

O uso do jogo “Planeta Química” para a aprendizagem de conceitos: uma abordagem a partir da Teoria da Ação Mediada na produção de significados

Rayane Kelly Pereira Ribeiro Aguiar e Hawbert Rocha Costa

Um ensino de Química que promova conteúdos científicos relacionados ao cotidiano dos alunos é necessário para torná-los críticos e participativos. Por isso, utilizamos o jogo “Planeta Química” como ferramenta cultural principal, em que buscamos analisar o nível de domínio e apropriação dos conceitos químicos a partir das relações estabelecidas durante a aplicação de uma Sequência Didática (SD). Os sujeitos da pesquisa foram alunos do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública de São Luís-MA. O jogo, em uma perspectiva CTS, insere os alunos em situações cotidianas que necessitam do conhecimento químico. A Teoria da Ação Mediada de Wertsch serviu como aporte teórico. Os resultados indicaram que a SD contribuiu para a construção de significados, ocorrendo interações e compreensão do conteúdo, demonstrando domínio e se aproximaram da apropriação dos conceitos químicos. Concluímos que o jogo é uma ferramenta potencializadora para a aprendizagem, contribuindo significativamente para o ensino da Química.



► ensino de química, funções inorgânicas, jogos digitais ◀

Recebido em 20/06/2024; aceito em 26/09/2024

568

Introdução

A Química é imprescindível para o desenvolvimento de diversos setores da sociedade (Silva *et al.*, 2016), por isso é de fundamental importância que essa Ciência seja estudada criticamente para o exercício da cidadania (Bouzon, 2018), o que envolve a manipulação de conhecimentos, investigação, tomada de decisões e resolução de problemas do cotidiano (Santos, 2007). Contudo, nas salas de aula, o ensino da Química é frequentemente limitado à fragmentação e transmissão de conteúdos, sem uma boa contextualização e embasamento histórico (Meneses e Nuñez, 2018). Deste modo, os alunos não são capazes de estabelecer uma relação clara entre o mundo micro (teórico e abstrato) e o mundo macro (real e prático), na qual a ciência esteja sujeita a críticas e em um processo de construção dinâmica (Melo e Lima Neto, 2013).

Para superar esses desafios, diversos trabalhos têm sido realizados no Ensino de Química, que envolvem a

experimentação e a contextualização em diversas abordagens (Silva e Costa, 2019). Para contribuir com essa perspectiva, o uso de metodologias ativas e das tecnologias digitais (Leite, 2020) abre caminho para inserir ferramentas-culturais, como os jogos digitais, pertencentes à cultura dos alunos. Tais ferramentas propiciam aumentar o rol apreciativo da significação dos conceitos pelos alunos (Pereira e Ostermann, 2012).

Wertsch (1998) propõe que a ação humana, mediada por ferramentas no contexto sociocultural, molda a ação por meio da internalização, envolvendo domínio e apropriação. O domínio refere-se à facilidade de utilizar a ferramenta cultural (Wertsch, 1979, 1998), enquanto a apropriação é quando o indivíduo torna próprio o que era do outro, usando-o em novos contextos.

Esses conceitos, estão ligados à Teoria da Ação Mediada (TAM) de Wertsch (1991b, 1998), que se baseiam nos estudos de Vigotski e Bakhtin sobre a interação e dialogia.

Os jogos educativos digitais, inseridos em um “kit”, podem estimular a criatividade e a socialização de

Wertsch (1998) propõe que a ação humana, mediada por ferramentas no contexto sociocultural, molda a ação por meio da internalização, envolvendo domínio e apropriação. O domínio refere-se à facilidade de utilizar a ferramenta cultural (Wertsch, 1979, 1998), enquanto a apropriação é quando o indivíduo torna próprio o que era do outro, usando-o em novos contextos.

conhecimentos (Mattar, 2010), favorecendo a produção de significado dos conceitos científicos a serem trabalhados. Enfatizamos o jogo “Planeta Química: uma aventura no cotidiano”, que foi desenvolvido de modo a equilibrar o design de games (mecânica, estética e narrativa), que proporciona a diversão e imersão, com os conteúdos de Química inseridos em uma vertente da Ciência, Tecnologia e Sociedade - CTS (Reis *et al.*, 2020).

Nessa vertente, a presente pesquisa buscou analisar o nível de domínio e apropriação dos conceitos químicos a partir das relações de produção de significados durante uma Sequência Didática (SD), utilizando um kit de ferramentas culturais, cuja a principal delas foi o jogo “Planeta Química”. Além disso, buscou responder a indagação: como os alunos produzem os significados dos conceitos químicos mediados pelas ferramentas culturais a partir do contexto do jogo Planeta Química? Vale ressaltar que a SD foi aplicada em uma escola estadual da cidade de São Luís-MA com alunos do 1º ano do Ensino Médio, no ano de 2018.

O jogo “planeta química: uma aventura no cotidiano”

O jogo foi desenvolvido com o objetivo de integrar o ensino da Química em uma abordagem contextualizada, utilizando princípios da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) para trazer questões relevantes ao cotidiano dos alunos, em um ambiente de aprendizagem envolvente, dinâmico e motivador. A teoria que fundamenta o desenvolvimento do jogo é a Teoria da Ação Mediada, de James Wertsch (1991b, 1998), que enfatiza o papel das ferramentas culturais e simbólicas na mediação da ação humana. No contexto do jogo, essas ferramentas estão representadas pelos personagens, desafios e narrativa, que incentivam os alunos a refletirem criticamente sobre as questões ambientais e sociais relacionadas à Química.

O enredo do jogo é centrado na personagem Irene, uma estudante do ensino médio que não demonstra interesse pela Química. Contudo, após assistir a uma aula sobre a história de Irene Curie e suas contribuições à Ciência/Química, e vivenciar um acidente doméstico com soda cáustica, ela percebe a importância do conhecimento de ácidos e bases, despertando para aprender Química. Motivada, ela aceita o desafio de seu professor e embarca em uma jornada no “Planeta Química”, em que deverá utilizar seus novos conhecimentos para enfrentar problemas e desafios relacionados ao meio ambiente e à vida cotidiana.

Na primeira fase, Irene entra em contato com ácido sulfúrico de uma bateria, causando irritação na pele. O jogador deve ajudá-la a escolher o produto certo para neutralizar o ácido, aplicando o conhecimento de reações de neutralização. Durante o percurso, Irene desvia de obstáculos como lixo e

animais nocivos, enquanto coleta informações e objetos. O desafio final é montar a equação da reação de neutralização, reforçando o aprendizado sobre ácidos e bases.

Na segunda fase, Irene visita a fazenda dos avós, onde as plantações foram destruídas pela chuva ácida. Ela descobre que a poluição industrial e a queima de combustíveis fósseis causaram o problema. O jogador ajuda Irene a combater vilões de fumaça, que simbolizam poluentes como dióxido de enxofre (SO₂) e dióxido de carbono (CO₂), usando uma solução de hidróxido de cálcio. Durante a fase, o jogador aprende sobre as reações químicas que formam a chuva ácida e seus efeitos no solo e na vegetação.

Na terceira e última fase, a personagem enfrenta o vilão (Boss) que atira lixo e poluentes em forma de fumaça. Irene precisa neutralizar o vilão atirando uma base de hidróxido de cálcio. A narrativa segue a estrutura da Jornada do Herói, permitindo que

os jogadores se conectem com Irene e acompanhem seu crescimento ao longo da trama. O jogo também promove o desenvolvimento de habilidades cognitivas e psicomotoras, à medida que os jogadores enfrentam obstáculos e tomam decisões com base nos conhecimentos adquiridos. A combinação de conteúdo pedagógico com mecânicas de *game design* resulta em um jogo que não apenas ensina Química, mas também estimula a reflexão sobre questões ambientais e sociais relevantes, preparando os alunos para agir de forma consciente e informada no mundo real.

A produção dos significados com base na teoria da ação mediada

Inserido na tradição sociocultural, Wertsch baseia-se em autores como Vygotsky, Bakhtin e Kenneth Burke, colocando a ação humana mediada por ferramentas culturais como o ponto central de suas análises. O ambiente não é apenas um pano de fundo, mas um dispositivo essencial que, por meio de ferramentas culturais, impulsiona o desenvolvimento da mente e a internalização de significados. Para este estudo, adotamos a perspectiva de Wertsch (1991a, 1991b, 1998) para explorar como os estudantes constroem o significado dos conceitos de Funções Inorgânicas por meio da interação com ferramentas mediacionais, tanto físicas (imagens, textos, experimentos, jogos) quanto não físicas (fala, enunciados e conceitos).

Além disso, incorporamos as ideias de Giordan (2013), que expandem a aplicação da Teoria da Ação Mediada no ensino contemporâneo, especialmente ao tratar do uso do computador na escola. Giordan (2013) ressalta que ao trabalhar com Objetos de Aprendizagem em um espaço virtual, é necessário reformular a compreensão das ferramentas culturais, uma vez que essas novas tecnologias transformam radicalmente as ações humanas. Ao introduzir novas

A combinação de conteúdo pedagógico com mecânicas de *game design* resulta em um jogo que não apenas ensina Química, mas também estimula a reflexão sobre questões ambientais e sociais relevantes, preparando os alunos para agir de forma consciente e informada no mundo real.

combinações de propriedades e funções, elas alteram as práticas pedagógicas e as dinâmicas de interação em sala de aula, exigindo uma abordagem mais complexa para entender como ocorrem a mediação e a internalização dos conceitos.

A influência de Vygotsky nos trabalhos de Wertsch é notável, especialmente nas discussões sobre mediação e interação. A semiótica, identificada como uma das principais áreas de interesse de Vygotsky, ocupa uma posição central nas reflexões de Wertsch. Para aprofundar essa análise, Wertsch incorpora as contribuições de Bakhtin, particularmente no que diz respeito aos sistemas de signos e sua função na regulação das atividades humanas (Giordan, 2013), com destaque para a dialogia e os gêneros discursivos. Nesse sentido, as ideias de Wertsch são utilizadas para investigar as formas de domínio e apropriação dos conceitos químicos, mediados por ferramentas culturais no contexto educacional. Propõe-se, dessa forma, uma abordagem analítica da aprendizagem que serve como metodologia de pesquisa, permitindo uma compreensão abrangente dos aspectos a serem analisados. Tal abordagem se torna especialmente relevante à medida que as investigações socioculturais no ambiente escolar se expandem, particularmente com a inserção de jogos no processo de ensino e aprendizagem.

A Teoria da Ação Mediada (TAM) sustenta que os sistemas semióticos, como a linguagem, são fundamentais para o processo de elaboração de significados. Esses significados são construídos no diálogo, na troca social e no uso das ferramentas culturais, que podem ser materiais ou simbólicas. A ação é sempre mediada por instrumentos, que moldam a maneira como os indivíduos interagem com o mundo. Por isso, é mais apropriado pensar nos sujeitos agindo com ferramentas culturais, ao invés de indivíduos isolados (Wertsch, 1991b).

A ferramenta, por si só, não gera ação, sendo necessário que haja um sujeito capaz de utilizá-la com competência e intencionalidade para que ela produza significados. Wertsch (1998) destaca que o valor das ferramentas está em seu uso dentro de um contexto cultural, e não em suas propriedades intrínsecas. Martins e Moser (2012) complementam essa visão ao afirmar que o significado é construído no uso ativo das ferramentas e depende do contexto e das interações em que ocorrem. É essencial observar como os *enunciados* e as *vozes* se manifestam durante as interações em sala de aula.

Os enunciados, ao serem analisados no contexto de sala de aula, revelam como os alunos constroem significados a partir das ferramentas mediacionais. A *indexação da voz* – ou seja, o valor apreciativo que cada enunciado carrega – é o que confere sentido ao discurso e à ação dos alunos. A produção de significados é orientada tanto pela entonação quanto pelos signos utilizados, que podem ou não pertencer à mesma

voz (Giordan, 2013). Ao observar o uso de ferramentas como jogos, experimentos e tecnologias digitais, emergem duas propriedades centrais da TAM que são relevantes para a compreensão da aprendizagem: *domínio* e *apropriação*.

O *domínio* refere-se à capacidade de utilizar uma ferramenta cultural de forma eficiente e habilidosa, centrando-se no “saber como” em vez de “saber o que”. Essa utilização pode ocorrer de maneira mecânica, ou seja, externamente, sem necessariamente passar para o plano interno. O aluno pode utilizar uma ferramenta cultural e ainda assim sentir uma resistência ou desconexão com os significados subjacentes. Como exemplo, este aluno pode dominar o uso de um simulador computacional para demonstrar como ocorrem as ligações químicas, utilizando-o adequadamente para seu objetivo inicial. Contudo, esse domínio não implica necessariamente que o aluno tenha compreendido completamente os princípios científicos subjacentes, o que pode resultar em resistência ou desconexão com os significados mais profundos que a ferramenta representa.

A *apropriação*, por outro lado, ocorre quando o sujeito internaliza a ferramenta de tal forma que passa a utilizá-la de maneira fluida e contextualizada, aplicando-a em novos cenários e criando novas relações de sentido. Quando o mesmo aluno utiliza o simulador para explicar as ligações químicas relacionadas à resistência de algumas substâncias, ele está demonstrando apropriação, pois adaptou o uso da ferramenta a um novo contexto. Nesse processo, a ferramenta deixa de ser um instrumento externo e torna-se parte do repertório cognitivo do aluno, sendo usada de forma espontânea e sem resistência.

Outro exemplo ilustrativo da distinção entre *domínio* e *apropriação* pode ser observado nas operações matemáticas. No início, usamos ferramentas concretas, como dedos, palitos ou marcas em papel, para realizar somas. Com o tempo, essas ferramentas são internalizadas e os cálculos passam a ser feitos mentalmente, sem necessidade de recorrer a meios físicos. O *domínio* refere-se ao uso dessas ferramentas de maneira técnica e eficiente, enquanto

a *apropriação* ocorre quando o processo se torna parte da prática cotidiana, permitindo que o indivíduo resolva problemas matemáticos sem fazer distinção entre os recursos utilizados anteriormente. O domínio pode ocorrer de forma externa, como uma tarefa mecânica, enquanto a apropriação implica a plena internalização e adaptação da ferramenta ao repertório do sujeito.

Metodologia

A pesquisa caracteriza-se como qualitativa, englobando a descrição, análise e discussão dos dados. Adicionalmente,

Os enunciados, ao serem analisados no contexto de sala de aula, revelam como os alunos constroem significados a partir das ferramentas mediacionais. A *indexação da voz* – ou seja, o valor apreciativo que cada enunciado carrega – é o que confere sentido ao discurso e à ação dos alunos. A produção de significados é orientada tanto pela entonação quanto pelos signos utilizados, que podem ou não pertencer à mesma voz (Giordan, 2013).

devido à sua natureza representativa da realidade, adota a tipologia de estudo de caso (Mattar e Ramos, 2021), na qual buscou analisar profundamente um fenômeno particular em escola pública estadual de São Luís - MA com 13 alunos do 2º ano do Ensino Médio, maioria de classe baixa, realidade comum no Maranhão. A pesquisa foi conduzida com a devida autorização, mediante a assinatura dos termos de consentimento pelos pais ou responsáveis e dos termos de assentimento pelos alunos, além da autorização da Secretaria de Educação. A interação com os alunos na pesquisa foi realizada pelo primeiro autor, com o acompanhamento, em alguns momentos, da professora responsável.

A SD foi elaborada tendo por base o Modelo Topológico de Ensino (Giordan, 2013) composto pelos eixos estruturantes: Tema, Conceito e Atividade, fundamentados na TAM. A análise da produção de significado procedeu-se a partir da utilização de um “kit de ferramentas” complementares ao jogo “Planeta Química: uma aventura no cotidiano” - Figura 1 (Reis *et al.*, 2020), tais como: a história em quadri-nhos do jogo, uma experimentação sobre ácido-base e chuva ácida e uma lista de exercício com situações-problemas (Figura 2). O enredo do jogo envolve uma estudante chamada Irene, em homenagem à Irene Curie, que é convidada pelo seu professor (mentor) a adentrar em um mundo cheio de desafios químicos, relacionados as funções inorgânicas, presentes no cotidiano (QR code).



Figura 1: Imagens do Jogo “Planeta Química: uma aventura no cotidiano”. Fonte: próprios autores (2024).

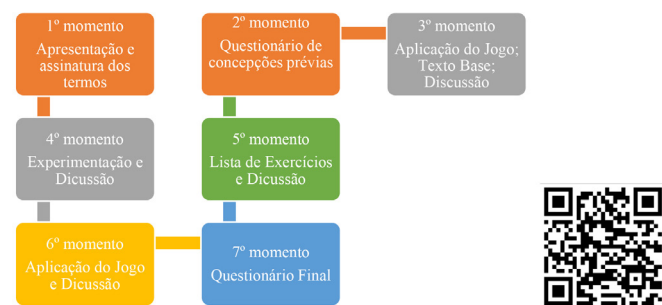


Figura 2: Estrutura da Sequência Didática com QR code do material utilizado. Fonte: próprios autores (2024).

Para a coleta de dados, foram utilizadas webcams acopladas aos computadores (Linux Educacional 5.0), gravador de voz, câmera com tripé, notas de campo, entrevista e um

software de captura de tela, o Vokoscreen®. Os dados foram organizados em três etapas: mapeamento das aulas, mapeamento das categorias e análise da produção de significado.

O mapeamento das aulas forneceu um panorama geral da SD, descrevendo o trabalho com o tema, os conceitos e as atividades, e identificando a produção de significados relevante. Depois, foram selecionados momentos representativos para gerar o mapa de categorias, com subcategorias pré-estabelecidas pela literatura e outras definidas após a coleta de dados.

Com base em Mortimer *et al.* (2005), foram selecionadas três categorias analíticas: *locutor*, *tipo de discurso* e *abordagem comunicativa*. Os locutores foram identificados como Pesquisadora, Professora, e para os alunos, utilizaram-se códigos alfanuméricos (A1, A2, B1, B2, C1, C3), em pares para representar as duplas. Havia 13 alunos, mas apenas 6 foram selecionados para análise dos enunciados, devido à quantidade de dados gerados e ao foco na análise específica. Ressalta-se que C2 aparece nas transcrições dos resultados, mas foi substituído por C3 na maioria das análises, devido à ausência deste aluno em algumas aulas. Os demais alunos foram representados por letras (U, V, W, X, Y, Z), e “Grupo de Alunos” (G.A) foi usado quando falavam simultaneamente. A interação ocorreu durante a SD, com a professora responsável participando, exceto quando se ausentava devido ao seu papel como coordenadora pedagógica. Os *tipos de discurso* foram organizados para a análise de acordo com as subcategorias de Silva e Mortimer (2010), conforme o Quadro 1.

Outras categorias foram definidas, como de *discurso de aula*, *discurso de jogo* e *conceitos de contexto*, com suas respectivas subcategorias, como é apresentado 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 seus discurso para o conteúdo discutido no jogo.

Discurso de Jogo: Trocas verbais 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).

As abordagens comunicativas de Mortimer e Scott (2003), sintetizadas por Costa (2016, p. 134), também foram utilizadas para analisar os significados produzidos pelos estudantes:

- **interativa e dialógica**, quando professor e estudantes falam, levando em consideração os pontos de vista que

Quadro 1: Categorias e subcategorias de análise

Categoria	Subcategorias	Descrição Geral
Tipo de Discurso	Conteúdo, Conteúdo Escrito, Procedimental, Gestão e Manejo de Classe, Experiência, Agenda	Representam o teor do discurso no momento da fala, ou seja, se naquela interação estavam discutindo conteúdo, qual o procedimento adotado na experimentação ou no jogo, qual relação direta do enunciado com o conteúdo científico (agenda), como a classe deveria ser organizada, etc.
Discurso de Aula	Conteúdo, Gestão e Manejo de Aula, Agenda, Conteúdo-Jogo, Outros	
Discurso de Jogo	Emoção, Incentivo, Motivação, Outros.	
Conceitos de Contexto	Hipóteses, Dúvida, Resposta Rápida, Científico, Cotidiano, Conteúdo-Jogo	

Fonte: adaptado de Mortimer (2005); Silva e Mortimer (2010).

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.

Todas as categorias e subcategorias foram codificadas durante a análise dos vídeos por meio do software MaxQda® (ver Figura 3).

Findado o mapeamento das categorias, foram selecionadas as aulas representativas para a microanálise, que correspondem ao 3º, 4º e 6º momentos da SD. Nesta etapa, analisaram-se os enunciados dos alunos, que foram

transcritos com base no quadro de conversação de Marcuschi (1986) e adaptado por Costa (2016). Deste modo, a produção de significados dos alunos foi examinada a partir do domínio e apropriação dos conceitos científicos, com foco nas interações entre aluno-aluno, aluno-pesquisadora, aluno-professora e dupla-dupla.

Resultados e discussão

Os resultados foram analisados frente às três categorias apresentadas na metodologia, a saber: mapeamento das aulas, mapa de categorias e microanálise.

Mapeamento das aulas

Esta etapa visou detalhar os eventos ocorridos durante as interações com os alunos, permitindo uma visão abrangente dos momentos significativos e a definição das categorias que caracterizariam as aulas. No Quadro 2, são apresentados os sete momentos da SD, baseados nos eixos estruturadores do modelo topológico de ensino (Giordan, 2013).

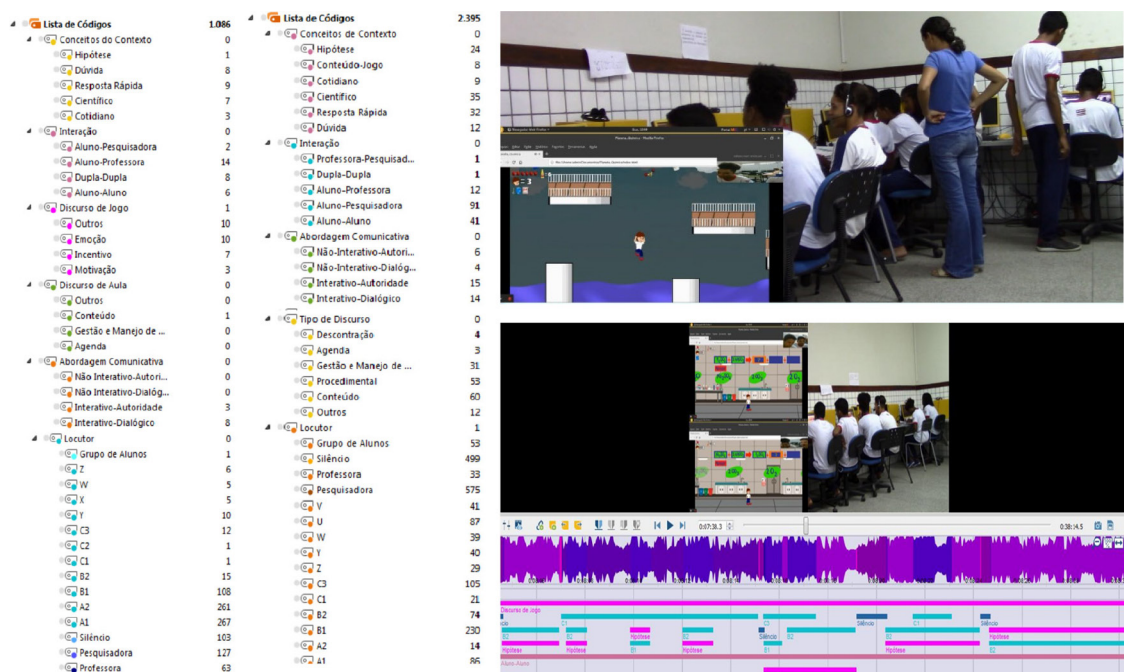


Figura 3: Categorias e subcategorias (Jogo e da Experimentação), aplicação e codificação. Fonte: próprios autores (2018).

Quadro 2: Mapeamento das aulas da Sequência Didática

Momento	Tema	Conceito	Atividade		Produção de Significados
			Interação	Descrição	
Momento 1	Ambientação dos discentes.	Apresentação da sequência didática	Interativ-dialógico e Int. - de autoridade	Após apresentar a SD aos alunos e verificar sua compreensão sobre as funções inorgânicas, a pesquisadora os convidou a participarem do estudo e deu-lhes liberdade para expressarem qualquer interesse que pudessem ter.	O conteúdo foi discutido rapidamente, pois a intenção era convidar os alunos para participarem da pesquisa. Logo, não foi possível afirmar a produção de significado dos alunos.
Momento 2	Fun. Inorgânicas, o que será?	Conhecimento prévio das Funções Inorgânicas	Interativo – dialógico	Os alunos apresentaram dificuldade em responder o questionário. Assim, responderam somente a questão que solicitava que eles identificassem as substâncias ácidas e básicas.	Verificou-se a formação dos conceitos químicos, a partir dos conceitos espontâneos expressados pelas palavras em que se materializava a formação dos conceitos, que são participantes da reconstrução dos significados (Vigotski, 2001).
Momento 3	PlayTest do jogo "Planeta Química"	Funções Inorgânicas presente no Jogo "Planeta Química"	Interativo –dialógico, Inte. – de autoridade e Não int. – dialógica	No início, foi avaliada a capacidade dos estudantes de identificar funções inorgânicas no cotidiano. Em seguida, foi introduzido o jogo, no qual eles encontraram dificuldades na fase de balanceamento de equações, o que atrasou a resolução e exigiu a intervenção da pesquisadora.	A partir da interação verbal dos alunos, vimos que eles possuíam o gênero discursivo primário. Porém, quando apresentado os conceitos químicos pelo jogo, o gênero primário foi assimilado e aos poucos foi se transformando em secundário, devido ao novo contexto científico (Bakhtin, 2003).
Momento 4	A química presente em nosso cotidiano	As funções inorgânicas e o olhar dos alunos	Interativo-dialógico, Int. – de Autoridade, Não int. – dialógico e Não int. - de autoridade	A pesquisadora apresentou as substâncias e pediu que os alunos identificassem as ácidas e básicas usando o papel de pH, relacionando com o cotidiano. No segundo experimento, observaram a influência da chuva ácida em uma flor, em que foi problematizado a emissão de dióxido de enxofre (SO ₂) proveniente dos carros e fábricas da cidade, solicitando aos alunos que apresentassem soluções.	O uso dos conceitos químicos permitiu aos discentes a organização das suas operações intelectuais para resolver as situações-problemas propostas na aula (Vygotksy, 2005).
Momento 5	As fun. Inorgânicas no cotidianos	Situações-problemas das funções inorgânicas	Interativo –dialógico e Não int. – dialógico	A atividade buscou aguçar a capacidade investigativa dos alunos, os deixando mais seguros com o uso das ferramentas propostas, na qual foram incentivados à reflexão crítica para a resolução dos problemas. Essas envolviam o contexto sociocultural, para que eles pudessem aprofundar aquilo que já tinham visto em outras discussões do conteúdo.	A formação dos conceitos surge durante a resolução dos problemas, e a partir dos resultados alcançados é que surge o conceito (Vygotksy, 2005). O conceito é uma construção internalizada no decorrer do desenvolvimento do pensamento (Costa, 2016).
Momento 6	Jogo "Planeta Química: uma aventura no cotidiano"	Funções Inorgânicas presente no Jogo	Interativo –dialógico, Interativo - de autoridade e Não int. – dialógico	Os alunos participaram de uma roda de conversa, na qual puderam expressar sua familiaridade com o jogo e as atividades realizadas. Durante essa discussão, foram abordados os diferentes momentos da sequência didática. Os alunos relataram que a principal dificuldade enfrentada no jogo foi o balanceamento das reações, enquanto a lista de exercícios apresentou menos desafios.	O uso de temas permitiu que os significados das palavras direcionassem para a construção do conceito (Bakhtin, 2003). Foram trabalhos os temas "A Química e o meio ambiente" e "Os efeitos da chuva ácida para sociedade", com o intuito de promover o significado dos conceitos químicos e estimular os alunos a solucionarem os desafios com suas duplas através das discussões, hipóteses e resolução de problemas.
Momento 7	O que eu aprendi?	Funções Inorgânicas e avaliação do Jogo.	Interativo –dialógico	Os alunos apresentaram facilidade em responder o questionário. Embora estivessem em duplas, eles responderam de forma individual e apontaram o que foi mais fácil de responder, comparado ao primeiro questionário. Acreditamos que o kit de ferramentas facilitou a construção dos conhecimentos sobre a temática.	O uso do kit de ferramentas visou à ampliação dos meios mediacionais, a fim de corroborar na construção da aprendizagem dos alunos (Vigotski, 2001). Assim, com o uso de temáticas buscamos alargar o horizonte apreciativo dos alunos, gerando discussões relacionadas aos conceitos científicos (Bakhtin, 2003).

Fonte: autoria própria (2024)

Observou-se que, inicialmente, os alunos tiveram dificuldades em responder questões sobre funções inorgânicas (momento 2), mas demonstraram melhor compreensão ao longo das etapas. As questões abordavam problemas do cotidiano, como identificar produtos ácidos e básicos de supermercado e a função inorgânica da cal viva. Percebeu-se que vários alunos conseguiram relacionar os produtos com suas funções ácidas ou básicas. Já em relação a função inorgânica da cal viva, a maioria não soube classificar, revelando dificuldades em aplicar o conhecimento científico a situações cotidianas. Esse desafio também foi observado durante o PlayTest do jogo, o que permitiu diagnosticar as dificuldades e intervir na SD.

O mapa de aulas também revelou que a disponibilização de um “kit de ferramentas culturais” possibilitou avaliar a construção de significados pelos alunos a partir da contextualização dos conteúdos. Desta maneira, o 3º, 4º e 6º momentos foram selecionados por representarem etapas-chave no processo de ensino e aprendizagem. O 3º momento, de PlayTest do jogo “Planeta Química”, permitiu avaliar a interação dos alunos com o jogo e identificar suas dificuldades. O 4º momento, a aula experimental com materiais alternativos, proporcionou uma experiência prática e contextualizada, em que puderam relacionar o conteúdo da prática com a do jogo. Já o 6º momento, a experiência mais profunda ao jogar novamente o jogo “Planeta Química”, possibilitou aos alunos consolidarem e aplicarem os conhecimentos adquiridos.

Mapeamento das categorias

Este mapeamento se refere aos três momentos citados acima, que foram codificados com as categorias apresentadas na metodologia (Figura 3). Vale ressaltar que as porcentagens geradas dizem respeito ao tempo de aula de cada um dos momentos: 1h:17min (3º), 1h:18min (4º) e 00h:59min (6º). Dois blocos de categorias foram utilizados (Figura 3), sendo o primeiro para demarcar os momentos em que experienciavam o jogo (3º e 6º) e o segundo para a aula com a experimentação (4º). Ao todo foram gerados 14 gráficos, que favoreceram uma visão analítica da produção de significado dos alunos, para retirar trechos importantes que foram transcritos para a microanálise.

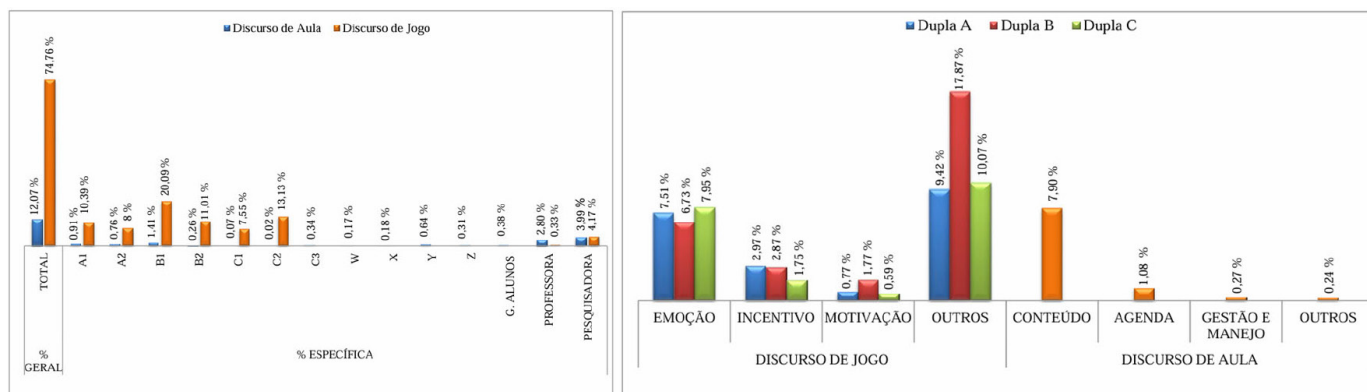


Figura 4: Gráficos dos locutores e dos discursos de Jogo e Aula do 3º momento. Fonte: autoria própria (2024).

No 3º momento (1h:17min) foram demarcados os discursos de aula (13,49%), discurso de jogo (70,04%) e o silêncio (16,47%), para uma dimensão geral das falas em um contexto específico. Como pode ser observado na Figura 4, a participação da Professora (2,80%) e da Pesquisadora (3,99%) foram maiores no discurso de aula, pois o momento correspondia as indagações sobre o conteúdo, e a retórica dos alunos aos questionamentos foi evidenciada pelas duplas A (1,67%), B (1,67%) e C (0,09%).

No discurso de jogo, a pesquisadora assumiu o controle da sala tendo uma participação de 4,17% que corresponde à comunicação com os alunos nos momentos de dúvidas. Os alunos tiveram uma maior participação, pois foi o momento de conhecimento do jogo, o que permitiu mais trocas verbais entre as duplas e seus colegas. A dupla A, apresentou alto índice de Emoção (7,51%) e Incentivo (2,97%), decorrente 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 ao seu lado. A dupla B apresentava-se mais comunicativa, porém, as trocas verbais envolviam assuntos que não estavam relacionados somente ao jogo (17,87%). Observa-se que boa parte do discurso se referia ao conteúdo científico (7,90%), demonstrando o interesse pela temática do jogo.

A dupla C apresentou uma maior porcentagem na subcategoria Emoção no jogo (7,95%), expressando euforia e raiva. Esses sentimentos são motivadores e incentivam a persistência dos alunos (0,59% e 1,75%, respectivamente) para alcançar seus objetivos no jogo. No discurso de aula, a subcategoria Conteúdo (7,90%) foi demarcada pelas subcategorias do Conceito de Contexto, com respostas rápidas (2,28%), aplicação dos conceitos cotidianos (0,61%), hipotéticos (levantamento de hipóteses para resolver o problema, 0,57%), científicos (0,49%) e em relação ao conteúdo-jogo (0,11%), em que os alunos retornavam ao jogo para buscar argumentos que sustentassem suas posições nas discussões. Isso demonstra que, no contexto sociocultural, os participantes consideravam o jogo a ferramenta mais adequada para defender seus argumentos, caracterizando um caminho para a apropriação, tendo em vista que já haviam dominado as ferramentas (Werstch, 1998).

No 4º momento, o discurso de Conteúdo teve maior destaque (42,55%), pois estava relacionado ao Conteúdo Científico discutido durante a aula experimental. É importante considerar, que neste momento, 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 base no contexto cotidiano (2,80%). Wertsch (1998) aponta que, à medida que se introduzem ferramentas ao “kit”, a qualidade das discussões se eleva, proporcionando maior direcionamento no domínio e apropriação dos conceitos.

No 6º momento, os alunos estavam mais empolgados e confiantes, devido ao contato prévio com o jogo e as experiências adquiridas. Embora a dupla A tenha tido um problema com o computador, isso não a desmotivou; ao contrário, demonstraram a maior Emoção (8,13%) e Motivação (1,86%) para vencer os desafios do jogo. A dupla B apresentou mais Hipóteses (8,56%), especialmente durante o balanceamento do ácido sulfúrico com o bicarbonato de sódio, enquanto as duplas A e C apresentaram menores percentuais hipotéticos (0,29% e 2,21%, respectivamente). É interessante que o Incentivo (4,36%) da dupla B voltou-se para ajudar as outras duplas, enquanto as duplas A (1,58%) e C (4,35%) focaram em estimular seus próprios membros a superarem obstáculos, oferecendo apoio e dicas. Os conceitos foram expressos de diferentes formas, isto porque as diversas experiências socioculturais que os alunos vivenciaram em suas vidas representam a forma como desenvolvem seus pensamentos e, portanto, como internalizam o conteúdo (Wertsch, 1991b).

Microanálise

Na microanálise foram retirados trechos significativos da construção do significado dos conceitos das Funções Inorgânicas dos três momentos, que foram transcritos e analisados. No 3º momento, buscamos relacionar o conteúdo da chuva ácida com o jogo para observarmos se os alunos conseguiam acompanhar a construção do conhecimento (Turno 25 ao 50):

(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 moléculinhas 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 saía de outro lugar.; (35) A2: Da chaminé. []; (36) B1: Daquelas chaminés.; (37) Pesq.: Das indústrias (2,5). B1 e B2 que

zeraram o jogo, o que-que a menina falou no final?; (38) B1: Que ela conseguiu resolver o problema da fazenda dos avôs dela. Né?; (39) Pesq.: Foi, mas como foi que ela resolveu? (+) o problema da plantação?; (40) Pesq.: Ela usou o que (+) pra zerar?; (41) B1: Uma arminha.; (42) 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?; (43) C3: Ah foi o::; (44) Z: O que ela pegou lá na fazenda? []; (45) Pesq.: Foi, no celeiro. O que-que ela pegou?; (46) W: O bicarbonato.; (47) Pesq.: Não.; (48) C2: Aquele negócio, o sal.; (49) B1: [[O cal, cal. Alguma coisa assim.; (50) C2: [[O cal,cal.

Ao final do questionamento, observamos 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 os avôs, em que ela explicou que a fazenda tinha sido afetada pela chuva ácida e aponta o uso da cal que estava no celeiro para solucionar o problema. É possível observar o discurso de poder e autoridade utilizado pelo aluno, quando usou a ferramenta sociocultural para

responder aos questionamentos, influenciando no discurso dos demais alunos, sendo notório nos turnos 35 e 36 e nos turnos 49 e 50, em que os alunos confirmaram a resposta. Nesse momento, identificamos que os alunos ainda apresentavam o gênero primário, isto é, conhecimentos prévios advindos de suas experiências no cotidiano, logo seriam necessárias mais discussões envolvendo o gênero da Ciência/Química para ressignificar o gênero cotidiano (primário) (Giordan, 2013).

A análise desses turnos evidencia a construção colaborativa do conhecimento, em que a interação entre os alunos e a pesquisadora, mediada pelo jogo e pelos conceitos de Química, promove a reflexão e a compreensão dos fenômenos químicos no cotidiano. A abordagem de Wertsch, que considera a influência da cultura e da linguagem na aprendizagem, destaca a importância da interação social e da mediação para a construção de significados.

No 4º momento, foi explicado o experimento I, que abordava as substâncias ácidas e básicas. Nas primeiras trocas, a pesquisadora verificou se todos os alunos conheciam os produtos disponíveis na bancada e buscou instigá-los se sabiam quais alimentos eram ácidos e básicos, também explorou a tabela de pH para que os alunos pudessem relacionar o experimento com seu cotidiano. Para isso, buscou explicar os efeitos das comidas ácidas e explicar a produção de ácido clorídrico (HCl) no estômago, relacionando com os produtos que estavam na bancada (básicos), para explicar a reação de neutralização no estômago com o Sonrisal® que é um anti-ácido. Para finalizar a explicação, foi reforçado o

No 6º momento, os alunos estavam mais empolgados e confiantes, devido ao contato prévio com o jogo e as experiências adquiridas. Embora a dupla A tenha tido um problema com o computador, isso não a desmotivou; ao contrário, demonstraram a maior Emoção (8,13%) e Motivação (1,86%) para vencer os desafios do jogo.

assunto da reação de neutralização do ácido sulfúrico com o bicarbonato de sódio, que foi realizado pelos alunos no jogo.

No Experimento II, os alunos relataram alguns fatores que contribuíram para que a flor viesse a murchar, apontando-os como: calor (A1) e temperatura (C3 e Y). Tais respostas são coerentes com o pensamento dos alunos, pois o recipiente estava fechado e a flor estava em contato com a colher que possuía enxofre. Mas, após o aluno Y especular o ambiente que a flor estava, o Grupo de Alunos (G.A.) apontou o enxofre como causador do problema. 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 nas chaminés das fábricas a cal (Turno 212 e 227), como veremos no trecho a seguir:

(134) Pesq.: Vocês acham que o enxofre que causou isso?; (135) G.A.: Sim.; (142) Pesq.: 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.: Então vocês acham que esse processo é o processo da chuva ácida?; (149) G.A.: Sim!; (186) Pesq.: Então, vocês olharam que lá na fábrica, eles estavam eliminando moléculas 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. Entenderam?; (193) 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 ou 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 SO₂, o que a gente poderia eh.: dar uma sugestão pra diminuir essa quantidade?; (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.

A partir dessa discussão, pode-se observar a contribuição do jogo na construção de significados do conteúdo científico, bem como a reflexão sobre a chuva ácida. Além disso, os alunos conseguiram compreender a importância do processo químico da neutralização na solução da problemática, presentes em outros turnos.

No 6º momento, a pesquisadora lembrou com os alunos as atividades desenvolvidas e aprendidas durante a aplicação da SD (Turno 1 ao 23) e posteriormente reforçou os efeitos da chuva ácida (Turno 24 ao 33) discutidos na aula experimental. Na discussão da lista de exercício, os alunos confirmaram que não tiveram dificuldade na primeira questão sobre os alimentos ácidos e básicos que foram vistos e discutidos no experimento I. Na questão, que dizia respeito à barragem de Mariana, percebemos que eles conseguiram ter uma visão maior sobre o problema, apresentando sugestões para a solução da problemática.

Outro ponto importante, reforçado pela pesquisadora, foi à formação do ácido sulfúrico, em que os alunos puderam compreender o processo a partir do cenário do jogo, que iniciou com a emissão das moléculas pelas chaminés das fábricas e pelos carros (SO₂) até a junção com as partículas de poeira, contribuintes na formação do Trióxido de Enxofre (SO₃), finalizando com a ligação das moléculas de água vindas da nuvem e formação da chuva ácida (H₂SO₄).

E por fim, nos turnos 137 a 172, a pesquisadora questionou os alunos sobre quais eram as funções inorgânicas e como eles as identificavam por meio das fórmulas moleculares. Eles apontaram o Oxigênio, no caso dos óxidos (nos turnos de 144 a 148), porém, não sabiam que o sal era produto do ácido e da base. Por isso, antes de finalizar a SD, a pesquisadora explicou o processo de neutralização com formação de um sal.

Analisando a SD, observou-se que, inicialmente, os alunos tinham dificuldade em citar e aplicar funções inorgânicas ao seu cotidiano, indicando conceitos superficiais devido ao pouco contato em sala de aula. As interações verbais evidenciavam um gênero discursivo do cotidiano. No entanto, com as discussões e interações, os conceitos químicos começaram a ser assimilados, aproximando-se do gênero secundário ou contexto científico (Bakhtin, 2003).

O progresso dos alunos durante o processo ocorreu de duas formas. Primeiro, com as relações sociais, especialmente a interação aluno-aluno, que, conforme Wertsch (1985), facilita a formação de conceitos inicialmente no plano social (externo) e depois no psicológico (interno). Isso foi evidenciado pelas respostas dos alunos que demonstraram internalização dos conceitos de Funções Inorgânicas por meio de intensa interação e compreensão ativa nos discursos de aula. Segundo, com os instrumentos do kit de ferramentas, como o jogo, textos, experimentos e listas de exercícios problematizadoras, que foram cruciais para a aprendizagem. Giordan (2013) argumenta que a aprendizagem é mediada por instrumentos que estabelecem a relação entre conteúdo e aprendizado. A presença desses instrumentos favoreceu as relações sociais, facilitando a significação e a formação de conceitos químicos (Wertsch, 1998).

Os instrumentos tinham um propósito interligado, com experimentos e exercícios direcionados para o jogo, o que levou os alunos a basearem seus argumentos no jogo “Planeta Química”, produzindo significados e mantendo relações de poder nos diálogos (Wertsch, 1998). O discurso de conteúdo

e os conceitos de contexto científico e hipotético cresceram à medida que novos instrumentos foram introduzidos. Os alunos conseguiram nomear, identificar e aplicar as quatro funções inorgânicas em seu cotidiano, embora sem usar termos científicos precisos, demonstrando entendimento dos conceitos por meio da resolução de problemas como a Chuva Ácida e a reação do ácido sulfúrico com o bicarbonato de sódio, além de problemáticas como o rompimento da barragem de Mariana.

O interesse dos alunos em buscar soluções para problemas ambientais propostos, como o descarte de lixo e a emissão de poluentes, contribuiu para o desenvolvimento da formação dos conceitos químicos, pois segundo Vygotsky (2005) o contato dos alunos com o problema, os leva a buscar soluções para resolvê-lo. O uso do jogo “Planeta Química” ajudou no domínio do conteúdo, com os alunos aplicando informações do jogo nas discussões e na aula experimental. No entanto, a apropriação completa dos conceitos é um processo mais longo e complexo e exigiria a aplicação em contextos diferentes dos apresentados na sequência didática. Por fim, este trabalho é relevante para o Ensino de Ciências, alinhando-se a pesquisas anteriores de Costa (2016), Silva e Mortimer (2010) e Trazzi e Oliveira (2016), fundamentadas na Teoria da Ação Mediada de James Wertsch, que destacam a produção de significados dos conceitos químicos por meio do diálogo e interação social em sala de aula.

Considerações finais

Os resultados indicam que os alunos alcançaram um *domínio* satisfatório dos conceitos de funções inorgânicas, demonstrando habilidade em utilizar as ferramentas culturais oferecidas para resolver problemáticas relacionadas a esse conteúdo. A utilização do jogo “Planeta Química” desempenhou um papel fundamental ao facilitar a compreensão das

funções inorgânicas, permitindo que os alunos aplicassem os conceitos em contextos práticos e ambientais, como a poluição, chuva ácida e reações de neutralização. No entanto, o *domínio* implica o uso habilidoso de uma ferramenta para o propósito designado, e não necessariamente a internalização completa do conhecimento. Esse processo foi observado quando os alunos aplicaram o conteúdo no jogo e nas atividades experimentais, o que indica que, embora tenham dominado as ferramentas, pode haver resistência em internalizá-las por completo.

No que se refere à *apropriação*, que envolve a internalização e a capacidade de utilizar o conhecimento em diferentes contextos sem distinção, os dados sugerem que os alunos ainda estão em processo de atingir esse nível. A apropriação exige uma adaptação mais profunda do conteúdo, permitindo que o aluno o incorpore de forma espontânea e contextualizada, o que não foi completamente verificado neste estudo. Embora os alunos tenham demonstrado progresso significativo, não foi possível afirmar que todos ultrapassaram o simples domínio para alcançar a apropriação completa dos conceitos de funções inorgânicas. O jogo, juntamente as outras ferramentas, entretanto, foi eficaz ao criar condições que favoreceram esse processo, especialmente ao conectar o conteúdo científico a situações práticas e cotidianas.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão pelo apoio, por meio do processo UNIVERSAL-06789/22.

Rayane Kelly Pereira Ribeiro Aguiar (rayane.kelly.ribeiro@gmail.com) é mestre em Ensino de Ciências e Matemática. Atualmente é professora no colégio SESI São Luís Anexo. **Hawbert Rocha Costa** (hawbertt.costa@ufma.br) é doutor em Educação para Ciência. Atualmente é professor da Universidade Federal do Maranhão-UFMA, Centro de Ciências de Bacabal, Bacabal-MA.

Referências

- BAKHTIN, M. M. *Estética da criação verbal*. São Paulo: Martins Fontes, 2003.
- BOUZON, J. D.; BRANDÃO, J. B.; SANTOS, T. C. D. e CHRISPINO, A. O Ensino de Química no Ensino CTS Brasileiro: Uma Revisão Bibliográfica de Publicações em Periódicos. *Química Nova na Escola*, v. 40, n. 3, p. 214-225, 2018.
- COSTA, H. *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 de Doutorado em Educação para Ciência, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2016.

GIORDAN, M. *Computadores e linguagens nas aulas de Ciências*. Ijuí: Unijuí, 2013.

LEITE, B. S. Tecnologias digitais e metodologias ativas no ensino de química: análise das publicações por meio do corpus latente na internet. *Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática*, v. 1, e. 020003, p. 1-19, 2020.

MARCUSCHI, L. A. *Análise da conversação*. São Paulo: Ática, 1986.

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

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

- MATTAR, J. e RAMOS, D. K. *Metodologia da Pesquisa em Educação*: abordagens qualitativas, quantitativas e mistas. São Paulo: Edições 70, 2021.
- MELO, M. R. e LIMA NETO, E. G. Dificuldades de ensino e aprendizagem dos modelos atômicos em Química. *Química Nova na Escola*, v. 35, n. 2, p. 112-122, 2013.
- MENESES, F. M. G. e NUÑEZ, I. B. Erros e dificuldades de aprendizagem de estudantes do ensino médio na interpretação da reação química como um sistema complexo. *Ciência & Educação*, v. 24, n. 1, p. 175-190, 2018.
- MORTIMER, E. F.; MASSICAME, T.; TIBERGHEN, A. e BUTY, C. 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. V ENPEC, *Anais*, 2005.
- MORTIMER, E. F. e SCOTT, P. H. *Meaning making in secondary science classrooms*. Buckingham: Open University Press, 2003.
- PEREIRA, A. P. e OSTERMANN, F. A aproximação sociocultural à mente, de James V. Wertsch, e implicações para a educação em ciências. *Ciência & Educação*, v. 18, n. 1, p. 23-39, 2012.
- REIS, T. R.; RIBEIRO, R. K. P. e COSTA, H. R. O Equilíbrio entre Design de Games e o Design Instrucional no Desenvolvimento de um Game Pedagógico. *Revista Debates em Ensino de Química*, v. 6, n. 1, p. 282-306, 2020.
- SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, v. 1, n. 26, p. 1-12, 2007.
- SILVA, A. A.; SANTOS, L. M.; SILVA, P. R. A.; OLIVEIRA, L. S.; FALCÃO, N. K. S. M.; FERREIRA, J. M. e GOMES, H. QuimKids – Despertando o interesse de Ciências Química e formando cidadãos. *Revista Brasileira de Ensino de Química*, v. 11, n. 6, p. 60-67, 2016.
- SILVA, A. C. e 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.
- SILVA, A. L. P. e COSTA, H. R. Contextualização e experimentação na revista química nova na escola: uma análise de 2009-2016. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 12, n. 2, 2019.
- TRAZZI, P. S. e 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.
- VIGOTSKI, L. S. *A construção do pensamento e da linguagem*. Tradução Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2001.
- VYGOTSKY, L. S. *Pensamento e linguagem*. 3ª ed. São Paulo: Editora Martins Fontes, 2005.
- WERTSCH, J. V. From social interaction to higher psychological processes: a clarification and application of Vygotsky's theory. *Human Development*, v. 22, n.1, p. 1-22, 1979.
- WERTSCH, J. V. *Mind as action*. New York: Oxford University Press, 1998.
- 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, 1991a.
- 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.

Abstract: *The Use of the Game "Planeta Química" for Learning Concepts: An Approach Based on the Theory of Mediated Action in the Production of Meanings.* A Chemistry education that promotes scientific content related to students' daily lives is necessary to foster critical thinking and active participation. Therefore, we used the game Planeta Química as the main cultural tool, aiming to analyze the levels of mastery and appropriation of chemical concepts based on the relationships established during the application of a Didactic Sequence (DS). The subjects of the research were second-year high school students from a public school in São Luís, Maranhão. The game, from a CTS perspective, places students in everyday situations that require chemical knowledge. Wertsch's Theory of Mediated Action served as the theoretical framework. The results indicated that the DS contributed to the construction of meaning, fostering interactions and understanding of the content, demonstrating mastery and nearing the appropriation of chemical concepts. We conclude that the game is a powerful tool for enhancing learning, significantly contributing to Chemistry education.

Keywords: chemistry education, inorganic functions, digital games