

JOGO THERMO10 COMO RECURSO DIDÁTICO DIGITAL PARA O ENSINO DE TERMOQUÍMICA

THERMO10 GAME AS A DIGITAL DIDACTIC RESOURCE FOR THERMOCHEMISTRY TEACHING

Afonso Feitosa Reis Filho¹ [afonsoreis.stem@gmail.com]

Bruno Silva Leite² [brunoleite@ufrpe.br]

Marcelo Brito Carneiro Leão² [marecelo.leao@ufrpe.br]

1 - Escola Técnica Estadual Miguel Batista

2 - Universidade Federal Rural de Pernambuco

RESUMO

Os jogos digitais fazem parte do modelo digital que rege e compõe o mundo tecnológico atual e na educação são reconhecidos como viabilizadores dos processos de ensino e aprendizagem. Jogos digitais estão presentes no cotidiano de muitos estudantes e professores. Este artigo apresenta as percepções de professores e futuros professores (licenciandos) de Química em relação a um jogo digital envolvendo conceitos da termoquímica, através de uma pesquisa qualitativa realizada em quatro etapas (elaboração do jogo, aplicação do jogo, do questionário e análise das respostas). As percepções dos professores e dos licenciandos revelam que eles consideram que o jogo digital Thermo10 representa, potencialmente, um recurso didático digital que pode contribuir para a construção do conhecimento dos conteúdos envolvidos na termoquímica. Além disso, o jogo possibilita momentos de interação entre os sujeitos (estudante-estudante e estudantes-professor), entre os sujeitos e o conteúdo a ser apreendido, auxiliando no processo de ensino e aprendizagem, uma vez que o jogo produzido se mostrou importante tanto em ensinar os conceitos da termoquímica quanto para aproximar e contextualizar estes conteúdos ao dia a dia dos estudantes.

PALAVRAS-CHAVE: Jogo digital; Termoquímica; Tecnologias digitais.

ABSTRACT

Digital games are part of the digital model that governs and composes the current technological world and in education they are recognized as enablers of the teaching and learning processes. Digital games are present in the daily lives of many students and teachers. This article presents the perceptions of teachers and future professors (undergraduate students) of Chemistry in relation to a digital game involving concepts of thermochemistry, through a qualitative research carried out in four stages (preparation of the game, application of the game, questionnaire and analysis of responses). The perceptions of teachers and undergraduate students reveal that they consider that the Thermo10 digital game potentially represents a digital didactic resource that can contribute to the construction of knowledge about the contents involved in thermochemistry. In addition, the game allows moments of interaction between the subjects (student-student and student-teacher), between the subjects and the content to be learned, helping in the teaching and learning process, once since the

game produced proved to be important as in teaching the concepts of thermochemistry as in bringing these contents closer to the students' daily lives.

KEYWORDS: *Digital game; Thermochemistry; Digital technologies.*

ENSINO DE TERMOQUÍMICA

A termodinâmica (que estuda a energia e suas transformações) teve seu início durante a Revolução Industrial (BROWN et al., 2005) e é extremamente importante em todas as áreas da Ciência por contribuir para o desenvolvimento da sociedade moderna. No ensino de Química, o estudo das transformações de energia, especialmente calor, durante as reações químicas é denominado de termoquímica.

Os conceitos de calor e temperatura, tidos como abstratos, são fundamentais para que o estudante compreenda de modo significativo os processos termoquímicos endotérmicos e exotérmicos. Esses conceitos são de grande relevância, uma vez que têm dimensão interdisciplinar, sendo vistos nas ciências exatas, biológicas e engenharias, além de estarem presentes no dia a dia dos estudantes. O Calor diz respeito à transferência de energia como resultado de uma diferença de temperatura entre o sistema e suas vizinhanças, ou seja, é a transferência de energia térmica entre corpos de temperaturas diferente. Calor pode ser a troca de energia entre sistemas, acompanhada de variação de temperatura. Por exemplo, na combustão há variação de energia térmica, pois há liberação de calor.

O conceito de calor é um tema recorrente nas pesquisas em ensino de Química sendo abordado em diversos artigos (MORTIMER e AMARAL, 1998; DINIZ JUNIOR et al., 2015; SILVA et al., 2019) que enfatizam a importância de discussões sobre esta temática no processo de ensino e aprendizagem da Química. Já temperatura indica a direção do fluxo de energia térmica ou, do ponto de vista microscópico, o grau de agitação térmica (velocidades de translação, vibração e rotação) das partículas (átomos, moléculas ou íons) que constituem o corpo (ATKINS e JONES, 2013).

O termo energia vem do grego *enérgeia*, que significa "força em ação". Entretanto, não há apenas uma definição para o conceito físico de energia. Aqui consideramos que energia é a propriedade de um corpo, substância ou sistema de realizar trabalho, ou seja, é o que permite a um sistema transformar-se ou movimentar-se. Sabe-se que as reações químicas podem ser acompanhadas de liberação ou absorção de energia, normalmente ocorrida na forma de calor. Quando há liberação de calor, denomina-se que a reação é exotérmica, quando a reação absorve calor, chamamos de endotérmica.

Infelizmente há estudantes que apresentam dificuldades em entender estes conceitos relacionados à termoquímica que são de fundamental importância para o desenvolvimento do educando na compreensão desse conteúdo (SOARES e CAVALHEIRO, 2006; OLIVEIRA e MARQUES, 2019). Nesse sentido, pensar em propostas que ofereçam condições aos estudantes para tomar consciência e saber diferenciar tais conceitos poderá contribuir para a construção de seu conhecimento. No ensino de Química, Soares e Cavalheiro (2006) apresentaram uma proposta a partir de um jogo de tabuleiro para discutir conceitos de termoquímica. Considerando que as tecnologias digitais têm contribuído para as práticas pedagógicas, apresentamos neste artigo um jogo digital que envolve os conceitos de termoquímica, de forma a auxiliar no processo de ensino e aprendizagem da Química.

TECNOLOGIAS E JOGOS DIGITAIS NO ENSINO DE QUÍMICA

Dentre várias estratégias de ensino e aprendizagem a incorporação das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) nas escolas representa um dos grandes desafios de inovação pedagógica e tecnológica enfrentados pelos sistemas educacionais do país. A sua

integração ao cotidiano educacional nos parece proveitosa para ensinar e aprender Química e poderá contribuir no processo de construção do conhecimento, desde que as escolas e/ou universidades acompanhem as diversas transformações sociais. Para Pauletti e Ramos (2017, p. 180), compete ao ambiente educacional e aos professores acolherem as TDIC para “auxiliar o aprendizado dos estudantes e para incrementar as práticas educativas”, levando em consideração o perfil de seus estudantes, que nasceram em um mundo altamente tecnológico, rico em possibilidades de comunicação e interação.

O uso das tecnologias digitais para o desenvolvimento dos pilares da educação tem mostrado uma nova construção simbólica da cultura diante do uso de instrumentos atuais, de modo a impactar a constituição subjetiva de como os residentes digitais aprendem (COSTA et al., 2015; LEITE, 2015). As tecnologias devem ser empregadas para enriquecer o ambiente educacional, pois têm potencial para contribuir na melhoria da qualidade da educação e proporcionar modos de aprendizagem mais participativos.

As TDIC trouxeram grandes mudanças para a educação, causando uma expansão e uma diversificação das formas de aprendizagem (formal, não formal, informal). Para Coll et al. (2010) o processo de incorporação das TDIC no currículo escolar deve ocorrer de maneira crescente, sendo que sua inclusão deve ter como uma das finalidades tornar mais eficientes e produtivos os processos de ensino e aprendizagem, bem como mediar os processos envolvidos. Nesse sentido, os jogos digitais/eletrônicos podem ser uma opção para esta mediação. Os jogos digitais estão presentes em boa parte da vida das pessoas, se constituindo como elemento eficaz e atrativo para estes.

Considerando o crescente uso dos jogos digitais nos ambientes educacionais e o quanto eles envolvem os estudantes por causa de seus conteúdos gráficos, níveis de desafios etc., debater sobre como estes recursos podem contribuir para os processos de ensino e aprendizagem se mostra pertinente. Os jogos educacionais digitais podem ser utilizados para promover o engajamento dos estudantes em sala de aula, mas para isso devem apresentar objetivos de aprendizagem bem definidos e ensinar determinados conteúdos aos estudantes. Segundo Prensky (2006), os jogos educacionais digitais devem trazer conhecimento curricular de forma a desafiar e engajar o estudante.

Os jogos educacionais, digitais ou não, também chamados de jogos sérios (*serious games*), são especificamente projetados para ensinar as pessoas acerca de um determinado assunto, expandir conceitos, reforçar o desenvolvimento, ou auxiliá-las exercitando uma habilidade ou buscando uma mudança de postura enquanto jogam, ou seja, apresentam a aprendizagem como objetivo (ALVAREZ e DJAOUTI, 2011; BUCHINGER e HOUNSELL, 2013; BATTISTELLA et al., 2014; ROCHA et al, 2015). Não há um consenso sobre uma única definição de jogo digital, Alves e Silva (2020) apresentam uma revisão sobre as definições e fundamentos e aplicações dos jogos digitais que podem ser observadas na literatura. Para Tomceac e Almeida (2020, p. 15), os jogos educacionais digitais são aqueles criados com “propósito educacional ou de difusão de conhecimento que, após análise de educadores, possam e mereçam ser inseridos em contexto escolar e/ou curricular”. Já Cleophas et al. (2018), classificam como jogo educativo formalizado (JEF) os jogos que apresentam uma intencionalidade pedagógica. O JEF é o jogo que “está sendo aplicado para atender uma finalidade que vise à aquisição de conhecimentos específicos sobre determinados conteúdos existentes em dado currículo” (CLEOPHAS et al., 2018, p. 39). Assim, o JEF “é aquele jogo utilizado para ensinar conceitos em ambientes formais de ensino, ou seja, o jogo utilizado em sala de aula propriamente dito” (LEITE e SOARES, 2020, p. 228).

Considerando os aspectos educacionais, os jogos digitais são capazes de promover certas habilidades nos sujeitos que os utilizam, promovendo melhorias nos processos de leitura e argumentação; alimentando saberes específicos, e estimulando o desenvolvimento de habilidades cognitivas. O desenvolvimento e a utilização de um jogo digital no processo de ensino e aprendizagem de conceitos químicos é uma estratégia utilizada para envolver o maior

número possível de educandos no processo de construção de seus conhecimentos em relação aos conceitos propostos. Segundo Soares e Cavalheiro (2006, p. 30) o “jogo incentiva a participação do aluno, considerando-se o aluno como construtor do próprio conhecimento e valorizando a interação do aprendiz com seus colegas e com o próprio professor”. Todavia, não é a simples incorporação de um jogo digital que os problemas de aprendizagem serão resolvidos, cabe “aos professores entenderem que a aprendizagem se dará com sucessivas aproximações do conteúdo científico” (MESSEDER NETO, 2016, p. 122) e, a cada nova aproximação, novos elementos devem ser adicionados visando sempre chegar à aprendizagem que, de fato, promoverá o desenvolvimento do educando.

O uso de Jogos Digitais pode, além de aumentar a motivação e despertar a curiosidade do estudante, estimular a reflexão e o raciocínio, auxiliar na elucidação dos conteúdos lecionados em sala de aula, além de aproximá-los da realidade dos estudantes. Assim, pensar o uso dos jogos digitais no ensino de Química requer a proposição de estratégias que contribuirão para a construção do conhecimento dos estudantes. Para Messeder Neto (2016) o professor deve também fornecer uma síntese do conteúdo que ele está trabalhando ao longo ou ao final do jogo, retomando aspectos que considera essenciais para o entendimento do(s) conceito(s) em discussão. Essa interlocução do professor no jogo é importante em se tratando das aprendizagens de conceitos químicos considerando que o “conteúdo científico precisa ocupar um lugar central na ação de jogar, e isso é essencial para que o estudante entenda que a diversão é o caminho (não o fim) para o desenvolvimento da atividade de aprendizagem” (MESSEDER NETO, 2016, p. 177). Desse modo, consideramos que nas aulas de Química o jogo digital deve ser utilizado de forma que ajude o estudante a se apropriar do conhecimento químico e não apenas como um entretenimento.

A utilização de um jogo digital para ensinar conceitos químicos, em especial da termoquímica, pode se configurar como uma estratégia proeminente entre os estudantes, de modo a contribuir para a construção do conhecimento destes. Nesse sentido, esta pesquisa tem como objetivo analisar as percepções de licenciandos em Química e professores de Química sobre a utilização de um jogo digital, denominado Thermo10, envolvendo conceitos presentes na Termoquímica. Destaca-se que o Thermo10 (Figura 1) foi inspirado no Ludo (uma versão ocidental popular do jogo hindu *Pachis*), sendo o produto educacional desenvolvido no âmbito do mestrado profissional em Química em rede nacional (PROFQUI). Ressalta-se que a criação de um jogo digital não é uma tarefa simples, pois exige uma equipe multidisciplinar, que desempenhe distintas ações, tais como o *design*, programar, projetar, revisar, criar conteúdo, dentre outros. Em alguns casos, dependendo do tipo de programação e do tipo de *software* a ser utilizado, por exemplo, o *MIT app inventor*, *Scratch* e *Construct 3*, é possível ao professor construir seu próprio jogo digital sem a necessidade de maiores conhecimentos em programação (SANTOS e LEITE, 2019).

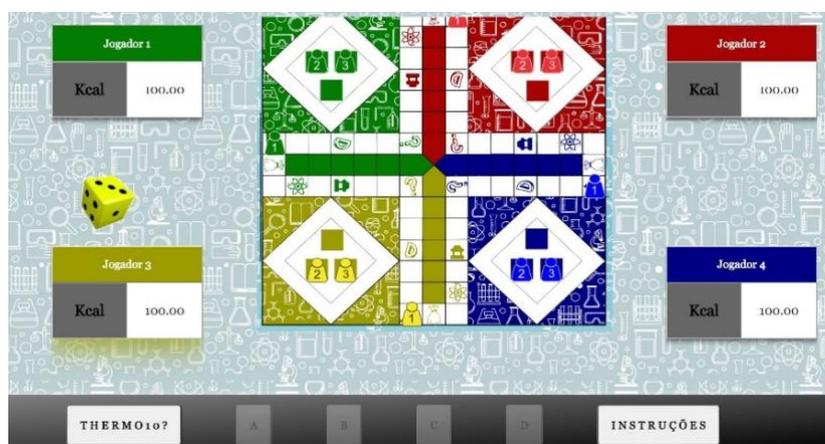


Figura 1: Tela inicial do jogo digital Thermo10. Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

O Jogo Thermo10 está disponível para professores e estudantes, com opções para jogar on-line (versão *webtop*)¹, off-line (versão *desktop* para *download*)² e jogar pelo *smartphones* e *tablets* (versão *android*)³.

CAMINHOS METODOLÓGICOS

A pesquisa, de natureza qualitativa (LÜDKE; ANDRÉ, 2012), abrange uma abordagem descritiva e interpretativa das interações dos sujeitos no espaço de formação investigado, na qual o ambiente natural constitui uma fonte direta de dados. Segundo Lüdke e André (2012, p. 13) “a pesquisa qualitativa envolve a obtenção de dados descritivos, obtidos no contato direto do pesquisador com a situação estudada, enfatiza mais o processo do que o produto e se preocupa em retratar a perspectiva dos participantes”.

As trajetórias seguidas para esta pesquisa, na qual foi realizada em quatro etapas, são descritas a seguir:

Primeira etapa: elaboração do jogo Thermo10. O jogo foi elaborado utilizando as linguagens HTML 5.0; JAVA SCRIPT e CANVAS. A parte gráfica foi desenvolvida no programa CorelDRAW® de 2018;

Segunda etapa: utilização do jogo Thermo10 com licenciandos em Química e professores de Química da rede pública de ensino. No caso dos licenciandos, estes jogaram Thermo10 utilizando os computadores do laboratório de informática da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Em relação aos professores, a aplicação do jogo Thermo10 ocorreu durante a formação continuada promovida pela Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco. Estes professores utilizaram os *tablets* disponibilizados pelo Governo do Estado, os quais têm acesso em suas unidades escolares. Como unidade de análise da pesquisa participaram: 32 graduandos do curso de Licenciatura em Química da UFRPE, matriculados em 2019.2 nas disciplinas de Informática, Química e Educação (18 estudantes) e Instrumentação para o Ensino de Química (14 estudantes); 10 professores de Química com atuação no Ensino Médio, pertencentes à rede pública de ensino (que participavam da formação continuada ocorrida em setembro de 2019). De modo a não identificar os sujeitos utilizamos como identificadores genéricos G01 a G32 para os estudantes da graduação e P01 a P10 para os professores;

Terceira etapa: aplicação do questionário investigativo. O questionário aplicado aos estudantes continha 38 questões e o aplicado aos professores apresentava 46 questões. A Tabela 1 apresenta a descrição das questões por cada setor. O questionário tinha como objetivo analisar as percepções dos participantes quanto a utilização do jogo Thermo10 como um Recurso Didático Digital (RDD) para o ensino de termoquímica. Após utilizarem o jogo foi solicitado aos dois grupos (licenciandos e professores) que respondessem ao questionário com questões de múltipla escolha e dissertativas distribuídas em seis setores (blocos de perguntas). O primeiro setor se refere aos dados pessoais e gerais dos participantes. No setor II, as perguntas do questionário foram baseadas na ferramenta QUIS que tem como “finalidade estimar a satisfação subjetiva dos usuários focando aspectos específicos da interface humano-computador” (FILARDI e TRAINA, 2008, p. 179). Nos setores III, IV e V utilizamos a escala Likert (1932) para colhermos as opiniões dos participantes possibilitando que estes apresentem respostas de acordo com o seu grau de concordância. Estes setores são responsáveis pelas impressões dos jogadores em relação a aplicabilidade, adequação, ou seja, análise geral dos conteúdos propostos no jogo Thermo10. O último setor (Setor VI) apresenta

¹ Disponível em: <https://bit.ly/thermo10web>

² Disponível em: <https://bit.ly/baixarthermo10>

³ Disponível em: <http://bit.ly/thermo10play>

questões abertas com o intuito de coletar informações sobre o jogo e sua usabilidade no ensino de Química;

Tabela 1: Descrição dos questionários⁴

Setores	Descrição
Setor I (Questões Gerais)	É neste setor que aparece a diferença entre o questionário direcionado aos Graduandos do curso de licenciatura em Química de uma universidade pública federal, apresentando cinco questões (4 fechadas e 1 aberta); o questionário direcionado aos professores de Química de escolas públicas com atuação no Ensino Médio, apresentando treze questões (10 fechadas e 3 abertas). Os demais setores possuem as mesmas questões nos dois questionários.
Setor II (Interface usuário/computador)	Este setor apresenta quinze perguntas de múltipla escolha investigando em relação à facilidade de uso, satisfação, aprendizado e adequação da estrutura do jogo Thermo10, do projeto gráfico aos objetivos didático-pedagógicos. A análise dos dados foi realizada utilizando como referencial o Grau de Concordância da Escala (GCE).
Setor III	Constando de três perguntas na escala <i>Likert</i> , este setor busca informações sobre a percepção dos usuários sobre a adequação do jogo em relação às diretrizes e às normas oficiais relativas ao ensino médio.
Setor IV	Apresenta quatro questões referentes à coerência e adequação da abordagem teórico-metodológica do jogo pelo usuário em relação à abordagem do conhecimento químico escolar destinado ao Ensino Médio.
Setor V	Este setor contém cinco perguntas que investiga a adequação do jogo em termos de conteúdo, atualização de conceitos, informações e procedimentos.
Setor VI (Sugestões)	É composto por seis perguntas abertas que tangenciam desde a percepção geral do usuário sobre o jogo e sugestões de melhorias.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quarta etapa: análise dos dados obtidos nos questionários. A análise do questionário se fez a partir do grau de adequação das respostas ao esperado dos usuários do jogo Thermo10. As respostas dos questionários, quando subjetivas, foram apresentadas conforme escrito pelos estudantes/professores, preservando-se erros de redação de texto, dentre outros similares. Consideramos analisar as respostas dos questionários a partir das "concepções e opiniões dos participantes" seguindo os pressupostos descritos por Creswell (2010, p. 214).

Os resultados são descritos na próxima seção, na qual apresentamos primeiramente as percepções dos estudantes quanto ao jogo Thermo10 como um RDD para o ensino da termoquímica e posteriormente as percepções dos professores descrevendo as respostas conforme os seis setores dos questionários. Consideramos que as respostas obtidas no questionário foram suficientes e satisfizeram o número necessário para nossa coleta, e posteriores conclusões. Entendemos que o jogo pode ser utilizado antes, durante e depois das discussões referentes aos conteúdos da termoquímica. Contudo, sugere-se a aplicação do Thermo10, antes da exploração do conceito, para que haja um melhor aproveitamento didático, possibilitando a construção do conceito no decorrer do jogo.

⁴ Disponível em Reis Filho (2020), no Apêndice A (Questionário dos Graduandos) e Apêndice B (Questionário dos Professores).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Thermo10 na percepção dos estudantes

Os dados apresentados nesta seção descrevem as percepções dos estudantes de química que fizeram uso do jogo digital Thermo10 sendo estes formados por 20 pessoas do sexo feminino (62,5%) e 12 do masculino (37,5%) em que 96,9% encontram-se entre 18 a 25 anos e 3,1% entre 26 a 35 anos. Destes participantes, cerca de 60% não possuem hábito de jogar, contudo 81,3% já pensaram em utilizar algum tipo de jogo em sala de aula como um recurso pedagógico. Os dados apontam que mesmo não tendo o hábito de jogar os estudantes apresentam uma predisposição em aplicar jogos de caráter educativo em sala de aula. Essa predisposição deve ser aproveitada e incentivada nos cursos de formação de professores, para que estes estudantes possam fazer uso dos jogos digitais com intencionalidade pedagógica em sua futura prática docente. Os jogos digitais sugerem novas alternativas de exploração que podem promover maior interação e engajamento dos estudantes. Os dados revelam que 15,6% dos estudantes afirmaram que não sabiam se conseguiriam utilizar um jogo em sala de aula. Este dado reforça a necessidade de discussões teóricas-metodológicas nos cursos de formação de Química, de modo a possibilitarem que os licenciandos possam se sentir motivados ou incentivados para utilizarem os jogos no processo de ensino e aprendizagem. A utilização de jogos, digitais ou analógicos, em sala de aula pode contribuir para a construção do conhecimento químico (SOARES e CAVALHEIRO, 2006; ZANON et al., 2008; LEITE, 2017).

Em relação ao Setor II do questionário analisamos os dados tomando como referência o Grau de Concordância da Escala (GCE) no QUIS de cinco itens, que varia de 1 (grau mais baixo) a 5 (grau mais alto), sendo calculado através de média ponderada, em que os pesos são o número de pessoas que escolheu cada item. Analisando as respostas, em que o índice de satisfação do usuário foi acima de 4, podemos dizer que a impressão geral (Tabela 2) dos estudantes em relação a atividade que participaram utilizando Thermo10 foi muito satisfatória, motivadora, adequada e muito fácil jogar, estas respostas aparecem nos discursos dos jogadores. Para G17 "É um jogo fácil de jogar, e por ser jogado com os amigos se torna mais empolgante" e para G19 "Gostei bastante do jogo, pois o mesmo além de ser divertido também estará contribuindo com a aprendizagem dos alunos de maneira divertida".

Tabela 2: GCE dos estudantes referentes à satisfação, motivação e entusiasmo.

		1	2	3	4	5		
Como você se sentiu em relação à atividade que acabou de participar?	Insatisfeito	4,3					Satisfeito	
	Desmotivado	4,5					Motivado	
	Angustiado	4,4					Entusiasmado	

Fonte: Elaborado pelos autores.

As perguntas relacionadas à jogabilidade do Thermo10 apresentam GCE médio de 4,2 (em que 5 equivale a uma concordância total), inferindo um grau de concordância positivo ou significativo sobre o jogo digital. Já as questões referentes às instruções/regras para aprender a usar o Thermo10 possuem GCE médio de aproximadamente 4,1 e as que buscam verificar o projeto gráfico e os objetivos didático-pedagógicos apresentam GCE médio de 4,3 (Tabela 3). Esses dados, de modo geral, caracterizam que o Thermo10 possui uma avaliação de interface computador-usuário extremamente positiva/significativa, sendo também evidenciado nas falas dos estudantes, por exemplo: "[o jogo é] Muito bom, deveria ser utilizado em todas as salas de ensino médio" (G22), "Jogo dinâmico que permite a interação no processo educacional" (G23) e "Desenvolve uma boa proposta em conjunto com um bom tema" (G25). Os aspectos da interatividade e dinamicidade do jogo são perceptíveis nestas falas, o que

podemos considerar como sendo um resultado significativo, uma vez que possibilita aos jogadores interagirem enquanto aprendem.

Tabela 3: GCE dos estudantes referentes ao projeto gráfico aos objetivos didático-pedagógicos.

		1	2	3	4	5		
Ao término do jogo como você se sentiu?	Insatisfeito						4,1	Satisfeito
A proposta pedagógica deste trabalho é clara.	Discordo plenamente						4,4	Concordo plenamente
O jogo apresenta os recursos (desenhos, figuras, letras, etc.) adequados para o nível de escolaridade dos jogadores.	Discordo plenamente						4,3	Concordo plenamente

Fonte: Elaborado pelos autores.

Em relação aos Setores III, IV, V e VI apresentamos uma visão geral das respostas, priorizando aquelas que consideramos relevantes para explicitar as percepções dos estudantes sobre o jogo. Quando questionados se "O jogo favorece a compreensão dos fundamentos científicos e tecnológicos dos processos termoquímicos, relacionando teoria com a prática no ensino de Química" obtivemos que 50% dos estudantes concordam completamente que o jogo favorece e 37,5% concordam parcialmente, o que reflete em 87,5% dos participantes indicarem que o Thermo10 contribui para a compreensão dos conceitos relacionados com a termoquímica. Alguns comentários foram: "muito bom porque favorece o entendimento dos assuntos relacionados a termodinâmica química" (G04), "muito bom, deveria ser utilizado em todas as salas de ensino médio" (G07) e "passa claramente o conteúdo em que o mesmo é voltado, além de ser motivador e muito didático" (G16). Ao fazermos uso do jogo do tipo ludo em uma plataforma digital (Thermo10) para discutir os conceitos termoquímicos, observamos que essa estratégia proporcionou experiências positivas na construção do conhecimento relativo ao ensino da termodinâmica. Corroborando com nossos resultados, uma outra experiência foi relatada por Soares e Cavalheiro (2006) em que aplicaram um jogo ludo (análogo) para o ensino da termoquímica e perceberam que a utilização de atividades lúdicas em sala de aula, auxiliam na aprendizagem dos estudantes.

Ao analisarem se os conceitos químicos no jogo são apresentados de forma correta e atualizada, 90,6% dos estudantes indicaram que sim. Segundo G29 "aborda o conteúdo em que o mesmo é voltado, além de ser motivador e muito didático" e G02 afirma que "o Jogo é muito interessante, e através dele pode-se aprender sobre reações químicas, lei de Hess e termodinâmica com as dicas e as questões que aparecem durante o jogo". E complementa que "esse jogo foi muito bem elaborado, e por se tratar de uma competição entre os jogadores, nos estimulou a continuar jogando, de forma que nem vimos o tempo passar" (G02). Esses dados nos levam a acreditar que o *software* procura apresentar de forma correta e atualizada os conceitos relacionados à termoquímica, o que pode ser percebido também na fala dos estudantes.

Boa parte dos estudantes indicaram nas respostas do questionário que não excluiriam nada do jogo (78,1%). Dos estudantes que afirmaram que excluiriam algo do jogo (21,8%), mencionaram o tamanho das perguntas. Para G32 "algumas questões são do ENEM e apresentam textos longos, se tirar deixaria as questões mais fáceis de ler". Em termos de configurações, um dos participantes informou que eliminaria, na versão completa, um peão (são três, ficariam apenas dois). Analisando estas sugestões, entendemos que a versão rápida pode ser utilizada para que o jogo não se prolongue e a remoção das questões do ENEM poderia resultar na perda das questões que apresentam contextualizações pertinentes sobre a temática. Podemos inferir que o jogo Thermo10 se apresenta como um recurso didático digital que possui uma boa finalização em relação ao desenvolvimento dos conceitos

propostos. Tal percepção é relatada em algumas falas dos estudantes: "É um jogo bem dinâmico, onde pode-se obter conhecimento científico e aliar isso a um momento de descontração durante a disputa" (G11), "O jogo apresenta um estímulo ao aluno, além de chamar a atenção de forma simples e de fácil aprendizagem" (G15), "Desenvolve uma boa proposta em conjunto com um bom tema" (G25) e "Motivador, interativo etc." (G29).

Por fim, um detalhe nas respostas dos estudantes nos chamou a atenção, cerca de 60% destes não leram as instruções/regras do jogo, simplesmente começaram a jogar. Para G13 "Ninguém ler instruções de como jogar, a gente apenas joga e vai usando a lógica visual para aprender os comandos" e "o legal de jogar é aprender os comandos sem ter que seguir instruções já programadas, descobrir como funciona por conta própria é mais interessante" (G03). Ressalta-se que dentro de uma proposta didática fazendo uso do jogo é necessário que os jogadores leiam e conheçam as regras do jogo, pois contribuirá para o melhor desenvolvimento da atividade. Assim, consideramos importante que o professor oriente e alerte seus estudantes a lerem as regras do jogo, antes de utilizá-lo em uma atividade pedagógica.

Thermo10 na percepção dos professores

A aplicação do jogo com os professores foi realizada durante o processo de formação continuada e contou com uma breve apresentação sobre o seu objetivo e que a participação seria voluntária. Participaram da aplicação do jogo um grupo formado por 10 docentes de Química (6 professores e 4 professoras) pertencentes à Rede Pública Estadual, em que apenas um tinha um ano de experiência em sala de aula, os demais apresentavam mais de 8 anos de experiência como docente de Química. Em relação à formação destes, além de licenciados, 4 docentes possuem especialização, 2 mestrados, 2 não possuem nenhum tipo de pós-graduação e 2 são doutores (entre os quais um fez pós-doc).

Quando questionados com que frequência jogam semanalmente, metade dos professores afirmaram que possuem o hábito de jogar. Alguns comentários foram: "costumo jogar cerca de dez horas por semana" (P2) e "tenho jogado desde minha juventude, sempre que posso jogo" (P9). Os professores que responderam não terem hábito de jogar se limitaram a resposta, sem apresentar justificativas. Ao serem questionados se já pensaram em utilizar algum jogo em sala de aula, seis professores afirmaram que sim, dois que não, e dois que não sabiam se conseguiriam utilizar. Estes dois que responderam: "não saber se conseguiriam utilizar" reforçam a importância de uma formação inicial que prepare o professor para utilizar os diferentes recursos didáticos, quer sejam baseados nas tecnologias digitais ou não. É necessário que na formação dos professores de Química discussões teóricas/metodológicas sobre o uso dos jogos (digitais ou não) em sala de aula sejam comuns, destacando as possibilidades de criação e/ou utilização por professores para a construção do conhecimento químico. Em relação aos que indicaram pensar em utilizar os jogos destacamos a fala de P7 que além de jogar "Eu também faço jogos em sala de aula. Como por exemplo: quiz, quebra-cabeça, desafios" (P7). A criação de jogos por parte do docente é uma ação importante, principalmente quando estes são Jogos Educativos Formalizados (JEF), pois podem ensinar em ambientes formais e não formais o conteúdo escolar apresentando uma intencionalidade pedagógica (CLEOPHAS et al., 2018).

Embora exista uma predisposição na utilização de jogos educativos, por parte dos professores, quando se trata de jogos educativos digitais, essa utilização é inexistente, pois quando perguntados "Se já empregou algum jogo digital em suas atividades na escola?", seis docentes responderam que não e quatro que pretendiam futuramente. Os dados nos indicam a existência de potencial imediato e futuro para a aplicação de jogos digitais no processo de ensino e aprendizagem da Química, contudo não é uma prática (muito) observada no cotidiano destes professores.

Em relação ao Setor II as respostas obtidas por meio do GCE apontam que a impressão geral dos docentes sobre o jogo Thermo10 é de um *software*/aplicativo satisfatório para o ensino de termoquímica, motivador, adequado e muito fácil jogar (fácil de aprender a operar e explorar, inclusive por tentativa e erro). Essa satisfação e facilidade de aprender a jogar aparecem nos discursos dos professores participantes. Para P8 "Muito interessante e motivador", P3 afirma que foi "Muito interessante utilizando um jogo já conhecido como ludo para o ensino de termoquímica" e P1 é uma "Importante metodologia de ensino". Tais respostas corroboram com os dados na pesquisa realizada por Zanon et al. (2008), em que identificaram em um jogo do tipo ludo as características como motivação, raciocínio, interação, estratégia durante o processo de ensino e aprendizagem.

As perguntas relacionadas à jogabilidade do Thermo10, apresentam GCE médio de 3,8; as referentes as instruções para aprender a usar o *software*/aplicativo possuem GCE médio de 4,1; as que buscam verificar o projeto gráfico e os objetivos didático-pedagógicos apresentam GCE médio de 4,1 o que caracteriza que o Thermo10 possui uma avaliação de interface computador-usuário positiva, o que foi, também, evidenciado nas falas dos professores: "A proposta pedagógica deste trabalho é clara" (P7), "quando terminei, fiquei querendo jogar novamente e pensando nas possibilidades de aplicar com meus alunos" (P2) e "conseguiu jogar ele todo e não percebi o tempo passar" (P6). Em relação a esta última fala, observamos uma das características do *flow*, proposta por Csikszentmihalyi (1990), em que o jogador se envolve em determinadas atividades a ponto de não perceber o tempo passar, "pois a própria experiência proporciona prazer e uma sensação agradável de felicidade" (LEITE, 2017, p. 8).

As respostas obtidas nos Setores III, IV, V e VI destacam as percepções dos professores em relação aplicabilidade, adequação do Thermo10 para o ensino de termoquímica. Questionados sobre se "O jogo favorece a compreensão dos fundamentos científicos e tecnológicos dos processos termoquímicos, relacionando teoria com a prática no ensino de Química", oito professores assinalaram que concordam, um assinalou como indiferente e outro como discorda parcialmente (porém não apresentou justificativa). A partir desses dados e das falas dos participantes podemos dizer que o jogo Thermo10 favorece a compreensão dos conteúdos da termoquímica sendo mais um recurso para utilizar com os estudantes. Algumas respostas foram "excelente jogo, sem dúvidas vai estimular o interesse dos alunos pelo tema abordado" (P2), "em relação ao conteúdo da termo[química] apresentada no jogo vai ajudar os alunos na compreensão e o melhor é que o jogo aborda vários assuntos da termo[química]" (P7) e "os assuntos do jogo são claros, se o aluno prestar atenção ele pode aprender com o jogo" (P5). Esta última fala evidencia o Thermo10 como um jogo educativo formalizado, pois conforme Cleophas, Cavalcanti e Soares (2018, p. 39) um JEF visa "à aquisição de conhecimentos específicos sobre determinados conteúdos existentes".

Ao serem solicitados para analisarem se "o jogo apresenta noções e conceitos atuais sobre os processos termoquímicos", nove professores afirmaram que sim e um respondeu indiferente. Além disso, os professores concordam que o jogo Thermo10 evita o uso de metáforas e analogias que induzam a formação de conceitos errôneos pelos estudantes e que os exercícios, ilustrações ou imagens são apresentados de forma correta e atualizada.

Os docentes relataram que o jogo Thermo10 se apresenta como um ótimo RDD para o ensino de termoquímica possuindo uma boa finalização em relação ao desenvolvimento dos conceitos propostos e se mostraram interessados em ter o jogo disponível para aplicarem em suas turmas, como relata P2 "Muito bom o jogo! Gostaria de ter a versão para trabalhar com meus alunos. Gostaria ainda mais de aprender a desenvolver jogos digitais" e P7 "tem como levar para usar com meus alunos? Já pensei em como aplicar com eles". Em relação à leitura das instruções do jogo, seis afirmaram que iniciaram o jogo sem ler as instruções e não tiveram dificuldades em compreender a dinâmica do jogo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo apresentou as percepções de professores e estudantes durante a aplicação do jogo digital Thermo10 sugerindo possíveis contribuições para o ensino da termoquímica, como forma de contribuir com o processo de construção do conhecimento mais eficaz e estimulante. Uma das propostas do jogo é trabalhar conteúdos presentes na termoquímica e buscar diminuir as dificuldades, já identificadas em pesquisas sobre esta temática, dos estudantes de forma lúdica.

Com base nos resultados obtidos, acreditamos que o jogo digital Thermo10 é um recurso viável para o ensino dos conceitos termoquímicos. Esses resultados nos permitem inferir que o Thermo10 pode contribuir para a aprendizagem desses conceitos, e de modo particular, os referentes aos processos endotérmicos e exotérmicos, pois se trata de um RDD que se aproxima da realidade do educando (jogo digital) e que estimula à interação em sala de aula, constituindo, assim, um potente recurso para o professor em sua prática pedagógica. Ademais, Thermo10 como um JEF pode se caracteriza como um Jogo Didático (LEITE e SOARES, 2020), em que pode ser utilizado para reforçar conceitos e avaliar o aprendizado dos estudantes envolvidos, sendo aplicado pelo professor normalmente após a discussão do conteúdo.

Na percepção dos professores e estudantes Thermo10 apresenta características positivas em relação a: interface aplicativo-usuário; desenvolvimento dos conceitos propostos; interação entre os diversos atores responsáveis pelos processos de ensino e aprendizagem; efeito motivador; equilíbrio entre a função lúdica e a função educativa. Permitindo que possamos inferir que o jogo Thermo10 representa, potencialmente, um RDD que contribui na compreensão dos conteúdos envolvidos na Química, em especial nos processos termoquímicos. Além disso, o Thermo10 pode auxiliar no processo de ensino e aprendizagem da Química, sendo um recurso favorável na construção do conhecimento.

Por fim, o Jogo Thermo10 está disponível para que professores e estudantes possam utilizar em sala de aula de modo a contribuir para os processos de ensino e aprendizagem, nos seguintes endereços: <https://bit.ly/thermo10web> para jogar on-line (versão *webtop*), <https://bit.ly/baixarthermo10> para baixar o *software* e jogar off-line (versão *desktop*) e em <http://bit.ly/thermo10play> para jogar em *smartphones* e/ou *tablets* instalando o aplicativo disponível na *Google Play* (versão *android*).

Agradecimentos

Ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI).

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, Julian; DJAOUTI, Damien. An introduction to Serious Game Definitions and Concepts. In: Serious Games & Simulation for Risks Management Workshop, 2011. **Anais...** 2011.
- ALVES, Dijan Fillippi de Sousa; SILVA, Joaquim Fernando Mendes da. Jogos digitais: uma revisão sobre definições, fundamentos e aplicações no ensino de ciências. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae**, v. 4, n. 1, p. 80-94, 2020.
- ATKINS, Peter; JONES, Loretta. **Princípios de química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- BATTISTELLA, Paulo; WANGENHEIM, Christiane von; FERNANDES, João Miguel. Como jogos educacionais são desenvolvidos? Uma revisão sistemática da literatura. In: XXII Workshop sobre Educação em Computação, 2014, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Computação, 2014.

BROWN, Theodore L.; LEMAY, H. Eugene; e BURSTEN, Bruce E. **Química, a ciência central**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BUCHINGER, Diego; HOUNSELL, Marcelo da Silva. Jogos Sérios Competitivo-Colaborativos: Um Mapeamento Sistemático da Literatura. In: XXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Campinas, 2013. **Anais...** Campinas, Sociedade Brasileira de Computação, 2013.

CLEOPHAS, Maria das Graças; CAVALCANTI, Eduardo Luiz D; SOARES, Márlon Herbert Flora Bastos. Afinal de contas, é jogo educativo, didático ou pedagógico no ensino de química/ciências? Colocando os pingos nos "is". In: CLEOPHAS, Maria das Graças; SOARES, Márlon Herbert Flora Bastos. (Orgs.). **Didatização lúdica no ensino de química/ciências: teorias de aprendizagem e outras interfaces**. São Paulo: Livraria da Física, p. 33-43, 2018.

COLL, César; MAURI, Teresa; ONRUBIA, Javier. A incorporação das tecnologias da informação e da comunicação na educação: Do projeto técnico-pedagógico às práticas de uso. In: COLL, César; MONEREO, Carles. (Orgs.). **Psicologia da Educação virtual: Aprender e ensinar com as tecnologias da informação e da comunicação**. Porto Alegre: Artmed, p. 66-93, 2010.

COSTA, Sandra Regina Santana; DUQUEVIZ, Barbara Cristina; PEDROZA, Regina Lúcia Sucupira. Tecnologias Digitais como instrumentos mediadores da aprendizagem dos nativos digitais. **Psicologia Escolar e Educacional**, v. 19, n. 3, p. 603-610, 2015.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

CSIKSZENTMIHALYI, Mihalyi. **Flow: the psychology of optimal experience**. New York: Happer Perennial, 1990.

DINIZ JUNIOR, Antonio Inácio; SILVA, João Roberto Ratis Tenório; AMARAL, Edênia Maria Ribeiro do. Zonas do perfil conceitual de calor que emergem na fala de professores de química. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. especial 1, 2015.

FILARDI, Ana Lúcia; TRAINA, Agma Juci Machado. Montando questionários para medir a satisfação do usuário: Avaliação de interface de um sistema que utiliza técnicas de recuperação de imagens por conteúdo. In: VII Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais, 2008. **Anais...** Porto Alegre, 2008. p. 176-185.

LEITE, Bruno Silva. Gamificando as aulas de química: uma análise prospectiva das propostas de licenciandos em química. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 15, n. 2, p. 1-10, 2017.

LEITE, Bruno Silva. **Tecnologias no ensino de química: teoria e prática na formação docente**. Curitiba: Appris, 2015.

LEITE, Maria Aparecida da Silva; SOARES, Márlon Herbert Flora Barbosa. Jogo Pedagógico para o Ensino de Termoquímica em turmas de educação de jovens e adultos. **Química Nova na Escola**, v. 43, n. 3, p. 227-236, 2020.

LIKERT, Rensis. A technique for the measurement of attitudes. **Archives of Psychology**, 22, 140, p. 1-55, 1932.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 2012.

MESSEDER NETO, Hélio da Silva. **O lúdico no ensino de química na perspectiva histórico-cultural: além do espetáculo, além da aparência**. Curitiba: Editora Prismas, 2016.

MORTIMER, Eduardo Fleury; AMARAL, Luiz Otávio F. Quanto mais quente melhor: Calor e temperatura no ensino de Termoquímica. **Química Nova na Escola**, n. 7, p. 30-34, 1998.

OLIVEIRA, Ana Paula Sabino de; MARQUES, Deividi Marcio. Análise das Dificuldades Conceituais sobre o Conceitos de Termodinâmica na Formação Inicial de Professores de Química. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 5, n. 2, p. 55-70, 2019.

PAULETTI, Fabiana; RAMOS, Maurivan Güntzel. As concepções de professores de uma escola pública sobre o uso das TICs no Ensino de Química. **Revista Areté / Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 10, n. 22, p. 179-193, 2017.

PRENSKY, Marc. **Don't bother me, Mom, I'm learning**: how computer and videogames are preparing your kids for 21st century and how you can help!. St. Paul: Paragon House, 2006.

REIS FILHO, Afonso Feitosa. **Jogo digital Thermo10 para o ensino de termoquímica**. 2020. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2020.

ROCHA, Rafaela Vilela da; BITTENCOURT, Ig Ibert; ISOTANI; Seiji. Análise, Projeto, Desenvolvimento e Avaliação de Jogos Sérios e Afins: uma revisão de desafios e oportunidades. In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Maceió, 2015. **Anais... Maceió**, 2015.

SANTOS, Cícero Ernandes de Melo; LEITE, Bruno Silva. Construção de um jogo educativo em uma plataforma de desenvolvimento de jogos e aplicativos de baixo grau de complexidade: o caso do Quizmica - Radioatividade. **RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 17, n. 1, p. 193-202, 2019.

SILVA, Ana Paula Cirino da; SIMÕES NETO, José Euzébio; SILVA, João Roberto Ratis Tenório da. Abordagem do conceito de calor por meio de atividades experimentais a partir da teoria dos perfis conceituais. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 3, p. 438-454, 2019.

SOARES, Márlon Herbert Flora Barbosa; CAVALHEIRO, Éder Tadeu Gomes. O Ludo como um jogo para discutir conceitos em Termoquímica. **Química Nova na Escola**, n. 23, p. 27-31, 2006.

TOMCEAC, Jean Rafael; ALMEIDA, Fernando José. Jogos digitais na escolar pública: novas dinâmicas curriculares e perspectivas para formação e prática docente. In: MEIRA, Luciano; BLIKSTEIN, Paulo. (Orgs). **Ludicidade, jogos e gamificação na aprendizagem**. Porto Alegre: Penso, 2020.

ZANON, Dulcimeire Aparecida Volante; GUERREIRO, Manoel Augusto da Silva; OLIVEIRA, Robson Caldas de. Jogo didático Ludo Químico para o ensino de nomenclatura dos compostos orgânicos: projeto, produção, aplicação e avaliação. **Ciências & Cognição**, v. 13, n. 1, p. 72-81, 2008.