a segunda vez foi o que?
8	B1	Foi fácil.
9	A1	Fácil.
10	Pesq.	Foi fácil? (+) Foi o que, que a gente fez?
11	B2	A segunda vez foi [
12	A2	[A gente fez uma pesquisa e
13	B2	A experiência no laboratório [
14	Pesq.	A experiência no laboratório né?
15	A1	De informática.
16	Pesq.	NÃO.
17	A1	Ah,foi naquele dali. Foi bacana!
18	Pesq.	O laboratório. Foi do laboratório. E vocês, tiveram dificuldades?
19	G.A.	Não.
20	Pesq.	Vocês ficaram surpresos com alguns [
21	A1	[Com algumas coisas, algumas coisas a gente ficou surpreso
22	B2	Ah:: foi com a água.
23	B1	Com a água de torneira.
24	Pesq.	E no segundo experimento a gente trabalhou a chuva ácida, vocês tinham noção (+) do:: que era realmente era chuva ácida? Porque as vezes a gente escuta ah:: a chuva ácida, chuva ácida,mas, vocês tinham noção do que era?
25	B1	Mais ou menos.
26	Pesq.	Vocês conseguiram entender mais ou como funcionava/como funcionava através daquele experimento?
27	G.A.	Sim!
28	Pesq.	Conseguiram entender o que/ que muitas vezes as plantas são destruídas, as/ os prédios deteriorados são devidas a chuva ácida? Entenderam como isso funciona? (2.5) SIM?
29	G.A.	SIM!
30	Pesq.	Como/ Qual é o elemento (+) principal da chuva ácida?
31	G.A.	Enxofre.
32	B1	Não esquece mais não!
33	Pesq.	Não esquece mais não. (2.0) Tá! Aí a gente fez o quarto momento (5.0) Qual foi o quarto momento?
34	B2	Foi a pesquisa:
35	Pesq.	Foi (+) a lista de exercícios. Na lista de exercício, vocês tiveram dificuldade?
36	B1	Não
37	Pesq.	A primeira questão foi relacionada a::: (+) A primeira questão foi relacionada a::: (2.0) aos alimentos [
38	B1	[Aos alimentos ácidos e bases.
39	Pesq.	E aí vocês não tiveram muita dificuldade, por quê? Porque vocês já (2.0) viram/ viram no laboratório, certo?
40	C3	Certo
41	Pesq.	Mas aí eu quero perguntar uma coisa para vocês, (1.5) como vocês identificaram (+) os alimentos?

42	C3	Alguns que tinham lá na mesa.
43	B1	É alguns estavam lá.
44	Pesq.	Ham? Alguns estavam lá, mas o que dá para identificar se um alimento é ácido ou básico?
45	G.A.	O pH.
46	Pesq.	O pH (+), o pH vai de quanto/tem uma escala, certo?
47	G.A.	0 a 14
48	A1	7 é neutro
49	Pesq.	E pra baixo de 7?
50	G.A.	Ácido
51	Pesq.	E acima?
52	A1	Para cima é base
53	G.A.	Base
54	Pesq.	A gente tem um ácido em nosso estômago alguém lembra o nome dele?
55	B1	Ácido sulfúrico
56	C3	Ácido sulfúrico
57	G.A.	Ácido clorídrico
58	Pesq.	Clorídrico. (+) Então se a gente come bastante alimento ácido o que a gente vai acontecer?
59	G.A.	Gastrite
60	Pesq.	Gastrite ou refluxo que é uma doença devido ao aumento de acidez no nosso (2.0) estômago [
61	X	[Aí-aí tipo o nosso sistema... alguma coisa ai libera mais-mais ácido parece:
62	Pesq.	Isso::, é o nosso ácido/ ele é mais ácido então se você come Mais Alimentos ácidos a quantidade de acidez no seu estômago vai::?
63	C1	Aumentar
64	Pesq.	Aumentar!Aí foi a segunda questão né? que aí vocês pesquisaram a questão dos alimentos (+) que fossem/que vocês mais usassem que eram ácidos, tiveram dificuldade?
65	G.A.	Não
66	Pesq.	A terceira questão eu botei (+) eh:: / sobre um problema que a gente teve que foi muito divulgado que foi sobre a barragem de (2.0) Mariana. (+) Aí, (+) vocês tinham noção do elemento que causou/da substância que tinha causado toda aquele estrago?
67	G.A.	Óxido de ferro
68	Pesq.	Óxido de ferro! (+) Então, o óxido de ferro ele aumentou o pH, vocês sabem porquê?
69	B1	Não
70	Pesq.	Porque os óxidos, eles quando reage com a água (+), eles tendem a acidificar mais o meio (1.5) então aquele óxido de ferro provavelmente era um óxido? (8.0) Um óxido ácido que se juntou com a água e formou um (+) os ácidos, foi o que aumentou o::pH, certo? E aí eu perguntei para vocês que medidas vocês tomariam.
71	B2	A gente achou a planta.
72	Pesq.	A planta? (+) Vocês acharam nome da planta?
73	B2	Não.
74	Pesq.	E vocês, C1?
75	C1	A gente colocou a plantação de plantas nativas
76	Pesq.	Plantação nativa, e você aí, A1?
77	A1	Não lembro.
78	Pesq.	Não lembra? (+) Tu lembra? ((apontando para uma aluna que respondeu que não))
79	X	Que eu coloquei/ eu coloquei o restauro da flora e limpeza dos rios
80	Pesq.	A limpeza. Lembra? Tá, aí vamos/ a gente colocou mais situações, mas vocês lembram que ficou por um bom tempo alagado? (3.0) Um bom tempo que tinha-que tinha que esperar/ um bom tempo para diminuir a quantidade de lama que tinha lá? Será se era viável fazer aquela plantação?
81	B1	Não.
82	B2	Eu falei.
83	Pesq.	Não, então se não era viável o que faria?(5.0) O que que vocês acham?
84	B2	Acho que a gente podia (2.0) eh:: jogar o cal.

85	Pesq.	Jogar o cal?
86	B1	É.
87	Pesq.	Será? [
88	A1	[Pode ser
89	Pesq.	Porque a cal (+) ele faz o que?
90	B1	Ele neutralizava o::: a acidez.
91	A1	Ele é uma base
92	Pesq.	Eh:: só que aí eh:: a gente provavelmente tinha que procurar um elemento que neutralizasse aquela acidez, mas será se o cálcio era o mais indicado?
93	B1	Não.
94	B2	Não.
95	Pesq.	Não, a gente (+) toda vez que a gente for trabalhar a questão de neutralização a gente tem que ponderar o que? (2.0) O reagente, né? (+) Então foi o óxido de ferro, tem que ver um elemento que vai ser compatível com aquele óxido de ferro que vai neutralizar, certo? não é qualquer elemento ((fez pausa para chamar atenção do A1)) Não é por quê?
96	G.A.	Risos ((porque a pesquisadora chamou atenção do A1))
97	Pesq.	Não é porque ele neutralizou a chuva ácida, que ele vai neutralizar acidez do rio, (1.5) né? Porque qual era/ a-o ácido da chuva ácida? Alguém lembra? (5.5) Ácido?
98	B2	Alguma coisa de enxofre
99	Pesq.	Ácido::: ?
100	C3	Não era o ácido sulfúrico não?
101	Pesq.	Ácido sulfúrico, era (+) o ácido sulfúrico.
102	A1	Eu pensei que era o ácido sulfúrico, mas não tinha certeza.
103	Pesq.	Vocês observaram como se formou o ácido sulfúrico no jogo?
104	C3	Pela poluição?
105	Pesq.	Pela poluição. (1.5) Tá, mas o que que saia das chaminés?
106	B1	Fumaças.
107	X	Poluentes.
108	Pesq.	Tinha um poluente lá, vocês observaram que poluente era esse? (+) Era uma molécula.[
109	B1	[Era HO...
110	Z	Era HoH, era alguma coisa assim.
111	Pesq.	Não, (+) não era H.
112	A2	Óxido (+) de enxofre.
113	Pesq.	Era o di-óxido de enxofre.
114	B2	Viu? Eu quase acertei.
115	Pesq.	Certo? (1.5) Aí vocês observaram que depois que ele saia da chaminé acontecia alguma coisa, (+) ele se misturava com que? [
116	A1	[Cal.
117	X	Com a chuva ácida e::
118	Pesq.	Não, a chuva ácida era o produto, eu tô perguntando como se formou a chuva ácida.
119	X	Eu não sei, eles estavam no lixo que dava para degenerar as substancias.
120	B2	As moléculas da nuvem lá.
121	Pesq.	Da nuvem, e o que-que tem na nuvem/ qual a molécula que tem na nuvem? [
122	G.A.	[H ₂ O.
123	Pesq.	H ₂ O, então quando o SO ₃ se juntou com H ₂ O ela formou o:: (2.5) Ela formou o: H ₂ (+) SO ₄ esse é um processo muito rápido. Lógico que ele::/ lembram que tinha um círculozinho assim?
124	Y	Uhum::
125	Pesq.	Vocês sabem o que aquilo?
126	B1	O que, tia?
127	Pesq.	É que vinha tipo uns círculozinho assim ((fez o gesto com a mão)) que se juntavam e formavam...
128	B1	Ah:: eu sei.
129	Pesq.	Vocês chegaram a olhar?
130	B1	Sim, eu olhei.

131	Pesq.	Vocês sabem o que/ é aquilo? [
132	G.A.	[Não.
133	Pesq.	O que-que tu achas que é, B1?
134	B1	Moléculas de poluição, sei lá.
135	Pesq.	Não::: são as poeiras (+) Então, a poeira ela também tem elementos que:: colaboram ((interrompeu pra chamar atenção do B1)) (+) Então, a poeira também tem elementos que colaboram com a formação do ácido sulfúrico certo? Aí tá Vocês pegaram ácido sulfúrico e neutralizaram com quem?
136	B1	Com cal.
137	Pesq.	Com cal, vocês (1.5) para eu chegar nessa pergunta/ eu vou perguntar mais uma vez só para relembrar, existem quatro funções inorgânicas, (+) quais são?
138	G.A.	Sais, bases, ácidos e óxidos.
139	Pesq.	E óxidos. (2.0) A cal, ela é qual função inorgânica?
140	B1	Base
141	Pesq.	É uma base, é o hidróxido de:: cálcio. Então como a gente identifica uma base, através do O-H (5.0) OH, e o ácido através do (6.5) do?
142	C3	pH.
143	Pesq.	É, é porque ó gente quando a gente estuda as funções inorgânicas a gente tem quatro funções, (+) a gente identifica o ácido através do H+ (+) É quando ele se ioniza e libera um H+, por exemplo, o enxofre, (1.5) o ácido sulfúrico ele ioniza e libera o 2H+, que é o H ₂ SO ₄ (2.0) A base no caso do hidróxido de cálcio (+) é o cálcio mais o:: OH, certo? Que é o que identifica um/uma base e um óxido, como que agente identifica um óxido? (3.5) Por exemplo, (2.0) o óxido de ferro é Fe-O, quem é o óxido aqui?
144	B2	O O.
145	Pesq.	O O, e o O é qual elemento químico?
146	B2	É o Oxigênio
147	Pesq.	É o oxigênio então a gente identifica (+) um óxido através do:: ?
148	Z	Oxigênio
149	Pesq.	Oxigênio. E um sal? Me dêem um exemplo de sal que vocês utilizam/ que vocês mais conhecem.
150	A2	O sal de cozinha
151	Pesq.	O sal de cozinha, alguém sabe qual é a formula dele?
152	A2	NaCl
153	Pesq.	NaCl (+). Então será se a gente formou assim puf! Rapidamente o NaCl? [
154	B2	[Não
155	Pesq.	[[Ou ele é produto de alguma coisa?
156	B2	Ele é produto de alguma coisa
157	X	Ele é produto do:: sódio, não do sódio não, eh::
158	Pesq.	Do sódio também!
159	X	Mais o sódio é diferente do sal de cozinha?!
160	Pesq.	Vai! (+) Vai continua, ele é produto do sódio com quem?
161	A2	Com cloro
162	Pesq.	Com cloro, tá, porque a gente viu o Na que é um só-sódio e o Cl que é o cloro, (+) mas ele é um produto de alguma coisa, será o que é? (3.0) Ele é um/eu vou só dar uma dica, ele é um produto do (+) processo de neutralização, de quem? (+) Alguém sabe me dizer?
163	B2	Eu acho que-que do ácido.
164	Pesq.	Do ácido com quem?
165	B2	Com a base
166	Pesq.	E aí gerou quem?
167	B2	Um sal
168	Pesq.	Um sal, então o sal também é o produto de um ácido com uma base que gerou um (1.5) sal. Vocês sabem arriscar que ácido seria esse/do sal de cozinha? (3.5) Ácido sulfúrico tá? Mas o ácido sulfúrico é o qual? H ₂ SO-4 e o:: sal de cozinha quem é? O ₂ ?
169	A2	É o clorídrico.
170	Pesq.	É o clorídrico?Porque? Qual é a forma do clorídrico? (2.0) H-C-l, HCl, então a gente tem o HCl e qual seria a base? (3.0) Qual seria a base que se juntou com o ácido e

		formou o sal? Sabe não B1?
171	B1	Sei não, sei não
172	Pesq.	Já tem o Na qual seria (+) a outra lem/ham? NaO-H, então eu tenho HCl + NaOH eu vou formar o NaC-1 ((incompreensível)). Então o sal ele é produto de um ácido e de uma base e forma o sal mais água. Lembraram? Então essas são as nossas quatro funções inorgânicas, (+) tá bom? (1.5) Todo mundo lembrou? vocês estudaram isso daqui, vocês não estudaram?.

Fonte: autora (2018).

Notas: Pesq.: Pesquisadora.

G.A: Grupo de Alunos.

A pesquisadora relembra com os alunos os momentos iniciais da sequência didática (Turno 1 ao 23) e posteriormente reforça os efeitos da chuva ácida (Turno 24 ao 33) que já tinham sido discutidos na aula experimental. Os alunos confirmaram que não tiveram dificuldade na primeira questão da lista de exercício sobre os alimentos ácidos e básicos que foram vistos e discutidos no experimento 1. No entanto, no momento da discussão a pesquisadora não atentou que a maioria dos alunos ainda confundiam a acidez e basicidade da água sanitária e do sabão em pó, deixando essa discussão passar, pois só foi visto no questionário final.

Ao indagarmos os alunos sobre a terceira questão que dizia respeito a barragem de Mariana, percebemos que eles conseguiram ter uma visão maior sobre o problema, isso também decorreu da pesquisa feita na Internet. No entanto, o aluno B1 relatou ainda quando estava resolvendo a lista, que seu pai tinha terras e usava uma planta para recuperar os solos improdutivos, porém, não sabia o nome. Na hora da discussão, o aluno B1 propõe novamente o uso da planta (Turno 71) e a aluna C3 (Turno 75) também faz a sugestão, com base na pesquisa que propunha o processo da fitorremediação.

Nessa discussão, a intenção da pesquisadora era observar se os alunos iriam trazer soluções pensando na neutralização da acidez da lama, não necessariamente a cal, mas que fosse um produto básico. Para que ficasse claro a intenção do problema, a pesquisadora explicou que existem critérios para escolher reagentes que sejam compatíveis ao produto a ser neutralizado (Turno 95 e 97).

Outro ponto importante discutido (Turno 103 a 136) foi a formação do Ácido Sulfúrico, para que os alunos pudessem compreender a formação a partir da emissão das moléculas pelas chaminés das fábricas e pelos carros (SO_2), a junção com as partículas de poeira que são contribuintes na formação do Trióxido de Enxofre (SO_3), finalizando com formação da chuva ácida (H_2SO_4), representada pelas gotas de água vindas da nuvem.

Dos turnos 137 a 172, a pesquisadora questionou os alunos quais as funções inorgânicas e como eles identificariam. Eles apontaram o Oxigênio, no caso do óxidos (turno

144 a 148), porém eles não sabiam que o sal era produto do ácido e da base. Por isso, a pesquisadora explica como se deu superficialmente a formação do sal de cozinha (NaCl) no turno 172.

6.4 Análise do desempenho dos alunos ao longo da Sequência Didática

Ao analisarmos toda a sequência didática, observaremos, nos primeiros momentos, que os alunos conseguiam citar as funções inorgânicas e aplicá-las ao seu cotidiano, apresentando uma evolução nos conceitos espontâneos acerca do conteúdo, que eram superficiais devido ao pouco contato que tiveram em sala de aula. As trocas verbais evidenciavam que o gênero discursivo dos alunos era primário. Porém, através das discussões e interações, os conceitos químicos começaram a ser assimilados e transformados, apontando a aproximação com o gênero secundário, ou seja, com o contexto científico (BAKHTIN, 2003).

Os alunos apresentaram um crescimento gradativo ao longo dos momentos propostos e acreditamos que existem diversos fatores contribuintes para esse progresso, contudo iremos citar dois.

O primeiro fator são as *relações sociais* e é notório que a interação *aluno-aluno* e *dupla-dupla* tinham mais destaque nas aulas, pois nas trocas de pensamentos e dúvidas, ambos se auxiliavam a compreenderem mais sobre o conteúdo e a ultrapassarem os desafios no jogo. Concordamos com Wertsch (1985) quando aponta que a formação dos conceitos acontece primeiro durante as trocas verbais, através das relações sociais (externo) e posteriormente passam para o plano psicológico (interno).

Por meio dos diálogos estabelecidos e das respostas dos alunos, podemos dizer que os discentes internalizaram as temáticas sobre o conteúdo das Funções Inorgânicas. Visto que durante os discursos de aula, os alunos apresentaram intensa interação na forma de compreensão ativa e responsiva, caracterizada a partir dos conceitos de contextos apresentados.

O segundo fator foram os instrumentos contidos no *kit de ferramentas*, tais como: o jogo, o texto, os experimentos e a lista de exercício problematizadora, que contribuíram para a aprendizagem dos alunos. Pois, como aponta Giordan (2008), a aprendizagem não é estabelecida diretamente, mas é mediada por instrumentos (Y) e são estabelecidas através da relação entre o conteúdo (X) e aprendizagem (Z).

É notório que ambos os fatores estavam intrinsecamente ligados, visto que a partir da presença dos instrumentos, as relações sociais foram se estabelecendo. E consequentemente, a mediação favoreceu a significação da palavra e a formação dos conceitos químicos (VIGOTSKI, 2001). É importante destacar que todos os instrumentos estavam vinculados, logo os experimentos e a lista de exercício estavam direcionados para o jogo, por dois motivos: (i) para que os alunos não ficassem desenganchados com a quantidade de informação aleatória; (ii) para verificar qual ferramenta teria mais preferência. Dessa forma, ficou evidente nas problemáticas, que os alunos se baseavam no jogo para sustentar seus argumentos, produzindo significados e mantendo as relações de poder e autoridade dentro dos diálogos, ou seja, foi dado maior apreço pelos alunos ao jogo Planeta Química (WERTSCH, 1998).

Podemos ver ao longo dos momentos, a medida que foram ofertados novos instrumentos, que o *discurso de conteúdo* foi crescente, bem como os conceitos de contexto *científico e hipotético*. Apesar dos alunos não usarem os conceitos científicos das 4 (quatro) funções inorgânicas, eles conseguiram nomear, identificar e aplicá-las em seu cotidiano, através da transferência dos conceitos de neutralização para as situações problemas da Chuva Ácida e na reação do Ácido Sulfúrico com o Bicarbonato de Sódio, além das problemáticas propostas na lista de exercício como o rompimento da barragem de Mariana (VIGOTSKI, 2001).

Também foi perceptível o interesse dos discentes na busca de soluções para os problemas propostos, quanto ao descarte dos lixos (referente a 1ª fase) e a emissão dos poluentes pelos carros e fábricas (2ª fase), o que contribuiu para o desenvolvimento da formação dos conceitos químicos, pois segundo Vigotski (2005) o contato dos alunos com o problema, os leva a buscar soluções, que por consequência surge o conceito.

A partir da análise acima, podemos discriminar que os seis alunos analisados minuciosamente apresentaram domínio dos conceitos das Funções Inorgânicas, ou seja, a partir do uso dos instrumentos disponíveis no "*kit de ferramentas*" ofertados ao longo da sequência didática, os conhecimentos prévios do questionário inicial (momento 2) foram ampliados e os conceitos científicos internalizados a partir das discussões e das relações sociais, vistas pelas interações entre *aluno-aluno* e *dupla-dupla*. Podemos afirmar que o uso da ferramenta sociocultural, jogo "Planeta Química", favoreceu o domínio do conteúdo, pois os alunos extraíam as informações apresentadas no jogo e aplicavam durante as discussões e na aula experimental.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Compreendendo que o conteúdo das funções inorgânicas é de suma importância, porém de difícil entendimento, devido à grande quantidade de informações sobre os ácidos, bases, óxidos e sais e, muitas vezes, tem pouca ou nenhuma relação com o cotidiano. Concordamos com Campos e Silva (1999) que este conteúdo precisa de uma atenção especial ao ser trabalhado, por isso, nós desenvolvemos uma sequência didática que envolvesse a realidade dos alunos com o intuito de contribuir na aprendizagem.

Verificamos inicialmente que os alunos apresentavam dificuldades em nomear as quatro funções inorgânicas e reconhecê-las em seu cotidiano. Ao inserirmos o jogo "Planeta Química" tínhamos como objetivo que o pensamento crítico e reflexivo com respeito a questões ambientais fosse desenvolvido, então na primeira fase chamamos atenção dos alunos quanto ao descarte do lixo e o cuidado em manter a cidade limpa, precavendo-se de circunstâncias perigosas que possam gerar tragédias e/ou acidentes. Outro tema que gerou sensibilização foi acerca da poluição e malefícios gerados por carros e indústrias, como poluentes potencializadores da chuva ácida (segunda fase).

No quarto momento os alunos ao realizarem os experimentos puderam relacionar o conteúdo das Funções Inorgânicas com as substâncias ácidas e básicas utilizadas em suas residências e com a problemática ambiental da Chuva Ácida, identificando os contribuintes para tal fenômeno. Através da lista de exercício problematizadora, os alunos ampliaram seus conhecimentos sobre os alimentos ácidos e básicos e sua implicação para a saúde, a problemática envolvendo a barragem de Mariana, a deterioração dos monumentos históricos pela Chuva Ácida e a neutralização ácido-base na alimentação.

Diante da inserção das ferramentas socioculturais nos momentos vivenciados durante a sequência didática, observamos a partir das discussões suscitadas pela professora e pesquisadora, que os alunos produziram significados dos conceitos se posicionando, levantando hipóteses, buscando, analisando e propondo soluções para as problemáticas nas dimensões ambiental, política, econômica e social. Ressaltamos que a interação entre aluno-aluno, aluno-professora, aluno-pesquisadora e dupla-dupla contribuiu para o processo de produção dos significados, visto que a interação permitia a discussão do conteúdo, a exposição de sugestões, hipóteses e dúvidas, bem como pedido de ajuda vivenciados nos momentos difíceis do jogo.

Após analisar o questionário final, podemos mencionar a contribuição da sequência didática para compreensão do conteúdo, quanto: ao conhecimento das 4 (quatro)

principais funções inorgânicas; identificação das substâncias ácidas e básicas na escala de potencial hidrogeniônico (pH); neutralização das substâncias ácidas com as substâncias básicas, bem como do uso do limão (ácido acético) para neutralizar o odor do peixe (amina); relação do conteúdo com o cotidiano a partir do uso dos alimentos, produtos de limpeza doméstica e tinturas de cabelo; percepção dos efeitos causados pela chuva ácida nos monumentos históricos, como o exemplo das estátuas próximas da escola (Jerônimo de Albuquerque e Nossa Senhora da Vitória) e nas plantações.

Foi perceptível, que a partir do PlayTest (momento 3) os alunos conseguiram relacionar o conteúdo com o Jogo. Desta maneira, observamos que os alunos deram maior apreço ao jogo Planeta Química, ferramenta que lhes permitiu explorar temáticas ambientais e ampliar seus conhecimentos sobre o assunto, dando-lhes base para a aula experimental e para resolução da lista de exercício.

Afirmamos que os alunos dominaram o conteúdo das Funções Inorgânicas em níveis de apropriação, visto que souberam utilizar as ferramentas socioculturais ofertadas e ao trabalharmos em contextos diferentes, a Internet possibilitou a ação de produção dos significados. No entanto, não mencionaremos que os alunos se apropriaram, pois não tiveram um conhecimento aprofundado sobre os conteúdos, pois só realizaram um trabalho escrito no ano letivo de 2017, que foi reforçado posteriormente pela docente da disciplina. Logo, presumimos que o conteúdo foi visto superficialmente e o assunto de nomenclatura ficou a desejar, resultando na dificuldade no balanceamento da equação química.

Desta forma, é necessário a abordagem dos conteúdos com o aprofundamento em discussões que envolvam o contexto cultural, para que os alunos compreendam os pontos de vista da Ciência/Química. Reiteramos ainda a importância da inserção de ferramentas socioculturais, com ênfase nos jogos didáticos a fim de ampliar o rol apreciativo dos alunos, proporcionando discussões, hipóteses, interação e favorecendo a compreensão ativa e responsiva dos alunos acerca dos conteúdos científicos, sendo este o objetivo da Teoria da Ação Mediada que visa a produção dos significados a partir da inserção de ferramentas no ambiente escolar.

REFERÊNCIAS

- BAKHTIN, M. M. **Estética da criação verbal**. São Paulo, Martins Fontes, 2003.
- BAKHTIN, M. M. **Marxismo e filosofia da linguagem**. São Paulo, Hucitec, 2006.
- BAKHTIN, M.M. **The dialogic imagination: Four essays by M.M. Bakhtin**, ed. Michael Holquist, trans. Caryl Emerson and Michael Holquist. Austin: University of Texas Press, 1981.
- BORTOLUZZI, S. D. **Jogo e Construção do conhecimento: relações possíveis**. V Seminário de Pesquisa em Educação. Região Sul: 2004.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) – Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEF, 2000.
- BRITO, S. L.; Um ambiente multimediatizado para construção do conhecimento em química. **Revista Química nova na escola**, nº14, novembro de 2001.
- BURKE, K. **A Grammar of motives**. University of California Press, 1969
- CAMPOS, R. C.; SILVA, R. C. Funções da química inorgânica... funcionam? **Química Nova na Escola**, nº 9, p. 18-22, maio de 1999.
- CAVALCANTI, L. S. Cotidiano, mediação pedagógica e formação de conceitos: uma contribuição de Vygotsky ao ensino de Geografia. **Cadernos do CEDES**, v. 25, n. 66, p. 185-208, 2005.
- COSTA, H. R. **Investigando a produção de significados sobre os números quânticos, as formas dos orbitais e as transições eletrônicas do modelo quântico por meio das ferramentas socioculturais**. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência. Área de Concentração: Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Estadual Paulista.Faculdade de Ciências. São Paulo, 2016.
- CUNHA, M. B. Jogos no ensino de química: considerações teóricas para sua utilização em sala de aula. **Química Nova na Escola**. Vol. 34, Nº 2, p. 92-98, 2012.
- DANIELS, H. (Org.). **Uma introdução a Vygotsky**. São Paulo: Loyola, 2002.
- FIALHO, N. N. **Jogos no Ensino de Química e Biologia**. Cutitiba: Ibpx. 2007.
- GIORDAN, M. **Computadores e linguagens nas aulas de ciências**. Ijuí: Unijuí, 2008.
- HOFSTEIN, A., AIKENHEAD, G., RIQUARTS, K. Discussions over STS at the fourth IOSTE symposium. **International Journal of Science Education**, v. 10, n. 4, p.357-366, 1988.
- LARA, I. C. M. **Jogando com a Matemática na Educação Infantil e Séries Iniciais**. São Paulo: Rêspel, 2004.
- LIMA, E. R. P. O.; MOITA, F. M. G. S. C. **A tecnologia e o ensino de química: jogos digitais como interface metodológica**. Campina Grande: EDUEPB, 2011. 279 p.

MATTAR, J. **Games em educação: como os nativos digitais aprendem**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

MARCUSCHI, L. A. **Análise da conversação**. São Paulo: Ática, 1986. (Série Princípios).

MARTINS, O. B; MOSER, A. Conceito de mediação em Vygotsky, Leontiev e Wertsch. **Revista Intersaberes**, v. 7, n. 13, p. 8-28, 2012.

MARTINS, L. M; RABATINI, V. G. A concepção de cultura em Vigotski: contribuições para a educação escolar. **Revista Psicologia Política**, v. 11, n. 22, p. 345-358, 2011.

MORTIMER, E. F. et al. **Uma metodologia de análise e comparação entre as dinâmicas discursivas de salas de aulas de ciências utilizando software e sistema de categorização de dados em vídeo**: Parte 1, dados quantitativos. Anais do V ENPEC, 2005.

MORTIMER, E.; et al. Uma metodologia para caracterizar os gêneros de discurso como tipos de estratégias enunciativas nas aulas de ciências In NARDI, R. **A pesquisa em ensino de ciência no Brasil: alguns recortes**. São Paulo: Escrituras, 2007.

NERY, A. L. P.; LIEGEL, R. M.; FERNANDEZ, C. Um olhar crítico sobre o uso de algoritmos no Ensino de Química no Ensino Médio: a compreensão das transformações e representações das equações químicas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 3, p. 587-600, 2007.

NEWBOLD, B. T. **Apresentar a Química para o cidadão**: um empreendimento essencial. In: Conferência Internacional de Educação Química, 1987. Instituto de Química, USP, São Paulo, 1987.p. 155-173.

PAULA, A. C; ARAÚJO, I. S. C. James Wertsch: influência de Vygotsky, ideias principais e implicações para a educação científica. **Encontro de Debates sobre o Ensino de Química**, v. 1, n. 01, 2013.

PEREIRA, A. P; JUNIOR, P. L. Implicações da perspectiva de Wertsch para a interpretação da teoria de Vygotsky no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 3, p. 518-535, 2014.

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

PEREIRA, A. P; OSTERMANN, F; CAVALCANTI, C. J. H. Um exemplo de " distribuição social da mente" em uma aula de Física quântica. **Ciência & educação. Bauru. Vol. 18, n. 2 (2012), p. 257-270**, 2012.

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

REGO, T. C. **Vygotsky – Uma perspectiva histórico-cultural da educação**. Petrópolis: Vozes, 1998.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no Ensino de Ciências por Meio de Temas CTS em uma Perspectiva Crítica. **Ciência & Ensino**, "Educação em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente" vol. 1, nov. de 2007

SANTOS, W. L. P. **O ensino de química para formar o cidadão**: principais características e condições para a sua implantação na escola secundária brasileira. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas. São Paulo, 1992.

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

SANTOS, W. P.; MORTIMER, E. F. Uma Análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem CT-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 2, n. 2, dez. 2002.

SILVA, A. A. et al. QuimKids – despertando o interesse de ciências química e formando cidadãos. **Revista Brasileira de Ensino de Química**, v. 11, n 06, p. 60-67, 2016.

SILVA, A.C.; MORTIMER, E.F. Caracterizando estratégias enunciativas em uma sala de aula de química: aspectos teóricos e metodológicos em direção à configuração de um gênero do discurso. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 1, p. 121-153, 2010.

SILVEIRA, R. S; BARONE, D. A. C. Jogos Educativos computadorizados utilizando a abordagem de algoritmos genéticos. **IV Congresso da Rede Iberoamericana de Informática na Educação**, Brasília: 1998.

TRAZZI, P. S; OLIVEIRA, I. M. A ação mediada no processo de formação dos conceitos científicos de fotossíntese e respiração celular em aulas de biologia. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 21, n. 2, p. 121-136, 2016.

VERONEZI, R. J. B; DAMASCENO, B. P.; FERNANDES, Y. B. Funções psicológicas superiores: origem social e natureza mediada. **Revista de Ciências Médicas**, v. 14, n. 6, 2005.

VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. Tradução Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

VIGOTSKI, L. S. **Teoria e método em Psicologia**. São Paulo: Martins Fontes, 2004.

VIGOTSKI, L. S. The genesis of higher mental functions. *In*: WERTSCH, J.V. (org.). **The concept of activity in soviet psychology**. Armonk, N.Y.: M.E. Sharpe, 1981.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Editora Martins Fontes, 3ª Ed., 2005. Tradução Jefferson Luiz Camargo.

WERTSCH, J. V. A sociocultural approach to socially shared cognition. In: RESNICK, L. B.; LEVINE, J. M.; TEASLEY, S. D. (Org.). **Perspectives on socially shared cognition**. Washington: American Psychological Association, p. 85-100, 1991a.

WERTSCH, J. V. From social interaction to higher psychological processes: a clarification and application of Vygotsky's theory. **Human Development**, Berkeley, v. 22, n.1, p. 1-22, 1979.

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

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

WERTSCH, J. V. **Vygotsky y La formación social de la mente**. Buenos Aires: Paidós, 1985.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – ENTREVISTA COM A DOCENTE

Pesq.: Bom dia, estamos aqui com a professora de Química da escola. E vamos fazer uma pequena entrevista. É::, professora bom dia. É:: ... [

Prof.: Bom dia!

Pesq.: Inicialmente nós gostaríamos de saber quanto tempo a senhora já tá na docência?

Prof.: São sete anos, sete anos trabalhando na: rede estadual.

Pesq.: A senhora pode falar um pouco sobre sua experiência pra gente?

Prof.: Bom, nesse momento eu to vivendo uma experiência bem diferente que é estar na escola de tempo integral, né? Existe uma possibilidade muito grande de conhecimento, uma estrutura muito boa. Mas nos anos anteriores eu trabalhei em escolas regulares, onde a realidade era bem diferente, né? Só era mesmo o livro, o aluno e a escola. E aqui nós temos bastante recurso, isso facilita muito. Então eu to bem otimista em relação à escola em tempo integral.

Pesq.: Que bom, professora. E a senhora pode falar um pouco sobre as suas dificuldades tantos na escola regular, como na / agora na escola do período integral?

Prof.: A maior dificuldade que eu encontro em relação ah::: uh:::o processo ensino-aprendizagem é porque os alunos eles entendem o conteúdo em sala de aula mas como a gente trabalha com um público de uma realidade social bem distinta de alunos de escola particular, por exemplo. Esses alunos eles não têm, a maioria deles não tem acompanhamento em casa, eles não têm o hábito de estudar. Então, geralmente entendem o conteúdo, mas na hora de reforçar pra fixar eles não fazem isso. Então acredito que o maior problema da::: do aprendizado do aluno é esse reforço que não tem em casa, né. Ele entende o conteúdo mas não pratica e na hora das avaliações ele esquece, não consegue fazer, não consegue realmente concretizar o aprendizado.

Pesq.: É::, e (+) a senhora trabalhou sempre com o Ensino Médio né?! Em relação ao 1 ano quais os conteúdos que a senhora acha que os alunos mais tem dificuldade?

Prof.: Não, já trabalhei também com o Ensino Fundamental mas mais com, com (+) Ensino Médio. Os conteúdos que os alunos costumam ter dificuldade no 1 ano são cálculos estequiométricos né? (+) E:, em geral eu não posso assim te elencar um conteúdo. Eles têm dificuldade em química em geral, geralmente os alunos não gostam muito da disciplina, por questão de ser muito abstrata e por ter cálculo. Eles têm dificuldade com os cálculos mas conteúdos assim, elencar alguns:: (2.0) É: não lembro agora no momento ... não lembro ((falou baixinho)).

Pesq.:É: o nosso trabalho ele permeia sobre o conteúdo de ácidos e base. A senhora acredita que os alunos têm muita dificuldade em relação a esse conteúdo ou não? Ou eles conseguem é: pelo menos compreender o básico do conteúdo?

Prof.: Eles conseguem compreender do:::aspecto de que eles, do dia-a-dia, as coisas mais comuns, o que que é ácido o que é base. Eles têm interesse, eles entendem. Pelo menos essa parte do que que é, onde eles encontram o ácido e a base, eles conseguem entender.

Pesq.:Conseguem compreender no seu dia-a-dia, né professora? [

Prof.: Sim, sim

Pesq.:Então é muito importante que eles [

X:Com certeza

Pesq.:Tenham essa relação né? Conteúdo dia-a-dia para que eles possam vislumbrar o conteúdo né? [

Prof.: Com certeza

Pesq.:É, quanto tempo a senhora gasta com::: o conteúdo de ácido e base?

Prof.: Geralmente são quatro aulas (+) quatro aulas pra que eles possam realmente compreender. A gente trabalha conteúdos, e faz exercício de fixação pra cada um dos / das funções inorgânicas.

Pesq.:Certo. Deixa eu lhe perguntar outra coisa. A senhora já trabalhou o conteúdo de ácidos e bases nesse ano? Na escola do período integral?

Prof.: O conteúdo e ácidos e bases, pela bibliografia adotada na escola é um dos últimos conteúdos, então, nós tivemos / temos outras programações na escola e acabou imprensando o::: final do ano. Ai eu acabei passando pra eles um trabalho ESCRITO né?! E vou fazer um reforço bem rápido da do conteúdo de ácidos e bases.

Pesq.:Certo. E qual é a bibliografia adotada pela escola?

Prof.: É o livro de Química da Marta Reis.

Pesq.:É:, quais são os recursos metodológicos que a senhora mais utiliza na aula? Nesse, a senhora utilizou o livro, né, e apoio em sala de aula. Mais quais a senhora acha que pode contribuir mais para a compreensão desses alunos?

Prof.: Bom, nós temos o livro didático, nós temos data show né, as mídias e também nós utilizamos os laboratórios tá?! De conteúdo de ácidos e bases esse período, nós / esse ano a gente não fez práticas experimentais mas nós dispomos desses recursos.

Pesq.:Tá. A senhora pode falar um pouco sobre o laboratório da escola? Praquê a gente tenha um pouco mais de conhecimento?

Prof.: O laboratório da escola, ele com / ele tem alguns equipamentos como muflas, balanças digitais, muitas vidrarias. Mas, no entanto, ainda nós / ainda não temos reagentes, né, para o ano de 2018, nós estamos aguardando a compra de reagentes. Então os experimentos que são realizados, são com materiais BEM alternativos que muitas vezes eu trago de casa. Tá? ((falou baixinho)).

Pesq.: Isso é importante porque o aluno consegue vê que aquilo que ele acha inútil dentro de casa, é bem útil para a compreensão dos conhecimentos químicos.

Prof.: Eh:: e, as vezes eu faço mesmo experimento e consigo utilizar, eh:: pra dois conteúdos, dois assuntos. Por exemplo, esse período eu levei pro laboratório como modelo molecular, eu trabalhei ligações químicas onde eles puderam é trabalhar de forma prática fazendo as ligações. A gente trabalhou o conceito da energia né?! E também com química orgânica, já. Porque no 1 ano eles tem introdução a química orgânica e a gente levou também pro laboratório. Então é o mesmo experimento ih:: com dois conteúdos diferentes.

Pesq.: Ah que bom professora. E:: , e (+) voltando pros recursos metodológicos, é:: nós somos a favor do:: dos jogos digitais. Porque na literatura nós temos bastante apoio porque é um recurso que os alunos eles tem o contato no dia-a-dia deles eh:: eh:: os:: jogos digitais eles possuem bastante, ele proporciona ao aluno bastante habilidade como raciocínio lógico, a compreensão, é:: então como ele utiliza bem com conteúdos diversos nós propomos ele pra trabalhar em sala de aula. O que a senhora acha dessa metodologia ser utilizada em sala de aula, esse recurso?

Prof.: É uma ótima alternativa porque faz parte do dia-a-dia dos nossos jovens né? Dos alunos de hoje, eles são totalmente digitais e aí com os jogos na mão o tempo todo então com certeza é uma ótima opção, tá? ((falou baixinho)).

Pesq.: Certo e deixa eu lhe perguntar. Nós queremos, é:: trabalhar esse conteúdo aqui nessa escola já com a sua permissão. É:: no laboratório de informática. Como é que o laboratório de informática na educação integral, como tá sendo? Porque é primeiro ano da escola integral. Então esta tendo muitas mudanças, tá um período de adaptação. O que a senhora pode nos falar do laboratório de informática?

Prof.: A escola ela dis, ela não dispõe de um laboratório de informática para os alunos tá? O laboratório de informática que tem é secretaria de educação e é utilizado para a formação de professores e outros funcionários da secretaria de estado. Eles não tão / eles não têm, disponibilizado para os alunos.

Pesq.: E se a gente quiser utilizar o laboratório tem alguma alternativa?

Prof.: Nós podemos TENTAR com a direção da escola e também a pessoa responsável pelo laboratório de informática uma autorização, né? Não sei se isso vai ser possível, mas posso tentar.

Pesq.: Certo, mas a gente pode trabalhar no laboratório de::: química né?

Prof.: Sim, o laboratório de química, com certeza, dá pra trabalhar.

Pesq.: Certo. Professora, nós agradecemos a oportunidade é: esse pequeno diálogo que vai ser o primeiro de muitos. É:: agradecemos a oportunidade e espero que o nosso trabalho seja realizado com sucesso para o avanço da ciência e para contribuição de formação dos cidadãos, viu?! Nós agradecemos...

Prof.: Ok. Muito obrigada vocês também. Sejam bem-vindos a escola. Tá ok? ((falou baixinho)).

Pesq.: Obrigada.

APÊNDICE 2 – QUESTIONÁRIO INICIAL PARA OS ALUNOS



Universidade Federal do Maranhão - UFMA
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – PPECEM

Questionário inicial para os alunos

Prezado estudante,

Este questionário é parte de uma pesquisa voltada para o ensino de Ciências/Química realizada pela Universidade Federal do Maranhão, que tem como finalidade a promoção da aprendizagem dos conceitos químicos através de ferramentas socioculturais, em especial um jogo digital. Esperamos contribuir para a sua compreensão no estudo das funções inorgânicas, mas para isso, precisamos que você responda com seriedade os questionamentos abaixo.

Observação: Suas respostas estarão sob sigilo e você não precisa se identificar.

A sua participação é fundamental, desde já grata!

1. Sobre o aluno

1.1 Você pertence a que gênero?

FEMININO

MASCULINO

1.2 Qual a sua idade?

14 a 15

16 a 17

18 OU MAIS

1.3 Você faz uso equipamentos eletrônicos (notebook, tablet, smartphone...) na sua residência?

SIM

NÃO

Quais?

1.4 Qual a frequência você faz uso da internet?

NUNCA

SIM, ÀS VEZES

SIM, TODOS OS DIAS

1.5 Você gosta de jogos digitais?

SIM

NÃO

Que tipo?

Quais?

1.6 Os jogos já trouxeram ou trazem benefícios para você?

SIM

NÃO

Quais?

Exemplo: Coordenação Motora.

2. O aluno e a Química

2.1 Você acha a disciplina de química interessante? Por quê?

- NÃO** Pois não consigo ver onde é aplicada
 MAIS OU MENOS É apenas uma disciplina da escola
 SIM Está presente em nosso cotidiano

Resposta:

2.2 Você considera importante a aprendizagem das funções inorgânicas? Por quê?

- SIM** **NÃO** **Resposta:**

2.4 Você conhece as 4 (quatro) funções inorgânicas? Se sim, cite-as abaixo.

- SIM** **NÃO** **Resposta:**

2.5 Sua mãe foi ao supermercado e comprou alguns produtos para casa, dentre eles: café, refrigerante, feijão, chocolate, sabão em pó e vinagre. Quais os produtos ácidos e básicos?

2.6 Como você diferenciou as substâncias ácidas das substâncias básicas?

2.7 Seu pai irá pintar a parede de cal, também conhecida como Hidróxido de Sódio $[Ca(OH)_2]$. Qual a função inorgânica da cal? Por quê?

2.8 Muitas pessoas quando querem mudar a cor dos cabelos, utilizam a água oxigenada ou peróxido de hidrogênio (H_2O_2), para descolorir o cabelo. Você identifica qual é a função inorgânica do peróxido de hidrogênio (H_2O_2)? Por quê?

APÊNDICE 3 – SEQUÊNCIA DIDÁTICA DA EXPERIMENTAÇÃO



Universidade Federal do Maranhão - UFMA
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – PPECEM

Pesquisadora: Rayane Kelly Pereira Ribeiro

Disciplina: Química

Série: 12º Ano

Assunto: Funções Inorgânicas

Duração de cada aula: 50 minutos

Quantidade de aulas: 03 aulas

ATIVIDADE EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA

INTRODUÇÃO

A Química é uma ciência de extrema importância para o ser humano e seus conhecimentos são fundamentais para a construção do saber, porém muitos alunos apresentam dificuldades ao estudá-la no ensino médio e são levantados diversos fatores que tem dificultado a aprendizagem. Sendo eles a fragmentação do conhecimento, memorização, o uso excessivo de fórmulas e regras, falta de contextualização em relação as questões sociais, base histórica, investigação, criticidade, levantamento de hipóteses e resoluções de situações-problemas.

Cardoso (2010) fez um levantamento dos conteúdos de química que os alunos mais apresentaram dificuldades e verificou que 48% delas são no cálculo estequiométrico; 16% no estudo da tabela periódica; 8% funções inorgânicas; 8% equilíbrio químico; 8% termoquímica; 8% funções orgânicas e 4% as grandezas químicas. Afirmou ainda que grande parte das dificuldades nesses conteúdos se dá pela a falta de conhecimentos matemáticos, atenção e interesse dos alunos, além dos conteúdos serem abstratos e serem ministradas somente duas aulas semanais.

Entendendo que o conteúdo das funções inorgânicas são fundamentais para a compreensão de assuntos como representação e balanceamento das equações químicas, reações químicas, escala de pH, substâncias ácidas e básicas, nomenclatura e classificação dos ácidos e grau de ionização (ZAPP *et al.*, 2015) abordaremos nesta sequência didática um jogo educativo digital com auxílio de experimentos investigativos, acerca das funções ácidas e

básicas, visto que elas fazem parte do cotidiano dos estudantes e são fáceis de exemplificação, porque está presente na acidez estomacal de cada indivíduo, nas frutas cítricas, refrigerantes, café, nos comprimidos antiácidos e nos materiais de limpeza como água sanitária e sabão.

OBJETIVOS

Compreender os processos de domínio e apropriação dos conceitos químicos a partir das relações de produção de significados dos alunos do 1º ano do Ensino Médio utilizando um experimento investigativo e o jogo Planeta Química como ferramentas socioculturais.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar como ocorrem as interações entre aluno-aluno, aluno-professor, aluno-jogo e aluno-experimento a partir do processo de produção de significados no ambiente de ensino;
- Verificar o interesse dos estudantes na busca de soluções dos problemas propostos, frente os questionamentos inseridos na experimentação e os desafios do ambiente virtual;
- Analisar como os estudantes selecionam as ferramentas para a produção dos significados dos conceitos e se é dado maior apreço aos textos, experimento ou ao jogo;

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

1º Momento

Para subsidiar a sequência didática, inicialmente será aplicado um questionário para verificar o conhecimento prévio dos alunos sobre as teorias e os conceitos sobre ácido-base.

Os alunos serão convidados para jogar o Playtest do “Planeta Química: uma aventura no cotidiano” e anotar o que identificarem de ácido, base, sais, óxidos e meio ambiente. A entrega das anotações será individual e em forma de relatório.

Para casa, os alunos serão solicitados para responderem a seguinte situação-problema: “Uma estudante ao retornar da biblioteca do seu bairro, a qual estava em busca de um livro de Química para estudar o conteúdo sobre ácidos e bases, se contamina com o ácido

da bateria de um carro que estava exposto na rua. O que ela poderá fazer para solucionar este problema?”.

Como auxílio será dado aos alunos o texto contido no livro “Química Cidadã – volume 1” dos organizadores Santos e Mól (2013) que se localiza nas páginas 275 e 276, que retrata sobre a descoberta dos ácidos pelos alquimistas ao longo dos anos, neste texto fará menção dos indicadores naturais que eram utilizados antigamente para indicar a acidez das substâncias em comparação com os indicadores atuais utilizados no laboratório de ensino da Química.

2º Momento

Inicialmente a pesquisadora irá realizar o experimento simulando a “Chuva Ácida” contido no livro “Química Cidadã – volume 1” dos organizadores Santos e Mól (2013) localizado nas páginas 280 à 282, que discute a formação da chuva ácida e seus malefícios para o meio ambiente e para as construções. Para a realização do experimento iremos utilizar:

Tabela 1: Materiais e reagentes para demonstração da Chuva Ácida

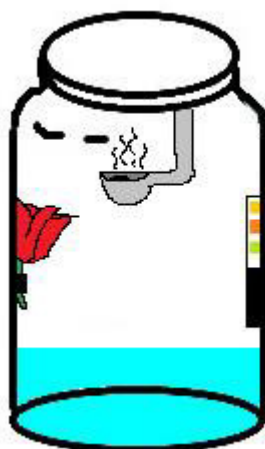
Materiais	Reagentes
Pote de vidro com tampa	Enxofre
Fita	Água
Colher de café	-
Vela	-
Papel indicador	-
Flor	

Fonte:

O procedimento metodológico seguirá os seguintes passos:

- 1- Adicione três dedos de água no pote de vidro;
- 2- Com a fita isolante, prenda o cabo da flor em um dos lados do pote de vidro sem encostar na água;
- 3- Do outro lado, prenda um papel indicador de pH;
- 4- Entorte a colher para que ela possa ser presa na tampa do pote de vidro e coloque um pouco de pó de enxofre na colher e queime em baixo dela com a chama da vela;
- 6- Quando começar a sair fumaça, pare de queimar o pó de enxofre e tampe rapidamente o pote de vidro. O experimento ficará conforme a Figura 3:

Figura 3: Esquema do experimento da chuva ácida



Fonte: Fogaça (s/d)

Observação: Abra o pote em um lugar bem ventilado para não respirar os gases formados

A pesquisadora irá fazer os seguintes questionamentos para despertar nos alunos a curiosidade: O que aconteceu no experimento? O ambiente está ácido ou básico? Por que a flor murchou? Esse experimento se assemelha com a chuva ácida? O que ocasiona a chuva ácida? A chuva naturalmente é ácida? Se sim, o que diferencia da chuva ácida? Quem são os maiores poluidores do meio ambiente? O que poderia ser feito para minimizar a emissão de Enxofre?

Em seguida, a docente irá propor aos alunos que se dividam em duplas para a realização do experimento que está proposto no livro do Santos e Mól na página 274, utilizando itens do cotidiano, como: água de torneira, solução aquosa de cloreto de sódio (sal), solução aquosa de açúcar, detergente líquido incolor, desengordurante, vinagre branco, sucos diversos (caju, limão, laranja, acerola, abacaxi), solução aquosa do comprimido antiácido, água sanitária, refrigerante, sabão em pó e leite de magnésia.

Tabela 2: Materiais e reagentes para demonstração do pH dos ácidos e bases

Materiais	Reagentes
13 Tubos de ensaio	Ácido Clorídrico
Estante para os tubos de ensaio	Hidróxido de Sódio
-	Água destilada
-	Itens ácidos e básicos do cotidiano
-	Repolho-Roxo


Fonte: Santos e Mól (2013)

O experimento parte A e o indicador repolho-roxo já estarão prontos, e serão preparados conforme a figura abaixo:

Figura 2: Soluções preparadas pela docente

Procedimento

1. Numere os tubos de 1 a 13.
2. Ao tubo de número 7, adicione 5 mL de água destilada.
3. Ao tubo de número 1, adicione 5 mL de solução 0,1 mol/L de HCl.
4. Ao tubo de número 2, adicione 0,5 mL da solução do tubo 1 e 4,5 mL de água destilada.
5. Ao tubo de número 3, adicione 0,5 mL da solução do tubo 2 e 4,5 mL de água destilada.
6. Prepare os tubos 4, 5 e 6 a partir das soluções anteriores, conforme os procedimentos 4 e 5.
7. Ao tubo de número 13, adicione 5 mL de solução 0,1 mol/L de NaOH.
8. Ao tubo de número 12, adicione 0,5 mL da solução do tubo 13 e 4,5 mL de água destilada.
9. Ao tubo de número 11, adicione 0,5 mL da solução do tubo 12 e 4,5 mL de água destilada.
10. Prepare os tubos 10, 9 e 8 a partir das soluções anteriores, conforme os procedimentos 8 e 9.
11. Coloque os tubos, em ordem numérica crescente, em um suporte para tubos de ensaio, acrescente 5 gotas do extrato de repolho-roxo, agite e tampe-os. Pronto, está completa sua escala de acidez. O número do tubo equivale ao pH e a cor da solução informará o pH de outras soluções contendo repolho-roxo na mesma proporção.



Fonte: Santos e Mól (2013, p. 274)

Os alunos somente realizarão o procedimento parte B, que são com os itens domésticos e com o indicador repolho-roxo, eles seguirão o roteiro previamente descrito, de acordo com a figura 3:

Figura 3: Procedimento que será realizado pelos alunos

Procedimento

1. Desenhe em seu caderno uma tabela, como a apresentada ao lado, contendo uma coluna para cada um dos materiais a serem testados.
2. Numere os tubos e adicione a cada um deles 5 mL de um dos materiais a serem testados, acrescente 5 mL de água e agite bem.
3. Observe e anote na sua tabela a cor inicial de cada solução.
4. Adicione 10 gotas do extrato de repolho-roxo e agite. Observe e anote a cor final de cada solução.
5. Compare as cores finais dos tubos com os tubos preparados pelo professor e numerados de 1 a 13. Se não for possível preparar a escala descrita na parte B do procedimento, compare seus materiais com a imagem anterior.

Material	1	2	3	4	...
Cor inicial	≡	≡	≡	≡	≡
Cor final	≡	≡	≡	≡	≡
Semelhante ao tubo número	≡	≡	≡	≡	≡

Fonte: Santos e Mól (2013, p. 274)

Ao final do experimento, a pesquisadora irá pedir que os alunos comparem os experimentos que eles irão realizar com o experimento preparado que refere-se à parte A. após, serão levantados questionamentos, como: quais itens são ácidos e básicos? Como você chegou a essa conclusão? Por que umas cores são mais fortes que as outras? Tem alguma relação com o pH do item? Quais os itens que você ingere que são ácidos? Eles causam algum desconforto quando você os ingere? Você sabe o porquê? E o que você deveria tomar para eliminar esse desconforto? Quais os itens que você ingere que são básicos? Quando você os ingere sente algum desconforto? Por quê? Será se ocorre alguma reação química quando

ingerimos alimentos básicos? Você sabe que tipo de reação é essa? Vocês sabiam que temos um ácido no nosso estômago? Alguém sabe o nome? Vocês encontram alguma relação desse ácido com os alimentos que ingerimos? E qual o conceito de ácido e de base aplicado nesse experimento?

Irá pedir que os alunos façam um relatório e produzam um vídeo da prática experimental, explicando os resultados e publiquem no Canal do YouTube que será feito para a disciplina.

3º Momento

Os alunos serão convidados para jogarem as duas fases do “Planeta Química: uma aventura no cotidiano” a fim de revisar e consolidar os conhecimentos, verificando o domínio e apropriação dos alunos sobre ácidos e bases.

Por fim, serão exploradas a questão ambiental da cidade, os lixos nas ruas e os urubus e ratos em contato direto com a população. Será abordada a questão da contaminação por produtos químicos e pelo lixo doméstico, buscando sensibilizar os alunos quanto ao descarte do lixo produzido por eles no cotidiano. Também será feita a discussão dos carros e indústrias como poluentes e causadores da chuva ácida. A ênfase será dada a posição cidadã e crítica dos alunos, bem como a tomada de decisão, diante dos problemas ambientais que envolvem a sociedade.

RECURSOS DIDÁTICOS

Quadro branco; Pincel; Textos do livro de Santos e Mól (2013); Jogo Planeta Química.

AVALIAÇÃO

Serão categorizadas as interações aluno-aluno, aluno-professor, aluno-conceito e aluno-ferramenta na produção de significado, a partir dos registros das imagens do computador, das vozes dos alunos e do ambiente que estes estiverem inseridos, utilizando o programa Camtasia Studio® para a coleta de dados, onde estes serão caracterizados pelo programa MaxQDA®.

Os alunos também serão avaliados através dos relatórios do playtest do jogo e da experimentação, além das listas de exercícios envolvendo o conteúdo das funções inorgânicas.

REFERÊNCIAS

CARDOSO, M. S. *et al.* As dificuldades de aprendizagem dos conhecimentos químicos pelos estudantes do ensino médio: a perspectiva dos professores. XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ), 2010.

SANTOS, W.; MÓL, G. (coords). Química Cidadã – Vol. 2. 2.ed. São Paulo: Editora AJS, 2013.

ZAPP, E. *et al.* Estudo de Ácidos e Bases e o Desenvolvimento de um Experimento sobre a “Força” dos Ácidos. Química Nova na Escola, v. 37, n. 4, p.278-284, 2015.

APÊNDICE 4 – TERMO DE ASSENTIMENTO



Universidade Federal do Maranhão - UFMA
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – PPECEM

Termo de Assentimento

Prezado (a) Senhor (a):

Você está sendo convidado (a) a participar da pesquisa de dissertação “A produção de significados dos conceitos químicos no jogo Planeta Química a partir da Teoria da Ação Mediada” da aluna Rayane Kelly Pereira Ribeiro sob a orientação do docente Dr. Hawbertt Rocha Costa, ambos integrantes do PPECEM.

Esta pesquisa tem como objetivo compreender os processos de domínio e apropriação dos conceitos químicos a partir das relações de produção de significados dos alunos do 1º ano do Ensino Médio utilizando o jogo Planeta Química como uma ferramenta sociocultural.

Para a realização desta pesquisa, estamos pautados nos fundamentos éticos e científicos estabelecido pela Resolução 466 do Conselho Nacional de Saúde nos itens III e IV, e lhe garantimos:

1. Em respeito a sua dignidade e autonomia, ao longo da pesquisa você pode permanecer ou desistir, e não haverá nenhum problema.
2. Essa pesquisa fará uso do gravador de voz e imagem, onde todas as informações dadas serão transcritas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, a fim de preservar a sua identidade.
3. Você não estará sendo exposto a nenhum risco e não pagará por despesas e nem será recompensado por participar desta pesquisa. Porém, caso ocorra alguma eventualidade, você será ressarcido e todas as despesas serão cobertas.

Para maiores esclarecimentos, deixo minhas informações abaixo:

Nome: Rayane Kelly Pereira Ribeiro
Contatos: (98) 3243-3698/ 98853-9272
Email: rayane_kellyribeiro@hotmail.com

Assim, caso esteja de acordo, solicitamos que o senhor (a) preencha as duas vias deste termo, onde uma será sua.

São Luís- Maranhão, ____ de _____ de ____.

Participante da Pesquisa

Pesquisadora

APÊNDICE 5 - TERMO DE CONSENTIMENTO



Universidade Federal do Maranhão - UFMA
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – PPECEM

Termo de Consentimento do Livre e Esclarecido

Você está sendo convidado a participar da pesquisa “A produção de significados dos conceitos químicos no jogo Planeta Química a partir da Teoria da Ação Mediada”, da aluna Rayane Kelly Pereira Ribeiro sob a orientação do docente Dr. Hawbertt Rocha Costa, ambos integrantes do PPECEM.

Com esta pesquisa, queremos compreender os processos de domínio e apropriação dos conceitos químicos a partir das relações de produção de significados dos alunos durante uma sequência didática utilizando o jogo Planeta Química como uma ferramenta sociocultural.

Você só precisa participar da pesquisa se quiser, é um direito seu e não terá nenhum problema se desistir. Os jovens que irão participar desta pesquisa têm de 14 a 17anos de idade.

A pesquisa será feita no Colégio Universitário - COLUN, onde os estudantes irão participar de um jogo digital envolvendo os conteúdos de Ácido e Base. Para isso, será usado o jogo “Planeta Química” e experimentos, eles são considerados seguros, mas é possível ocorrer riscos, caso não sejam seguidas as regras corretamente. Caso aconteça algo errado, você pode nos procurar pelos telefones que tem no texto. Mas há coisas boas que podem acontecer como a aprendizagem, interação, além do desenvolvimento de fatores cognitivos, sociais e afetivos entre os jogadores (HUIZINGA, 2000; MATTAR, 2010).

Ninguém saberá que você está participando da pesquisa; não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você nos der. Os resultados da pesquisa vão ser publicados para colaborarmos com o desenvolvimento do ensino, ciência e tecnologia, mas sem identificar os jovens que participaram.

Desta forma, pedimos que seus pais autorizem sua participação na pesquisa, respondendo os dados abaixo:

Eu, _____, responsável pelo aluno _____ fui informado (a) dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar, se assim o desejar. Assim, declaro que concordo na participação do aluno na pesquisa. Recebi uma cópia deste termo assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

São Luís - Maranhão, ____ de _____ de 20____.

Para maiores esclarecimentos, deixo minhas informações abaixo:

Nome: Rayane Kelly Pereira Ribeiro | **Contatos:** (98)3243-3698/98853-9272 | **Email:** rayane_kellyribeiro@hotmail.com

Participante da Pesquisa

Pesquisadora

APÊNDICE 6 - LISTA DE EXERCÍCIO



Universidade Federal do Maranhão - UFMA
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – PPECEM

LISTA DE EXERCÍCIO

1. Imagine que sua mãe foi ao supermercado fazer as compras do mês, ela comprou sabão em pó, água sanitária, vinagre branco, duas caixas de suco nos sabores de caju e acerola, banana e refrigerante. Agora, você precisa selecionar alguns desses produtos para levar na aula de ácido e base que será amanhã. Quais produtos você selecionaria? E por quê?
2. Suponha que você está com muita dor no estômago e seu médico suspeita que seja uma gastrite leve e por isso você está sentindo queimação. Ele lhe pediu para eliminar do seu cardápio alguns produtos que são ácidos. Por que o médico fez esses pedidos? Quais produtos você eliminaria da sua rotina e por quê?
3. Dia 05 de novembro de 2015 no município de Mariana/ MG, a barragem de Fundão da mineradora Samarco se rompe, espalhando lama pelas regiões das cidades de Mariana, Barra Longa e Rio Doce, ocasionando a morte de muitas espécies marinhas. Além do ecossistema, o solo ficará improdutivo devido o óxido de ferro (FeO) que alterou o seu pH, causando um desequilíbrio químico. Diante dessa situação, quais as medidas você tomaria para recuperar o solo para o senhor Francisco, o agricultor de Mariana que gostaria de voltar a trabalhar? O que você faria pela população que agora terá menos um meio de sobrevivência?
4. Durante a batalha de Guaxenduba em 1964, uma senhora apareceu a um grupo de soldados transformando areia da praia em pólvora para carregamento das munições, a fim de ajudá-los a expulsar os franceses da cidade de São Luís. Para homenagear a esse fato marcante, foi implantada na rotatória do bairro do Vinhais as estátuas de Jerônimo de Albuquerque e Nossa Senhora da Vitória. No entanto, ao fazermos uma visita ao monumento, percebemos que elas estão em grande parte deterioradas. Ajude-nos a achar uma explicação para tal fato, você é livre para criar as suas hipóteses.
5. O odor desagradável do peixe é principalmente devido a substâncias orgânicas do tipo RNH₂, contendo um grupo amina, NH₂, onde R é o resto da molécula. As aminas são bases como a amônia. Explique por que o odor diminui se colocarmos sumo de limão sobre o peixe.

APÊNDICE 7 – QUESTIONÁRIO FINAL PARA OS ALUNOS



Universidade Federal do Maranhão - UFMA
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – PPECEM

Questionário final para os alunos**1. Você e as Funções Inorgânicas**

1.1 Quais as 4 (quatro) funções inorgânicas? Cite-as abaixo.

1.2 Você consegue contemplar as funções inorgânicas no seu cotidiano?

1.3 Sua mãe foi ao supermercado e comprou alguns produtos para casa, dentre eles: suco de laranja, refrigerante Jesus, vinagre, sabão em pó e água sanitária. Quais os produtos ácidos e básicos?

1.4 Como você diferenciou as substâncias ácidas das substâncias básicas?

1.5 Seu pai irá pintar a parede de cal, também conhecida como Hidróxido de Sódio [$\text{Ca}(\text{OH})_2$]. Qual a função inorgânica da cal? Como você identificou?

1.6 Muitas pessoas quando querem mudar a cor dos cabelos, utilizam a água oxigenada ou peróxido de hidrogênio (H_2O_2), para descolorir o cabelo. Você identifica qual é a função inorgânica do peróxido de hidrogênio (H_2O_2)? Como você identificou?

2. Você e o Jogo “Planeta Química: uma aventura no cotidiano”

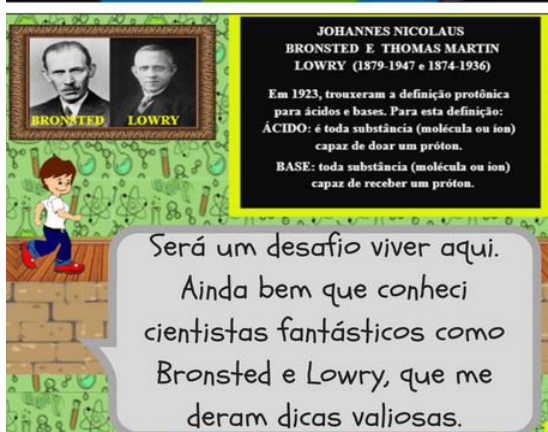
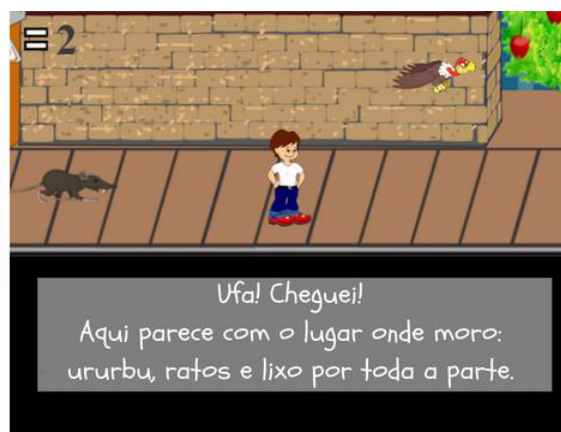
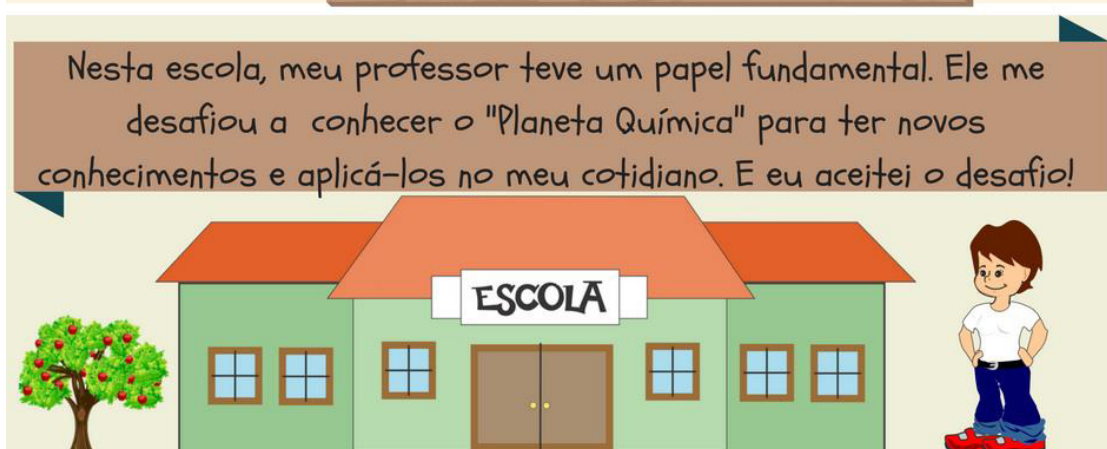
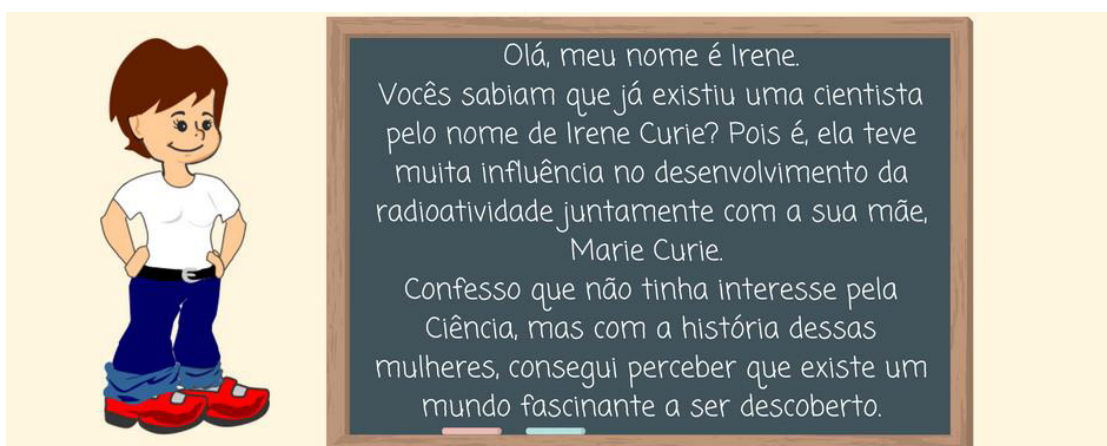
2.1 *Relate os conhecimentos que você adquiriu com o jogo “Planeta Química”?*

2.2 *Quais dificuldades você encontrou ao jogar o “Planeta Química”?*

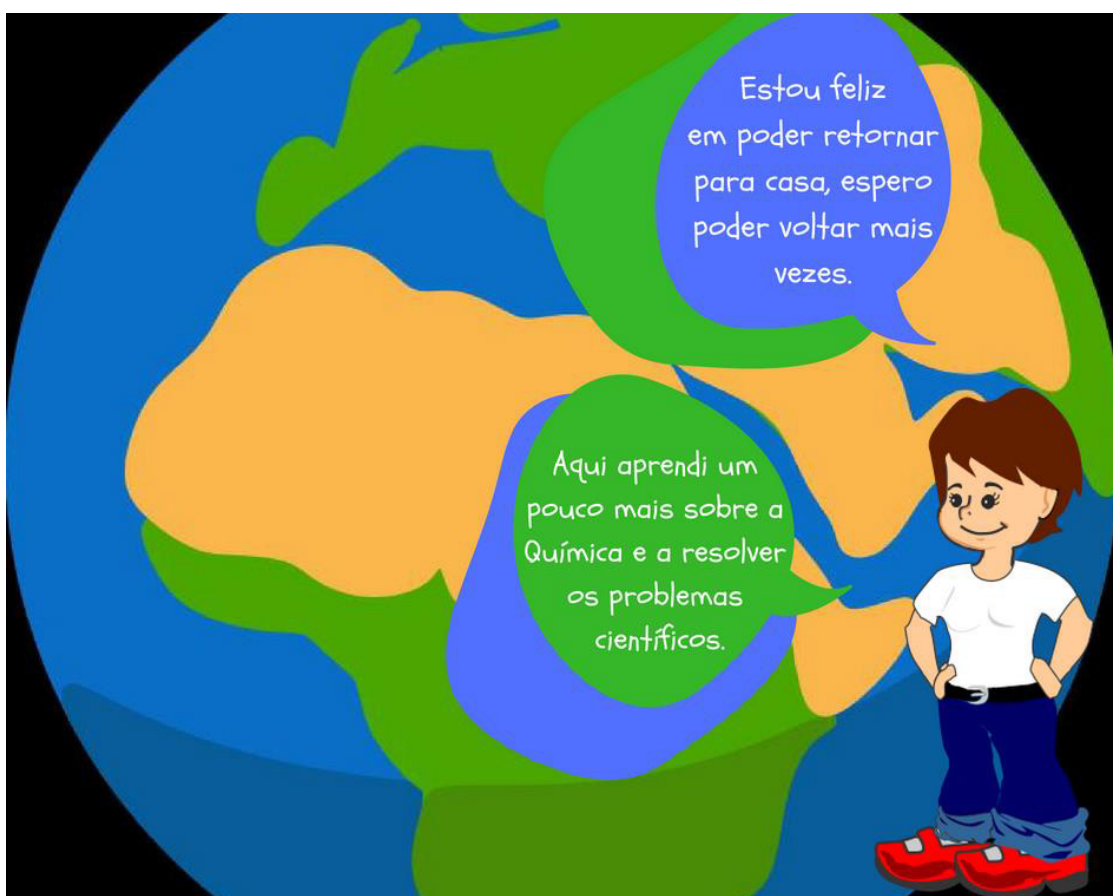
2.3 *Você acredita que o jogo está distante da nossa realidade? Se não, o que você consegue relacionar com a sua realidade?*

2.4 *Em sua opinião, quais os aspectos o jogo “Planeta Química” precisa melhorar?*

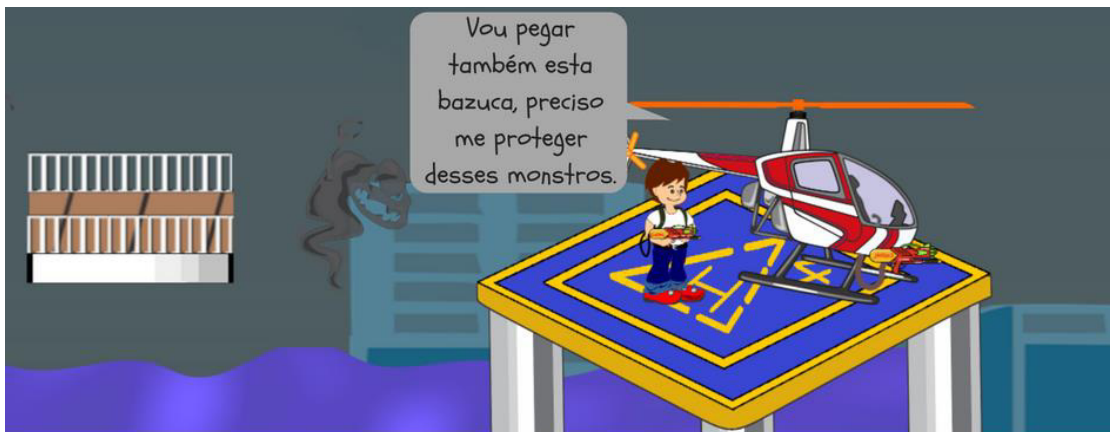
APÊNDICE 8 – HISTÓRIA EM QUADRINHOS

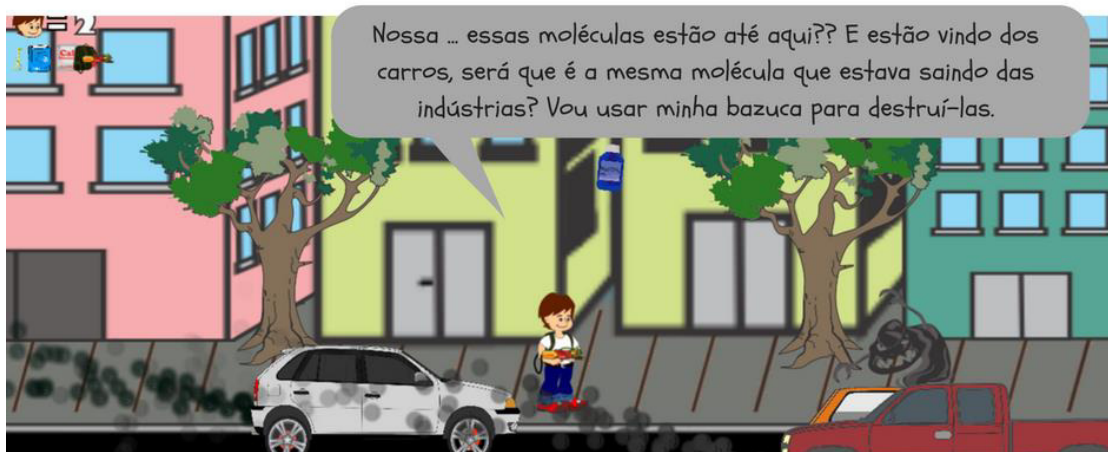


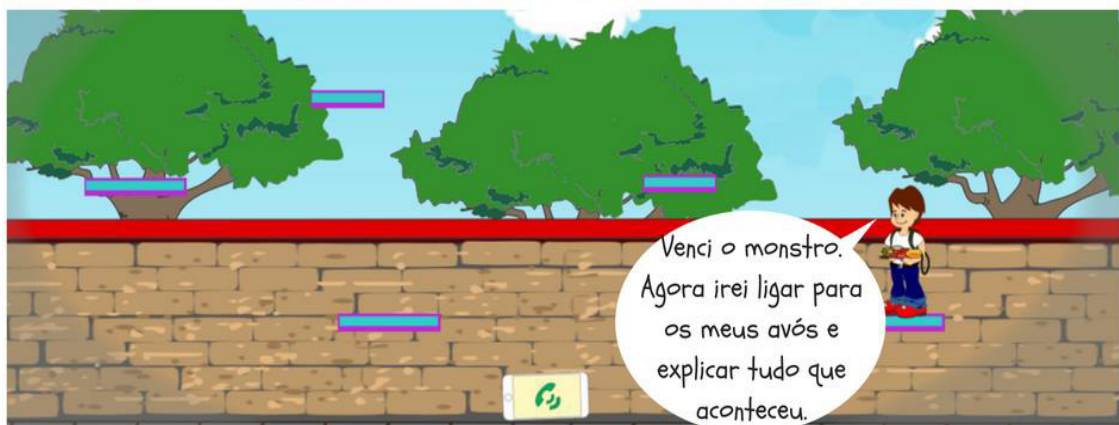
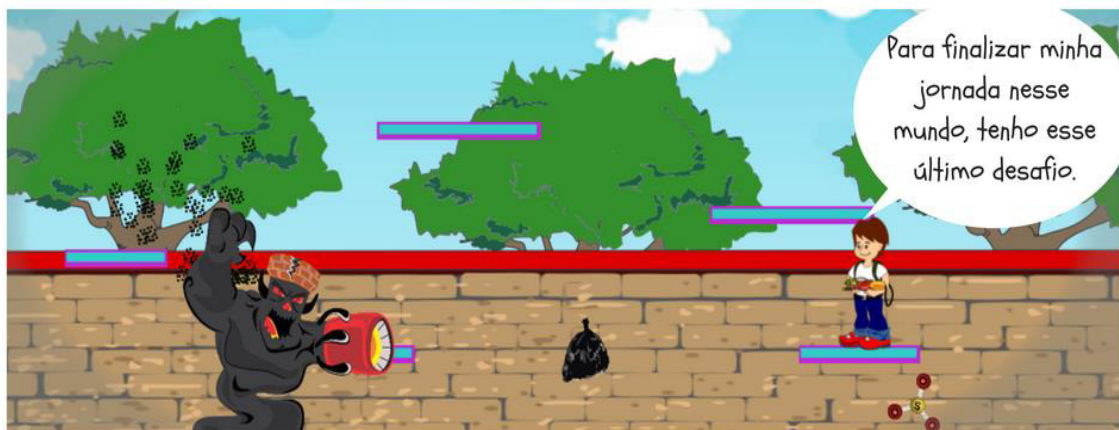


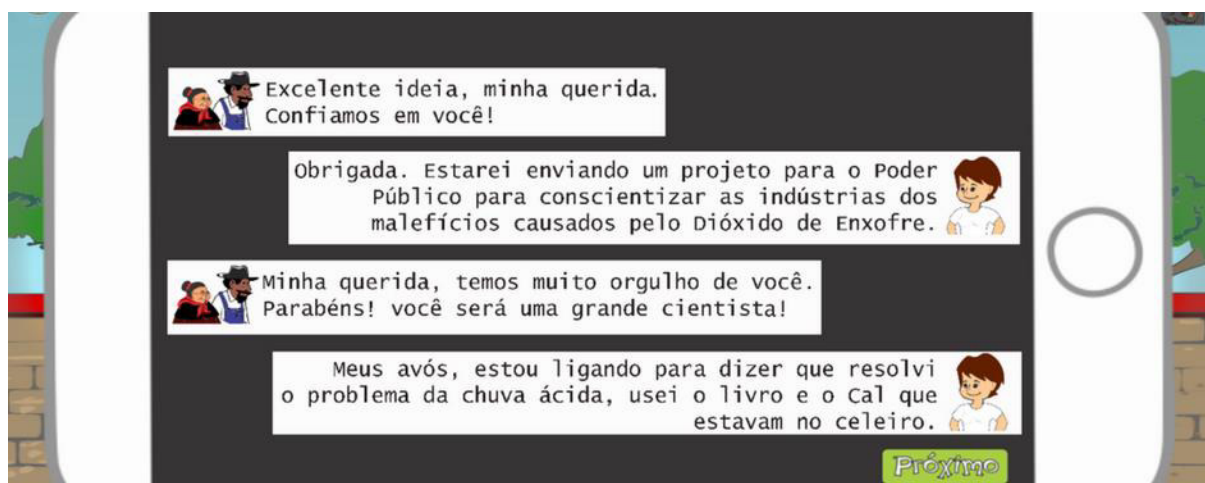












APÊNDICE 9 - TEXTO BASE

A palavra **ácido** vem do latim, *acidus*, e significa "azedo" ou "picante". Em geral, as soluções aquosas das substâncias classificadas como ácidas apresentam as seguintes propriedades químicas: reagem com certos metais (ferro, zinco etc.), liberando hidrogênio (H_2); reagem com bicarbonatos e carbonatos, liberando gás carbônico (CO_2); neutralizam soluções básicas.

A palavra **álcali** tem origem árabe e significa "cinzas vegetais". A partir do século XVI, essas substâncias passaram a ser também denominadas **bases**, que é atualmente o nome mais difundido. As soluções aquosas de bases apresentam, geralmente, sensação escorregadia ao tato (**cuidado**: essas substâncias são corrosivas) e neutralizam ácidos.

Qualitativamente, podemos fazer testes visuais que indicam se os materiais são ácidos ou básicos (alcalinos). A forma mais simples é utilizar substâncias denominadas **indicadores de ácido e base**, como o extrato de repolho-roxo ou indicadores comerciais produzidos por indústrias químicas. Além disso, os químicos contam com equipamentos que fornecem resultados mais precisos.

Para isso, eles desenvolveram uma grandeza denominada pH, a ser estudada adiante, que fornece medidas em uma escala que varia de 0 a 14. De acordo com essa escala, podemos saber se um material é ácido ou básico.

Materiais que apresentam pH abaixo de 7 são ácidos, a 25 °C, enquanto materiais com valores de pH acima de 7 são básicos, conforme esquema ao lado.

As propriedades de acidez e as de alcalinidade são opostas, ou seja, quanto maior a acidez, menor será a alcalinidade, e vice-versa. O esquema ao lado ilustra bem essa relação.

Os alquimistas foram os descobridores dos ácidos clorídrico, nítrico e sulfúrico, denominados ácidos minerais por se originar de sais de minerais. A grande reatividade desses ácidos fez deles importantes reagentes para os alquimistas que, segundo relatos, já os utilizavam antes do século X.

Já na Idade Média, ao estudar os materiais, os alquimistas perceberam que muitas substâncias e materiais podiam ser classificados quanto à alteração que produziam na cor de certos extratos vegetais. Essa classificação deu origem a dois grupos. Um deles constitui os ácidos e o outro, as bases.

Das ideias do alquimista vitalista belga Johan Baptist van Helmont [1580-1644] surgiu uma teoria ácido-base que classificava as substâncias de acordo com esse critério. Ele acreditava que poderia unificar a Química e a Fisiologia porque a fermentação de produtos da digestão de seres vivos segregava, ao fim, materiais ácidos ou básicos. Para ele, a relação entre os materiais orgânicos e inorgânicos poderia ser explicada pela teoria ácido-base. Ainda segundo essa teoria, toda substância, independentemente de sua origem, deveriam conter um componente ácido ou básico.

O químico irlandês Robert Boyle [1627-1691] considerava um erro generalizar que todas as substâncias poderiam ser explicadas pela teoria ácido-alcalino. Segundo ele, o melhor método para identificar a acidez ou alcalinidade de substâncias era por meio de testes químicos bastante difundidos naquela época, como o da efervescência, do gosto e da mudança de cor. Note que, atualmente, é impensável provar o gosto de uma substância ou material desconhecido.

Esses testes deveriam ser estudados em conjunto, e somente substâncias que apresentassem resposta positiva a todos eles poderiam ser classificadas como ácidas ou alcalinas. O teste da mudança de cor já era bastante difundido, mas Boyle está entre os primeiros a notar que todos os ácidos, e não apenas alguns, realizavam a mudança de cor nas substâncias usadas como indicadores. Ele também foi um dos primeiros a perceber que os indicadores poderiam ser usados ainda para testar a alcalinidade.



Diferentes **indicadores** são utilizados para medir a acidez de soluções ou mesmo de águas de piscinas, rios etc.

Fig. 02.04.01

Variação de acidez e basicidade de acordo com pH



Qualquer material contendo água líquida apresenta um **valor de pH**. Quando esse valor é igual a 7, diz-se que o material é neutro.



Reconhecemos que diferentes frutas estão maduras pela cor e pelo sabor que apresentam.

A banana verde "trava" a língua devido à adstringência, característica de álcalis. A laranja verde é mais azeda, característica de ácidos.

Antoine Lavoisier considerava que todos os ácidos eram formados pela combinação de oxigênio, sendo este o responsável pela acidez. Para ele, todos os ácidos deveriam conter oxigênio. Historicamente, considera-se que elaborou o primeiro conceito científico para ácidos e bases quando afirmou que "o oxigênio é princípio acidificante". Anos depois, Humphry Davy (1778-1829) demonstrou que vários ácidos não possuem oxigênio em suas estruturas.

O extrato de beterraba ou de repolho-roxo que utilizamos no experimento anterior é um indicador natural, como os usados pelos alquimistas. Você deve ter notado como variava a coloração das diferentes soluções.

Os indicadores são substâncias orgânicas que possuem moléculas grandes que se alteram em função da acidez do meio. Ao ter suas estruturas moleculares alteradas, as substâncias passam a apresentar cores diferentes. Há diversas substâncias que servem de indicadores, atuando em diferentes faixas de acidez.

Diversos frutos e flores possuem substâncias que são pigmentos sensíveis à variação da acidez do meio. Por isso, frutas maduras normalmente apresentam cores diferentes de quando estão "verdes".

Desde os tempos dos alquimistas, extratos de tornassol (uma espécie de líquen) e repolho-roxo são usados na química como indicadores. Esse processo de extração de corantes naturais obteve tal desenvolvimento que se afirma terem sido eles os verdadeiros precursores da química dos corantes sintéticos. Veja na tabela a seguir a coloração de alguns indicadores usados em laboratórios.

EXEMPLOS DE INDICADORES UTILIZADOS NO LABORATÓRIO

Indicador	Cor na solução		
	Meio ácido	Meio neutro	Meio básico
Fenolftaleína	incolor	incolor	lilás
Azul de bromotímol	amarelo	verde	azul
Tomassol	vermelho	azul	azul
Alaranjado de metila	vermelho	amarelo	amarelo
Indicador universal	de vermelho a alaranjado	amarelo esverdeado	de azul a verde

amarelo de alizarina (10,1 - 12,0)

fenolftaleína (8,2 - 10,0)

azul de bromotímol (6,0 - 7,6)

púrpura de metila (4,8 - 5,4)

azul de bromofenol (3,0 - 4,6)

azul de tímol (1,2 - 2,8)

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 pH
14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 pOH

Cores (aproximadas) de alguns indicadores ácido-base em diferentes valores de pH.

Os alquimistas trabalhavam com vários ácidos. Esta é uma pintura de David Teniers (1610-1690), que retrata o trabalho e o ambiente alquimistas no quadro *O Alquimista* (óleo sobre tela, 73 x 92 cm).

