

EXPERIMENTAÇÃO ARTICULADA ÀS TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO: PROBLEMATIZAÇÕES DE CONHECIMENTOS NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE QUÍMICA**Renata Isabelle Guaita^{a,*} e Fábio Peres Gonçalves^{a,*}**^aDepartamento de Química, Universidade Federal de Santa Catarina, 88040-900, Florianópolis – SC, Brasil.

Recebido em 30/08/2021; aceito em 24/11/2021; publicado na web em 04/02/2022

EXPERIMENTATION RELATED TO DIGITAL INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES: PROBLEMATIZATIONS OF KNOWLEDGES IN THE TRAINING OF CHEMISTRY TEACHERS. Currently, there is a great diffusion of Digital Technologies of Information and Communication (DICT) in society in general and in schools in particular. Thus, the objective of this work was to investigate knowledge explained by 13 undergraduates in Chemistry, in the development of a training process in a given curricular component, about the articulation between experimental activities and DICT in Chemistry Teaching that can be characterized as constituents of a real effective and of a maximum possible consciousness, in order to identify possible learning. As a source of qualitative information, a portfolio produced by the undergraduates during the curricular component is constituted. This portfolio was submitted to the Discursive Textual Analysis procedures. The analyses, based on the progressive theoretical framework of the Brazilian educator Paulo Freire, pointed to different levels of awareness regarding the experimental activities linked to the DICT. For example, the undergraduates explained knowledge that questioned the use of DICT articulated with experimental activities as a way to unconditionally promote student learning. This was interpreted, to some extent, as a collaboration of the formative process adopted in a dialogical-problematizing approach.

Keywords: chemistry teaching; teacher training; experimentation. DICT.

INTRODUÇÃO

Não é difícil de constatar que há na atualidade uma grande difusão das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC). Porém, tê-las tão fortemente disseminadas não garante que haja, de fato, um uso criterioso, sobretudo no meio educacional. As TDIC possuem potencialidades para a promoção de uma educação transformadora,¹ todavia a sua utilização de maneira pouco reflexiva aponta um uso ferramental com objetivos pedagógicos pobres, fazendo uso das TDIC a partir de uma compreensão bancária de educação.² Neste sentido, é necessária uma apropriação mais fundamentada teoricamente acerca das inovações tecnológicas a fim de se fazer uma educação para a liberdade. Machado e Amaral³ ressaltam que a discussão crítica acerca das TDIC, embora ainda seja mais intensa no campo teórico, precisa refletir nas escolhas e práticas docentes. E que para isso o papel das tecnologias deve ser compreendido também como pauta de discussão, cabendo aos diferentes grupos sociais debater sobre os processos de atribuição de significado e a importância dessas tecnologias em seus diferentes locais de uso e apropriação.

No campo do Ensino de Química/Ciências o uso de TDIC aliado à experimentação tem apontamentos de longa data.⁴ Pesquisadores nesse campo expõem usos específicos do computador e de *softwares*,⁵⁻⁸ bem como discussões mais contemporâneas sobre *e-learning* e *blend learning*.⁹ Todas essas contribuições, em seus respectivos campos teóricos, em certa medida, apresentam uma contraposição à exclusividade da experimentação em laboratórios didáticos presenciais.

Entende-se que quando a experimentação em laboratórios didáticos presenciais é colocada como a única forma de promovê-la na educação básica, ou na educação superior, outras possibilidades de atividades experimentais tornam-se excluídas e desprestigiadas, a exemplo daquelas mediadas pelas TDIC. Porém, a utilização das

TDIC em harmonia com as atividades experimentais deve de igual forma ser debatida.

É importante proporcionar aos professores, seja em formação inicial, seja em atuação profissional, momentos de análise, discussão e apropriação de propostas de atividades experimentais mediadas pelas TDIC. Neste sentido há trabalhos, por exemplo, como o de Zacharia,¹⁰ Finkelshtein *et al.*,¹¹ Zacharia e Constantinou,¹² Tarekgn,¹³ e De Jong, Linn e Zacharia¹⁴ que analisam relações entre o uso de simulações e experimentos com a manipulação de materiais, apontando para a potencialidade da utilização combinada das atividades experimentais simuladas por meio das TDIC e daquelas com manipulação de materiais. Calderón *et al.*¹⁵ também propõem atividades experimentais de baixo custo a partir do uso de TDIC. Os autores destacam que atividades de baixo custo podem ser realizadas em sala de aula a partir do uso de tecnologias digitais, contudo, chamam a atenção para a necessidade de introduzir novas abordagens pedagógicas para que o seu uso favoreça as aprendizagens. Calderón *et al.*¹⁵ ressaltam que a articulação das TDIC ao ensino de Ciências, seja na educação básica, seja na educação superior, possibilita atividades experimentais elaboradas a um baixo custo e também proporcionam a geração de projetos de pesquisa que integrem diferentes áreas do conhecimento, bem como auxiliam na capacidade de selecionar as informações mais relevantes e descartar as supérfluas, ensinando um letramento digital. Outro trabalho é o de Valverde Crespo, Antonio e Joaquín¹⁶ que analisaram o uso de animações para compreensões acerca de reações químicas a nível molecular. Os autores observaram que o uso de TDIC auxiliou os participantes na identificação de ideias, na descrição de observações e também para fazer previsões a partir das informações da animação. No entanto, os alunos ainda apresentam dificuldades para fazer interpretações, inferências mais complexas e, principalmente, localizar erros conceituais. O que reforça a necessidade do papel atuante do educador e da proposta pedagógica envolvida neste processo.

Neste contexto também é importante dar atenção a outra modalidade que são os laboratórios remotos que possibilitam aos

*e-mail: fabio.pg@ufsc.br

estudantes a manipulação de equipamentos científicos sofisticados de maneira remota.¹⁷ Segundo Caetano¹⁸ tanto os experimentos virtuais quanto a experimentação remota constituem alternativas para superação dos obstáculos à experimentação presencial, sendo assim a experimentação articulada às TDIC é particularmente interessante, pois consiste em recursos que podem ser acessados por meio da internet. O autor aponta também dentre as potencialidades da experimentação por meio dos laboratórios remotos o de ser uma alternativa para situações de periculosidade, bem como a experimentos cujos fenômenos envolvidos no estudo requerem estrutura e formação específicas e também àqueles que podem demandar muito tempo. No Brasil, alguns laboratórios de pesquisa de Universidades Públicas oferecem experimentos remotos. Os mais conhecidos são: o Laboratório de Tecnologia Educacional (LTE) da UNICAMP;^{19,20} o Laboratório Remoto de Física da Universidade Federal de Itajubá, também conhecido como LABREMOTO²¹ e o RexLab da Universidade Federal de Santa Catarina que parte de uma rede internacional envolvendo 5 países em 12 Universidades chamada RexNet.^{22,23}

Propriamente no âmbito da formação de professores de Química/Ciências, identifica-se, em alguma medida, a atenção de pesquisas sobre a articulação entre atividades experimentais e TDIC. Por exemplo, Heckler, Motta e Galiuzzi^{24,25} investigaram, respectivamente, como uma comunidade de professores desenvolve/compreende a experimentação em Ciências mediada pela internet e publicações no Brasil concernentes à experimentação na formação de professores em ciências na Educação a Distância (EaD). Já Guaita e Gonçalves,²⁶ em investigação cujos participantes foram formadores de professores da área de Ciências da Natureza, identificaram, dentre outros aspectos, compreensões que associam de maneira incondicional atividades experimentais com a manipulação de equipamentos e reagentes em laboratórios de bancada presenciais com a promoção da motivação discente, de modo a desprestigiar a potencialidade das atividades experimentais por meio de simulações computacionais. Em todos esses trabalhos os autores reforçam, diante do exposto na literatura e a partir dos resultados de suas pesquisas, que há uma necessidade de se ampliar as investigações relativas às atividades experimentais articuladas às TDIC no âmbito da formação de professores. Isso pode contribuir não somente para aumentar a compreensão do problema investigado, mas também para sinalizar alternativas ao seu enfrentamento.

Ante o exposto, o objetivo desta pesquisa foi investigar conhecimentos explicitados por licenciandos em Química, no desenvolvimento de um processo formativo em dada componente curricular, sobre a articulação entre atividades experimentais e TDIC no Ensino de Química que podem se caracterizar como constituintes de uma consciência real efetiva e de uma consciência máxima possível, a partir do exposto por Freire,² de modo a mapear possíveis aprendizagens. É pertinente ressaltar que no contexto deste artigo o objetivo aqui explorado é apenas um dentre outros que integram uma pesquisa mais ampla que investigou também potencialidades e limites do referido processo formativo em relação às transformações e às permanências de conhecimentos de licenciandos acerca da articulação entre atividades experimentais e TDIC. A análise relativa às transformações e permanências de conhecimentos constituirá outro trabalho, considerando fontes de informações qualitativas não submetidas à análise apresentada aqui.

A EXPERIMENTAÇÃO ARTICULADA ÀS TDIC A PARTIR DE UMA PERSPECTIVA PROGRESSISTA

Paulo Freire em seu percurso como educador e defensor de uma educação progressista não discorreu especificamente sobre o Ensino

de Ciências ao longo de sua trajetória, mas a aproximação entre suas ideias e a educação formal em Ciências vem sendo feita há mais de três décadas.²⁷⁻³⁰ Entende-se que esta aproximação não pode ocorrer de maneira simplista. Há na literatura estudos que procuram de certo modo fazer essa aproximação.³¹⁻³³

A educação de acordo com o referencial progressista mencionado possui características que lhe confere a possibilidade de ser libertadora ao sujeito que aprende. O caráter dialógico é uma delas. Freire³⁴ centra na dialogicidade o meio que propicia transformação e esta é estabelecida através do diálogo problematizador entre os sujeitos envolvidos na situação gnosiológica. Esta visão vai de encontro à ideia de educação bancária,² cuja centralidade é posta no professor com incumbência de supostamente transmitir conhecimento para aqueles que “nada sabem”.

No Ensino de Química, através da condução de experimentos, é possível refletir sobre a perspectiva educacional a que o educador se propõe. Atividades experimentais abordadas de maneira praticamente irrefletidas e pautadas prioritariamente na rigorosidade da reprodução de um método experimental como forma de depositar no aluno um conteúdo do qual se pensa que ele “desconhece” por completo são equivocadas. Tal visão descarta possíveis significações discentes frente sua leitura do mundo. Ou seja, mesmo que o discente pouco compreenda o “mundo e suas relações” a partir de conhecimentos científicos, é importante dá-lo a oportunidade de explicitar suas compreensões e refletir sobre elas, para que assim se trabalhe o processo de transformação do conhecimento. De igual modo, tais aspectos podem ocorrer em situações de experimentação mediadas por TDIC, uma vez que o uso destas tecnologias digitais, se visto apenas para “depositar conhecimento” através de simuladores, *softwares*, recursos educacionais abertos (REA), dentre outros, sem a dimensão reflexiva, se aproximará da educação bancária praticada na presencialidade de uma educação tradicionalmente conservadora e ultrapassada, como aquela que foi caracterizada acima na promoção de atividades experimentais.

Entende-se, portanto, que a experimentação, quando fundamentada em uma base progressista, tem finalidade de promover situações de conhecimento a fim de que se alcance a possibilidade do sujeito de sair da curiosidade ingênua e limitadora – ou seja, daquilo que é muitas vezes pautado em vivências pouco aprofundadas e fundamentadas teoricamente – para alcançar a crítica de sua curiosidade, também chamada de curiosidade epistemológica por Freire.³⁵

Esta transição proposta por Freire³⁵ entre a curiosidade ingênua e a curiosidade epistemológica não é feita de rupturas, no sentido de abandono de conhecimentos tácitos por conhecimentos explícitos, ou seja, de substituição da *doxa* pelo *logos*, como muitas vezes é defendido e praticado em uma educação bancária. Entende-se que o movimento entre a curiosidade ingênua e epistemológica é um processo recursivo de progressos e aprimoramentos do ser, no qual não é algo pronto e acabado em si mesmo. E à medida que a historicidade do ser cognoscente se dinamiza, estes conhecimentos também são igualmente transformados. Mas para dar início a esse movimento contínuo e ininterrupto, é necessário dar lugar à ingenuidade, pois é na *doxa* que se constitui a curiosidade primeira – curiosidade ingênua. Dentro da experimentação no ensino de Química se poderiam utilizar perguntas para que educandos/as pudessem explicitar seus conhecimentos iniciais. Por exemplo, ao se trabalhar com experimentos, independentemente de serem mediados por TDIC, para a apropriação conceitual, poderia utilizar-se de uma pergunta que considere o contexto discente e a partir das respostas o desenvolvimento da experimentação seria uma forma de dar início a este movimento contínuo e ininterrupto de curiosidade ingênua que constitui a *doxa* – para a curiosidade epistemológica – que constitui o *logos*.

Freire,² entretanto, chama atenção para um aspecto importante deste movimento de transformação: ele não é simples e não ocorre de maneira linear, seja no sujeito individual ou no sujeito histórico coletivo de uma época. O autor sinaliza o surgimento de barreiras historicamente impostas, cujas existências freiam e cerceiam a liberdade de transformação dos sujeitos em determinado período de tempo. É o que Freire² chama de situação-limite. O sujeito inserido a esta realidade muitas vezes pode ainda não ter tido a percepção de uma “situação-limite” que o impede de fazer outras reflexões, para além daquelas que já está familiarizado. De acordo com Freire:²

Se os indivíduos se encontram aderidos a estas “situações-limites”, impossibilitados de “separar-se” delas, o seu tema a elas referido será necessariamente o do fatalismo e a “tarefa” a ele associada é a de quase não terem tarefa. Por isto é que, embora as “situações-limites” sejam realidades objetivas e estejam provocando necessidades nos indivíduos, se impõe investigar, com eles, a consciência que delas tenham. (p. 61)

Pensar em superação de uma situação-limite exige compreender que primeiro é necessária a percepção do sujeito sobre aquilo que outrora era imperceptível como barreira em nível de consciência. O estar cômico sobre a limitação imposta historicamente é importante para visualização de algo concreto que o impulse à mudança. Freire² chama isto de inédito viável, ou seja, as situações vindouras, mas de concretude possível, que estão para além do obstáculo que propuliona os “atos-limite” nos sujeitos.

Freire² ressalta que para a ocorrência de ações concretas, seja para permanência de situações-limite ou para transformações a fim de alcançar o inédito viável, existem distintos níveis de consciência. O que o autor, amparado em Goldmann,³⁶ chama de consciência real efetiva e a consciência máxima possível. E este movimento para chegar à crítica da curiosidade perpassa pela intersubjetividade do diálogo, pois por meio dele o sujeito objetiva o mundo. É na relação com o outro que este se humaniza e se percebe como ser histórico-social.

O sujeito histórico-social, ao revelar sua visão de mundo que ainda estaria condicionada a uma ideia de realidade estática e não transponível expressa uma consciência real efetiva que está ligada a uma percepção fatalista das “situações-limites” que ainda não o é evidente. Somente a partir de uma tomada de consciência de que a realidade concreta em que está inserido propõe-lhe a percepção de situações-limite a serem superadas que há o repensar de suas ações. A construção da autonomia passa por essa conscientização no sentido de ser um esforço para se obter a consciência crítica dos obstáculos.³⁵ E nisto percebe-se o descortinar do inédito viável que está relacionado à consciência máxima possível. Esta, portanto, se relaciona com a ação transformadora da realidade imposta historicamente e é na *práxis* de distanciamento/aproximação, ressaltada por Freire,³⁷ que há a problematização e a decodificação do mundo. Um exemplo dentro deste contexto pode ser encontrado no trabalho de Silva et al³⁸, no qual considerando a importância de analisar situações-limite, investiga a manifestação de situações-limite de professores de ciências da educação básica do município de Pau Brasil-BA a partir de um Tema Gerador emergido de investigação prévia no contexto da região.

É importante ressaltar que um nível de consciência é considerado máximo possível somente no espaço temporal em que se instala, caso contrário haveria contradição ao se estabelecer um ápice máximo de nível de consciência na ideia de completude do ser. Uma vez que a educação, como situação gnosiológica, compreende o ser humano como indivíduo que está constantemente sendo, o qual não se apoia na ideia de ser acabado, não há espaço para a compreensão de um ápice final estático no nível de consciência do sujeito. Desta forma, aquilo

que se pesquisa aqui outrora poderá ser revisto e aprimorado neste constante movimento de estarmos sendo, pois situações concretas impostas pela realidade que nos cercam exigem processos de tomada de consciência constantemente.

Uma dessas situações concretas tem relação com o papel da experimentação e seus possíveis caminhos no Ensino de Química. A ideia de “adaptação” de experimentos realizados em bancadas para o “mundo virtual” não é defendida aqui. Freire e Guimarães³⁹ fazem um alerta sobre a utilização das tecnologias de maneira arcaica, no que diz respeito às finalidades didático-pedagógicas. De nada adianta para uma educação transformadora o uso de um meio tecnológico atual com práticas antigas.

A ideia de adaptação muitas vezes carrega consigo um entendimento de não historicidade do conhecimento e da realidade, fazendo com que o sujeito fique preso às velhas práticas, sem possibilidade de transformação.³⁴ Não conseguir diferenciar a existência de entendimentos diversos sobre uma simples “transposição” de um meio para outro, por exemplo, do laboratório didático presencial para o virtual pode trazer resistência frente ao novo. As transformações que as atividades experimentais mediadas por TDIC podem representar no contexto da formação de professores da área de Ciências da Natureza, de modo geral, estão para além do simples uso das tecnologias em situações de experimentação e, de fato, isto pode gerar entraves na aceitação de propostas inovadoras. A necessidade de se ter atividades experimentais sempre em laboratórios estereotipados com uma estrutura física presencial pode ser compreendida como um fator ligado à dificuldade de aceitação destas propostas mais contemporâneas, na qual precisa ser repensada e debatida. Ter ciência e compreensão destes aspectos é o que exemplifica a construção da autonomia num esforço para se obter a consciência crítica dos obstáculos para a problematização e a decodificação do mundo através da *práxis*, conforme citado anteriormente na discussão destes conceitos.

Não se defende que atividades experimentais mediadas por TDIC e aquelas caracterizadas pela presencialidade em laboratório de bancada presencial, sejam mutuamente excludentes. O entendimento da relação entre essas possibilidades de atividades experimentais pode ser o reflexo da mínima incursão de experimentos mediados por TDIC na formação docente em cursos de licenciaturas. Estas questões acabam cerceando o avanço nas discussões que desejam progressos na forma de enxergar tais possibilidades trazidas pelas TDIC. Desta forma, há nesta problemática a viabilidade de situações-limite serem identificadas.²

Freire e Shor⁴⁰ ressaltam sobre o receio, por parte daqueles que lecionam, em reaprender a docência frente aos educandos mediante uma nova perspectiva educacional. O que pode ser estendido para a utilização de TDIC em relação à experimentação como conteúdo formativo. A inserção mais intensa de algo novo no contexto educacional de forma geral pode trazer consigo uma reação de negação. Foi assim com os meios de comunicação de massa, como rádio e televisão.³⁰ Com a popularização da internet e, conseqüentemente, das TDIC ocorreu algo semelhante acerca de sua apropriação na educação superior.

Freire e Guimarães³⁹ argumentam:

[...] é por isso que se critica o uso dos computadores; não pelas possibilidades técnicas que esses meios trazem, mas porque, por trás desses computadores, vem quase sempre uma programação que, do ponto de vista da aprendizagem, em grande escala está calcada numa metodologia behaviorista, que se presta bem, aliás, a essa racionalização do conhecer, do ensinar e do aprender (p. 84).

Entretanto, há estudos na literatura¹ que buscam a utilização de TDIC com finalidades educacionais que contrariam a premissa de “estímulo-resposta” ressaltada por Freire e Guimarães.³⁹ Deve haver uma sintonia entre a escola e os meios de comunicação mais atuais para o rompimento da ideia de “fabricação de memórias repetitivas”,³⁰ com o intuito de se estabelecer um espaço comunicante e criador.

Enfim, advoga-se em favor do estabelecimento de uma problematização de questões relacionadas às atividades experimentais mediadas por TDIC na formação inicial de professores de Química. Entende-se que não há abandono completo de entendimentos pautados em construções complexas e históricas fomentadas ao longo dos anos em âmbito social de maneira repentina. O sujeito, como indivíduo reflexivo que é, traz estas influências históricas para suas construções pessoais. E acredita-se que não é em uma intervenção pontual que acontecem mudanças bruscas de consciência. Mas tem-se que é a partir da conscientização e problematização advindas dos processos de formação docente que tais mudanças podem ser propulsionadas.

PROPOSIÇÕES PROBLEMATIZADORAS SOBRE EXPERIMENTAÇÃO ASSOCIADA ÀS TDIC NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA

A proposta formativa foi desenvolvida em 15 encontros dentro de uma componente curricular que integra o 5º semestre de um curso de licenciatura em Química de uma universidade pública brasileira. Os encontros eram semanais e duravam 200 minutos cada e a turma possuía 13 estudantes. É importante ressaltar que a proposta formativa foi desenvolvida antes da pandemia ocorrida pelo vírus SARS-CoV-2.⁴¹ Dado o ensino remoto estabelecido em nosso país em decorrência da pandemia, entende-se que isto pode refletir, em alguma medida, nas possibilidades de articulação entre as atividades experimentais e as TDIC sinalizadas por docentes. Contudo, nesta pesquisa são considerados os conhecimentos a respeito dessas possibilidades de articulação constituintes de uma consciência real efetiva e de uma consciência máxima possível. Estudos que consideram o contexto pandêmico da atualidade sugerem que não obrigatoriamente esse influenciou no conhecimento docente acerca das atividades experimentais ou das TDIC havendo conhecimentos problemáticos sobre ambas,⁴² reforçando conhecimentos já disseminados em pesquisas preliminares a respeito das atividades experimentais.⁴³

Os conteúdos estudados na proposta formativa foram: a experimentação no ensino de química; tecnologias digitais da informação e comunicação na educação, em geral, e no ensino de química, em particular; articulações entre atividades experimentais e tecnologias digitais da informação e comunicação no ensino de química; *softwares* educativos e objetos de aprendizagem no ensino de química e, por fim, propostas para o ensino de química de articulação entre atividades experimentais e tecnologias digitais da informação e comunicação. Na Tabela 1 há de maneira resumida a sequência de atividades proposta para o desenvolvimento com o grupo matriculado na componente curricular.

A proposição desta sequência estruturada de encontros teve como objetivo possibilitar a interação progressiva com os conhecimentos dos licenciandos, cuja explicitação se deu em diferentes momentos do processo formativo e de formas diversificadas. Ao pensar as atividades, preocupou-se em dar espaço a partir de diversas situações de registros ao longo desse processo formativo para que os licenciandos explicitassem seus conhecimentos que refletem em algum nível o que foi estudado na componente curricular relativo às atividades experimentais mediadas por TDIC no Ensino Química/Ciências e também as compreensões que os participantes trazem consigo independentemente do que foi estudado na componente curricular. Assim, houve momentos tanto a explicitação de

Tabela 1. Síntese das atividades desenvolvidas para os 15 encontros dentro da componente curricular

Encontros	Atividades
1	A partir da leitura de uma reportagem ³¹ sobre uso da internet pelos professores na escola, a turma foi solicitada a responder inicialmente a um instrumento para explicitação dos seus conhecimentos iniciais sobre o uso das TDIC no ensino de química e a respeito das suas articulações com experimentação no ensino de química. As respostas discentes foram discutidas no grande grupo.
2 a 5	Apresentação de 4 seminários de três grupos de 3 integrantes e um grupo de 4 integrantes, a partir de referências disponibilizadas on-line ^{32,34} para leitura extraclasses de toda a turma. Cada seminário se fundamentou em uma referência. Após seminários ocorreram atividades de discussão em pequenos grupos fomentadas por questões e atividades previamente elaboradas pelos apresentadores dos seminários e/ou pelos professores. O estudo dessas referências subsidiou a posterior construção de planos de aula e análise de propostas de atividades experimentais descritas em seguida.
6	Visita a uma escola da rede pública estadual para conhecer a potencialidade daquele ambiente para promoção da experimentação articulada às TDIC.
7 e 8	A partir da discussão dos artigos de Giordan ³³ e Machado, ⁷ organizou-se um novo cronograma de apresentações em pequenos grupos a fim de suscitar a exposição de proposições trazidas nos artigos acerca de experimentação mediada por TDIC e proporcionar uma discussão inicial sobre se é necessário de fato essa separação entre laboratório químico (ou de ciências) e o laboratório de informática quando pensarmos sobre experimentação.
9 a 11	Tempo destinado ao planejamento na construção da proposta de plano de aula a ser desenvolvido na escola visitada contemplando a articulação entre atividades experimentais e TDIC. Para este momento a turma dividiu-se em três grupos, sendo duas equipes com 4 membros e uma equipe com 5 membros.
12 a 14	Tempo destinado às atividades na escola. O desenvolvimento das propostas contempladas nos planos de aula elaborados para turmas do 2º ano do Ensino Médio. Os conteúdos escolhidos pelos grupos envolviam ligações químicas. Cada grupo teve o tempo de médio de 45 minutos para desenvolvimento de sua aula na escola de acordo com a disponibilidade do professor e da turma.
15	Tempo destinado à socialização das atividades promovidas na escola pelos grupos, ressaltando sua experiência no desenvolvimento do plano de aula. Este foi também o encontro de fechamento da componente curricular.

Fonte: Organizado pelos autores.

conhecimentos quanto de apropriação de novos conhecimentos, os quais foram mediados pela problematização. Freire³⁴ resalta que:

No fundo, em seu processo, a problematização é a reflexão que alguém exerce sobre um conteúdo, fruto de um ato, ou sobre o próprio ato, para agir melhor, com os demais na realidade. Não há problematização sem esta última (Daí que a própria discussão sobre o além deva ter, como ponto de partida, a discussão sobre o aqui, que, para o homem, é sempre um agora igualmente) (p. 82-83).

Compreendendo-se a problematização neste viés percebe-se um movimento de ir e vir deste sujeito que aprende. Assim foi adotada uma dinâmica na condução das atividades formativas, de acordo com as orientações de Gonçalves, Biagini e Guaita⁴⁹ apoiada na acepção

de problematização supracitada. Essa dinâmica se assemelha a uma espiral com momentos de constante explicitação dos conhecimentos que licenciandos trazem consigo e outros de apropriações de conhecimento novos, sendo ambos os momentos mediados pela problematização.

Em suma cada atividade descrita anteriormente na Tabela 1 foi abordada por meio dessa dinâmica em que se sobressai a problematização e o seu papel no processo de apropriação de conhecimentos sistematizados, como são aqueles constituintes de uma consciência máxima possível. Nisso está subjacente também o papel que a problematização pode exercer em relação aqueles conhecimentos que são caracterizados como constituintes de uma consciência real efetiva e merecem ser objeto de constante reflexão.

As atividades propostas ao longo da componente curricular compuseram um portfólio individual para cada estudante. Vale ressaltar também que o portfólio foi construído de maneira física e entregue ao final do semestre para avaliação docente das atividades desenvolvidas pelos alunos na componente curricular. Das atividades sintetizadas na Tabela 1 resultaram produções textuais elaboradas individualmente que integraram o portfólio e, por conseguinte, o *corpus* de análise da pesquisa. A Tabela 2 sintetiza as produções textuais submetidas ao exame. Os 13 licenciandos assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido autorizando a análise dos portfólios no contexto desta investigação.

Ressalta-se aqui que as produções textuais selecionadas para compor o portfólio de análise da pesquisa é apenas uma parte do que compôs os parâmetros avaliativos da componente curricular, uma vez que esta se desenvolveu para além disso. É importante pontuar que dentro deste grupo de treze participantes nem todos concluíram as entregas necessárias para composição do portfólio. Na Figura 1 tem-se o “retrato” das entregas de produções textuais de cada aluno.

Os participantes desta pesquisa estão identificados com uma codificação que varia de A a O (com exceções do E e F por conta de uma outra codificação para os fragmentos dentro da pesquisa). Há também uma codificação que varia de 1 a 6 referente às atividades do portfólio que foram selecionadas para análise. E os fragmentos dentro desta sequência de atividades têm uma codificação de F1 a Fn (sendo n um número inteiro variável de acordo com a fragmentação gerada pela Análise Textual Discursiva dentro de cada atividade). A codificação “A4F1”, por exemplo, corresponde ao participante A, atividade 4 e fragmento 1. Os fragmentos foram mantidos em sua escrita original, a fim de trazer maior fidelidade ao que o licenciando se propôs a comunicar.

Tabela 2. Síntese das produções textuais submetidas à análise.

Encontro	Produção textual
1	Respostas às questões de abordagem inicial para explicitação de conhecimentos prévios sobre experimentação mediada por TDIC referentes à reportagem.
2	Plano de aula elaborado com base em artigo “tecnologia atual e suas tendências futuras” ³² apresentado por discentes em seminário.
3	Respostas às questões para discussão referente ao artigo “Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio” ³³ apresentado por discentes em seminário.
4	Respostas às questões para discussão referente ao artigo “A problematização das atividades experimentais na educação superior em química: uma pesquisa com produções textuais docentes” ³³ apresentado por discentes em seminário.
5	Respostas às questões para discussão referente ao artigo “A problematização das atividades experimentais na educação superior em química: uma pesquisa com produções textuais docentes – parte II” ³⁴ apresentados por discentes em seminário.
4 e 5	Pareceres avaliativos sobre propostas de experimentos para ensino médio denominadas “Bafômetro” e “Determinação do álcool na gasolina” apresentados pelos professores da componente curricular após os seminários discentes, ^{33,34} respectivamente, para análise dos alunos.

Fonte: Organizado pelos autores.

Utilizou-se da Análise Textual Discursiva (ATD)⁵⁰ que segue uma sequência de três etapas que passa por desmontagem dos textos com a finalidade de identificar fragmentos caracterizados como unidades de análise (etapa de unitarização). Após este primeiro movimento, estabelecem-se relações entre as unidades de análise a fim de realizar o processo de classificação (etapa de categorização). Na análise textual discursiva as categorias podem se caracterizar como *a priori*, emergentes ou mistas. As categorias *a priori* são extraídas da fundamentação teórica previamente adotada na pesquisa e nelas são enquadrados os fragmentos derivados da primeira etapa da análise textual discursiva. Já as categorias emergentes são resultado da análise direta das unidades de análise. Isso não significa que a análise ocorre sob a ausência de pressupostos teóricos. Pelo contrário, a construção dessas categorias se dá por meio de pressupostos teóricos explícitos ou tácitos dos pesquisadores. Entre as possibilidades de categorias mistas está aquela que pode combinar categorias *a priori*

Participantes	Produção Textual 1	Produção Textual 2	Produção Textual 3	Produção Textual 4	Produção Textual 5	Produção Textual 6
A	✓	✓	✓	✓	✓	✓
B	✗	✓	✓	✓	✓	✓
C	✓	✓	✓	✓	✓	✓
D	✗	✓	✓	✓	✓	✓
G	✓	✓	✓	✓	✓	✓
H	✗	✓	✓	✓	✓	✓
I	✓	✓	✓	✓	✓	✓
J	✓	✓	✓	✓	✓	✓
K	✓	✓	✓	✓	✓	✓
L	✓	✓	✓	✓	✓	✓
M	✓	✓	✓	✓	✓	✓
N	✓	✓	✓	✓	✓	✓
O	✓	✓	✗	✓	✗	✓

Figura 1 “retrato” das entregas das produções textuais que compunham o portfólio do grupo de participantes da pesquisa. Legenda: ✓: produções textuais completas. ✗: produções textuais não entregues. ✓: produções textuais entregues de maneira incompleta

e subcategorias emergentes. Foi essa perspectiva de categorias mistas a utilizada neste trabalho. Dada a categorização foram expostas as ideias emergentes na intenção de expressar as compreensões atingidas através da construção de um metatexto (etapa de comunicação). Ou seja, a comunicação é feita através de um texto robusto e recursivo que caminha em direção a compreensões de um todo, mas não eliminando as singularidades.

Dentro da primeira categoria *à priori* consciência real efetiva resultaram duas subcategorias, chamadas: a subutilização de experimentos articulados às TDIC e conhecimento ainda rudimentar sobre o uso das TDIC em articulação às atividades experimentais. Na segunda categoria *à priori* consciência máxima possível emergiram três subcategorias: letramento digital no Ensino de Química/Ciências na articulação com a experimentação; conhecimentos acerca das possibilidades e das limitações da inserção de tecnologias digitais na experimentação e conhecimentos sobre a apropriação de conhecimento processual e a percepção do mito da experimentação autoexplicativa e motivadora.

Por questões de limitação de espaço e para melhor organização no entendimento da análise de modo geral dentro do contexto desta publicação, serão explicitadas a seguir as respectivas categorias e subcategorias: *consciência real efetiva - conhecimentos ainda rudimentares sobre o uso das TDIC em articulação às atividades experimentais* e *consciência máxima possível - conhecimentos acerca das possibilidades e das limitações da inserção de tecnologias digitais na experimentação*. Ademais, tais subcategorias explicitam argumentos que se articulam com resultados que se pretende explorar em publicações posteriores da pesquisa mais ampla realizada pelos mesmos autores deste artigo. A seguir se apresenta o metatexto elaborado na terceira etapa da análise textual discursiva sendo que cada subcategoria, na qualidade de parte do exame construído, não deve ser assumido como expressão da totalidade de cada categoria

Cumprir registrar que os autores do trabalho foram os professores da componente curricular em que foi desenvolvida a proposição problematizadora da experimentação articulada às TDIC. Um dos professores estava na condição de estagiário de docência, cumprindo parte das suas funções em um programa de pós-graduação da área de Ensino de Ciências.

ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES QUALITATIVAS

Consciência real efetiva: conhecimentos ainda rudimentares sobre o uso das TDIC em articulação às atividades experimentais

A ideia de que a experimentação atrai a curiosidade e aumenta o interesse do aluno constitui o imaginário docente, sendo discutida há muito tempo. No entanto, Hodson,⁴ por exemplo, destaca que há estudantes, inclusive, que se sentem inibidos com a proposição de atividades experimentais, preferindo assim outras atividades. Gonçalves, Biagini e Guaita⁴⁹ chamam a atenção para a dificuldade em se identificar a real influência que fatores internos e externos possuem na motivação de um indivíduo quando associados à aprendizagem. Ao considerar a complexidade do ambiente escolar e do próprio comportamento discente, esta dificuldade na identificação de fatores motivacionais fica mais evidenciada. Há diversas pesquisas que tratam desta relação entre aprendizagem e motivação e sinalizam questões semelhantes.⁵¹

Tratando-se do uso de TDIC articulada à experimentação identificou-se nos conhecimentos analisados uma transposição da ideia de motivação em torno do experimento com a manipulação de materiais pela ideia de entretenimento que as TDIC articuladas a essas atividades poderiam propiciar em situações de experimentação,

fomentando assim uma suposta motivação e aprendizagem. O registro do participante L, por exemplo, associa as atividades experimentais articuladas às TDIC à ideia do “brincar”.

[...] os simuladores são uma ótima opção, pois fazer um experimento na sala de aula pode ser perigoso para os alunos. Nos simuladores os alunos podem brincar de misturar com os reagentes [...]. (L4F1)

O trecho pode compartilhar uma ideia de “momento recreativo” no uso das TDIC em situações de experimentação. Clement *et al.*⁵¹ para avaliarem, por meio da análise de um questionário, a motivação discente para realizar atividades didáticas de Física consideraram em seu instrumento de pesquisa palavras como “diversão”, “interessante”, “legal” e “agradável”, uma vez que essas podem remeter ao entendimento de estudantes de motivação. A ideia de brincadeira que articula TDIC à experimentação parece estar em consonância, em alguma medida, com um entendimento sobre diversão. Contudo, a maneira como a escola tem se apropriado desses meios digitais ainda não corresponde ao seu uso real no cotidiano das pessoas.⁵² Hodson⁴, como já destacado, há quase três décadas, já ressaltava a não unicidade discente em relação à motivação para realizar experimentos. De forma semelhante, pode-se refletir se o uso de TDIC associada às atividades experimentais em situações de ensino, por si só, promoverá a motivação discente para aprendizagem.

Os discursos sobre o uso de TDIC articulado às atividades experimentais a partir de um caráter prioritariamente “lúdico” ou “prazeroso” podem estar vinculados a uma compreensão que secundariza potencialidades das TDIC. O uso de TDIC como ferramentas de auxílio secundário no processo de ensino de Química/Ciências, de modo geral, e, na experimentação, em particular, constituiu um conhecimento explicitado nos portfólios. O trecho a seguir exemplifica o exposto:

Uma das principais utilizações das mídias tecnológicas em aulas, tanto no ensino fundamental e médio, é para mostrar vídeos sobre o contexto histórico, experimental e aplicação no dia-a-dia. Porém, apesar de grande potencial, grande parte desses vídeos são apenas para cunho de curiosidade. (M1F3)

As TDIC por muitos ainda são tratadas prioritariamente como meios paralelos de sanar dúvidas e curiosidades. Entende-se que ainda há pouca evidência de que seu uso represente incondicionalmente uma melhora na aprendizagem no ensino formal.⁵² Segundo Buckingham⁵³ isso ocorre devido à grande lacuna que persiste no ensino formal e seus modos de desenvolvimento quando comparada às novas vivências cujos estudantes, fora da escola, lidam com um universo cada vez mais saturado de mídia digitais. Costa, Duqueviz e Pedroza⁵², apoiadas na literatura, entendem que “novas formas de aprendizagem surgiram por meio da interação, comunicação e do acesso à informação propiciadas pelas TDIC” (p. 604) e isso reflete intimamente na formação de novos professores, bem como em suas reflexões sobre a prática docente e proposições de possibilidades de desenvolvimento de atividades experimentais.

Em planos de aula que contemplassem o uso de TDIC em situações de experimentação, participantes trouxeram propostas como a que segue:

Um roteiro com o experimento será entregue para cada equipe, juntamente com uma tabela para anotações das observações. Cada equipe receberá, também, quantidades diferentes do catalisador (informação fornecida aos alunos).

Ao fim do experimento, todas as equipes compartilharão seus resultados com a turma e guiados pelo professor, já no laboratório de informática, trabalharão o tratamento de dados, gerando um gráfico de tempo vs quantidade do catalisador. (D2F1)

O participante D, ao elaborar seu plano de aula procura sinalizar uma socialização dos dados obtidos no experimento. Contudo, a TDIC neste caso é completamente secundária. Limitar o uso das TDIC nas atividades experimentais pode minimizar suas contribuições ao processo de ensino e aprendizagem. O uso indicado pelo participante difere, por exemplo, do proposto por Halfen *et al.*⁵⁴ para utilização de recursos multimídia articulados a experimentos químicos em sala de aula, como uma proposta para o ensino de Química Orgânica, no qual os autores propõem um conjunto de experimentos com projeção ao vivo de suas imagens por meio de recursos audiovisuais, possibilitando aos alunos oportunidades de interação e interferência nos experimentos, a fim de serem agentes ativos do processo de aprendizagem. Segundo os autores⁵⁴, por meio desta proposta, um grande grupo de estudantes pode ser atingido, utilizando pequenas quantidades de reagentes e materiais. Promovendo, desta forma, momentos mais ricos para discussões que auxiliam na compreensão de conceitos básicos da disciplina.

Já o participante C explicitou:

Em relação ao uso da tecnologia articulado às atividades experimentais vejo que pode ser algo que auxilia essas aulas, mas não substitui. Auxiliar [...] com simuladores que demonstram como será uma prática, por falta de reagentes, por exemplo, não pode ser feita, mas demonstrada por ali. (C1F5)

O licenciando C caracteriza o uso secundário das TDIC na experimentação a partir do momento em que coteja as atividades experimentais presenciais de bancada com aquelas mediadas pelas TDIC de maneira a inferiorizar essas últimas. Zacharia e Constantinou¹² compararam os efeitos da manipulação virtual e física em experimentos para a aprendizagem a respeito do conceito de calor e temperatura e concluíram que ambas contribuem para essa aprendizagem. Finkelstein *et al.*¹¹ e Tarekgn¹³ também sinalizam o potencial das simulações experimentais para favorecer a aprendizagem de conceitos.

Hodson⁵⁵ chama a atenção para o *status* elevado da experimentação em profissões relacionadas às Ciências da Natureza e isto, de certa forma, vem reverberando no Ensino de Química/Ciências. O fato de experimentos serem tão largamente utilizados na pesquisa em Ciências, em geral, e a não distinção dos papéis da experimentação na pesquisa e no ensino colabora para o entendimento de que os professores de Ciências se tornem condicionados a considerar a aquisição de “habilidades práticas” da investigação científica como parte incondicional do ensino.

O conhecimento que prioriza as atividades experimentais presenciais de bancada em detrimento de outras possibilidades de experimentação articulada às TDIC foi também sinalizado por A:

[...] há pontos negativos como a falta de contato dos alunos com os materiais de laboratório sem o manuseio dos equipamentos, o que às vezes chama mais atenção dos alunos do que atividades feitas pelo computador, algo presente e normal no dia a dia da maioria dos alunos. (A4F1)

Ainda perdura o conhecimento de que o contato com vidrarias e equipamentos de um laboratório de bancada é fundamental

à aprendizagem de Química/Ciências. A ideia de estudantes mexendo em objetos físicos em uma situação de experimentação ainda é identificada fortemente no imaginário de muitos como participação ativa no processo educativo.⁴⁹ Entretanto, há na literatura apontamentos que indicam que esta é uma compreensão limitada sobre a participação em atividades experimentais.^{47,49} Há casos de estudantes que seguem o “passo-a-passo” no laboratório, mas que afirmam não ter compreendido devidamente os conteúdos.⁵⁶

Os conhecimentos sobre atividades experimentais articuladas às TDIC expostos aqui perpassam situações que, segundo os participantes, os fazem ficar restritos ao algoritmo do artefato tecnológico utilizado, o qual supostamente traria como aspectos negativos a não vivência de condições adicionais que poderiam ser exploradas em um experimento de bancada. Entretanto, cabe ressaltar que estes também são problemas enfrentados pelos docentes em atividades experimentais realizadas presencialmente em laboratórios, visto que o uso irrefletido de experimentos no Ensino de Química nestes espaços pode surtir resultados apontados acima.

Portanto, o grupo de licenciandos explicitou conhecimentos relacionados ao suposto caráter incondicional das atividades experimentais na promoção da motivação, que tornam secundárias tais atividades quando vinculadas às TDIC, sobretudo quando comparam o potencial da experimentação articulada às TDIC para apropriação de conhecimentos procedimentais. Esses conhecimentos foram, de acordo com a proposta caracterizada preliminarmente, tenazmente problematizados. Contudo, interpreta-se como necessária a insistência na proposição de momentos para problematização destas questões com sujeitos em formação a partir do diálogo transversal de componentes curriculares na matriz curricular de cursos de licenciatura em Química para que conhecimentos como os trazidos aqui possam ser repensados.

Consciência máxima possível: conhecimentos acerca das possibilidades e das limitações da inserção de tecnologias digitais na experimentação

Um conhecimento acerca das possibilidades efetivas no uso das TDIC em associação à experimentação diz respeito a questões de segurança. No ambiente escolar é muito comum a ausência de condições adequadas para manipulação de equipamentos e de reagentes. É comum também ausência completa de laboratórios de ciências. Neste sentido, a experimentação associada às TDIC surge como uma das alternativas que traz segurança para os estudantes e é tão rica em possibilidades de exploração de conteúdos químicos conceituais quanto as propostas mais conhecidas que envolvem a presencialidade. O uso de simuladores e vídeos foi trazido em registros do participante I:

Além de anular os possíveis riscos [...], os vídeos são ferramentas ideais para explicações envolvendo experimentos, como neste caso, não perdendo em qualidade ao abordar o assunto proposto. Cabe exaltar também a existência do Estatuto da Criança e do Adolescente, de forma a proteger os estudantes inseridos nessa faixa etária de atividades situações (sic) em que possam estar vulneráveis a certos perigos, acidentados e exposições. (I6F2)

No Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA)⁵⁷ perpassa a defesa pelo zelo à manutenção da integridade física de crianças e adolescentes, como explicitado no Art 17: “o direito ao respeito consiste na inviolabilidade da integridade física, psíquica e moral da criança e do adolescente, abrangendo a preservação da imagem, da identidade, da autonomia, dos valores, idéias e crenças, dos espaços

e objetos pessoais”. Por esse motivo, dentre outros, o esforço para a predisposição na escolha de experimentos minimamente invasivos à saúde de estudantes é importante e o uso da experimentação associada às TDIC no ensino de Química/Ciências pode ser considerado.

Outro aspecto importante é a utilização inadequada de reagentes, bem como a geração e descarte indevido de resíduos químicos. Uma alternativa são as atividades experimentais que se utilizam de equipamentos modernos e menos poluentes, minimizando assim a geração de resíduos. O uso de simulações computacionais, também pode colaborar no desenvolvimento de experimentos para os quais não se consegue tratar ou evitar os resíduos.⁴⁷ O participante D explicita conhecimentos em harmonia com o exposto:

O uso de simulações para o ensino de química pode ser um forte aliado ao processo de aprendizado dos alunos. Além de reduzir os riscos que alguns experimentos possam conter, bem como a geração de resíduos, grande parte dos simuladores se encontra disponível gratuitamente na internet, e dessa forma o aprendizado transcende o ambiente de sala de aula, podendo ser explorado em casa, como complemento ao modo de condução das aulas do professor. (D4F1)

Freire² traz a ideia do que fazer educativo que ajude o sujeito a se conscientizar em torno de sua problemática, de sua condição de pessoa, e, por isso de sujeito, na qual o fará se instrumentalizar para as suas ações. Desta forma, pensar em experimentação associada às TDIC de uma maneira não passiva faz parte deste entremear nas ações de educador e educando no ambiente escolar.

Além disso, as possibilidades que as TDIC permitem como a de pausar, voltar ou avançar em um vídeo ou de mudar parâmetros variados em um simulador são características a serem consideradas na relação do sujeito com um artefato tecnológico em situações de aprendizagem. O participante K apresentou conhecimentos nesta direção:

[...] esse recurso permite com que o aluno repita o experimento o número de vezes que for necessário até a total compreensão. Permite uma flexibilidade maior em comparação a uma prática experimental [presencial], no sentido de que nas simulações por exemplo pode se trabalhar com diferentes reagentes, massas, volumes etc. (K4F1)

Sabe-se que o uso educativo das simulações pode favorecer as habilidades de resolução de problemas dos alunos.⁵⁴ O uso educacional de simulações oferece a oportunidade de estudar as propriedades de um modelo por meio da coleta e análise de dados ou informações fornecidas por programas de computador. Amadeu e Leal⁵⁸ chamam a atenção que a discussão sobre as possibilidades de uso do computador como ferramenta pedagógica vêm sendo pesquisada há várias décadas. A experimentação no Ensino de Física neste contexto tem sido a mais explorada.⁵⁴ Os autores ressaltam que a simulação de experimentos de Física tem permitido estudos em condições que seriam difíceis, ou até mesmo impossíveis de serem aplicadas na prática.

Assim, a proposição da experimentação, seja ela com ou sem a associação às TDIC, deve estar apoiada em objetivos explícitos considerando a tipologia de conteúdo supracitada, não se reduzindo aos conteúdos procedimentais acreditando-se que automaticamente os demais conteúdos conceituais, factuais e atitudinais sejam aprendidos pelos educandos.⁵⁹ Ainda que os conteúdos procedimentais possam ser relevantes no âmbito das atividades experimentais, esses precisam ser explicitamente abordados em articulação aos demais tipos de conteúdo. Pautar-se somente em um dos tipos de conteúdo em

detrimento dos demais incorre no equívoco de não compreender os papéis da experimentação nos diversos contextos de ensino e pesquisa.

A inserção de TDIC em situações de ensino, como as atividades experimentais, não é por si só autoexplicativa e autossuficiente em relação à aprendizagem.⁵⁸ O uso de TDIC pode ser tão tradicional quanto uma atividade experimental de bancada planejada para ocorrer presencialmente. Por isso, os motivos para sua escolha como possibilidade pedagógica têm que ser objeto de problematização a fim de não se incorrer ao equívoco de “adaptar” uma situação que se considera “inovadora” em velhos moldes de uma educação bancária.² O licenciando B explicitou conhecimentos desta natureza:

O uso de simulações, assim como todas as estratégias didáticas empregadas, deve ser utilizada (sic) tendo em mente o objetivo. Como ferramenta didática, o uso de simulações pode ser extremamente benéfico, uma vez que é possível realizar práticas virtuais que não seriam possíveis para alunos do ensino fundamental realizar, reduzindo o risco e os custos associados à prática. Contudo, assim como em uma prática normal, cuidados devem ser tomados, sendo que os conteúdos abordados devem ser tecidos de forma a contribuir para o aprendizado dos alunos e não simplesmente expostos de forma que os alunos devam “virar-se” para entender os conceitos e suas interpelações com o mundo natural. (B4F1)

Compreende-se que os conhecimentos trazidos pelos participantes se caracterizam como importantes para o movimento de ressignificação dos papéis docentes, da própria experimentação e da associação das TDIC a ela a fim de alcançar novos níveis de consciência.

Em síntese, os conhecimentos explicitados nos portfólios também dão indicativos de possíveis apropriações de conhecimentos que questionam as atividades experimentais associadas às TDIC como autoexplicativas. Percebe-se certo entendimento de que as simulações, assim como demais possibilidades proporcionadas pela tecnologia digital atual, podem trazer grande enriquecimento para o Ensino de Química/Ciências. Contudo, não se sustenta aqui a ideia de substituição por completo das atividades experimentais de bancada presenciais. As TDIC articuladas às atividades experimentais podem colaborar, entre outros aspectos, em situações que envolvem impossibilidades na prática presencial, como alto custo financeiro, baixa segurança, alta insalubridade, risco às questões ambientais e processos lentos.⁵⁸ Os conhecimentos explicitados nos portfólios apontam essas potencialidades das atividades experimentais articuladas às TDIC e podem ser tomados como indicativos de apropriações decorrentes do processo formativo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo da análise foi possível identificar conhecimentos que constituem uma consciência real efetiva e uma consciência máxima possível, ou seja, conhecimentos que ainda permeiam a existência de situações-limites no que diz respeito ao uso mediatizado de TDIC na experimentação, mas também há aqueles conhecimentos que vislumbram o inédito viável para transpor esses obstáculos temporais impeditivos de avanços e aprimoramentos. A identificação de conhecimentos que se inserem neste segundo nível de consciência é tomada como um indicativo de possíveis apropriações entre licenciandos. Freire³⁴ aponta a viabilidade de não haver fronteira obrigatoriamente rígida entre conhecimentos sistematizados, objeto de estudo, e os que são considerados já ultrapassados. Por isso, entende-se que o abandono de conhecimentos mais limitados por aqueles que são fundamentados teoricamente na contemporaneidade não se dá em um processo disruptivo. A transformação de

conhecimentos perpassa, portanto, pela possibilidade de convivência entre os níveis de consciência.

Assim, dentro da categoria consciência real efetiva se apontou uma sensível tendência de se transpor a ideia de motivação associada ao uso de atividades experimentais à inserção de TDIC no Ensino de Química/Ciências. Esse conhecimento explicitado pelos licenciandos é diferente daquele identificado por Guaita e Gonçalves²⁶ entre formadores de professores da área de Ciências da Natureza, compreensões que minimizam a potencialidade, por exemplo, de atividades experimentais por meio de simulações computacionais promoverem a motivação discente quando comparadas às atividades experimentais com a manipulação de equipamentos e reagentes em laboratórios de bancada presenciais. Sejam os conhecimentos explicitados pelos licenciandos nesta pesquisa, sejam aqueles dos formadores caracterizados no trabalho supracitado, faz-se necessária uma problematização acerca das ideias das atividades experimentais como promotoras da motivação, independentemente de se articularem com as TDIC. Apreendeu-se também conhecimentos que ainda tendem a recair em usos ingênuos das TDIC. Aspectos como a não vivência de condições adicionais que poderiam ser exploradas em um experimento de bancada foram igualmente levantados como possíveis limitadores no uso de TDIC associadas à experimentação. Entretanto, cabe ressaltar que há de igual modo problemas enfrentados em laboratórios didáticos de bancada presenciais, visto que o uso irrefletido de experimentos no Ensino de Química/Ciências nestes espaços tem ocupado ampla e notável literatura, caracterizando a experimentação como um problema de investigação no Ensino de Química/Ciências.

Na categoria consciência máxima possível se evidenciou a importância da ação mediadora do docente no ato educativo a fim de mostrar o uso das TDIC para além dos vieses ferramental, secundário ou recreativo da tecnologia. Explicitaram-se ainda conhecimentos mais contemporâneos relativos à segurança de estudantes em situações de experimentação, a questões ambientais envolvidas na realização de atividades experimentais, à acessibilidade e manuseio das TDIC, ao gerenciamento do tempo proporcionado ao uso das tecnologias e à exploração de parâmetros distintos à experimentação presencial.

Os conhecimentos caracterizados como constituinte de uma consciência máxima possível relativa à articulação entre atividades experimentais e TDIC podem ser interpretados como indicativos de aprendizagens entre os licenciandos. Em alguma medida, esses resultados colaboram para realçar a dinâmica formativa adotada com ciclos de explicitação e apropriação de conhecimentos, mediados pela problematização. De outra parte, entende-se que a análise exposta contribuiu para avançar na proposição de uma abordagem de pesquisa que favoreça o exame, direto ou indireto, dos processos formativos como o promovido no contexto deste trabalho. A necessidade de avançar nesta proposição com base nas contribuições teórico-metodológicas de Paulo Freire, foi realçada por Gonçalves, Biagini e Guaita⁴⁹ em investigação acerca de conhecimentos sobre atividades experimentais no Ensino de Ciências de licenciandos em Química, também participantes de um processo formativo. Em outras palavras, compreende-se que a caracterização de conhecimentos como constituintes de uma consciência real efetiva e de uma consciência máxima possível explicitados durante a participação em um processo formativo pode ser um modo de favorecer a compreensão de possíveis aprendizagens, assim como do próprio processo.

REFERÊNCIAS

- Lapa, A. B.; Belloni, M. L.; *Revista Perspectiva* **2012**, *30*, 175.
- Freire, P.; *Pedagogia do oprimido*, 17th ed, Paz e Terra: Rio de Janeiro, 1987.
- Machado, A. A.; Amaral, M. A.; *Ciência & Educação* **2021**, *27*, 1
- Hodson, D.; *Enseñanza de las Ciencias* **1994**, *12*, 299.
- Eichler, M.; Del Pino, J. C.; *Quím. Nova* **2000**, *23*, 835.
- Giordan, M.; *Ciência & Educação* **2005**, *11*, 279.
- Giordan, M.; *Computadores e linguagens nas aulas de ciências*, 1th ed, Unijuí: Ijuí, 2008.
- Machado, A. S.; *Quím. Nova na Esc.* **2016**, *38*, 104.
- Seery, M. K.; O'Connor, C. Em *E-Learning and Blended Learning in Chemistry Education*; J. García-Martínez; E. Serrano-Torregrosa, eds.; Wiley: Germany, 2015, cap. 26.
- Zacharia, Z.; *J. Res. Sci. Teach.* **2003**, *40*, 792.
- Finkelstein, N. D.; Perkins, K. K.; Adams, W.; Kohl, P.; Podolefsky, N.; *Physics Education Research Conference* **2005**, *1*, 101.
- Zacharia, Z.; Constantinou, C.; *P. Am. J. Phys.* **2008**, *76*, 425.
- Tarekegn, G.; *Latin-American Journal of Physic Education* **2009**, *10*, 506.
- De Jong, T.; Linn, M. C.; Zacharia, Z.; *Science* **2013**, *340*, 305.
- Calderón, S. E.; Núñez, P.; Di Laccio, J. L.; Iannelli, L. M.; Gil S.; *REurEDC* **2015**, *12*, 1, 212.
- Valverde Crespo, D.; Antonio, D. P. B.; Joaquín, G. S.; *Enseñanza de las Ciencias* **2017**, *Extra*, *1*, 1667.
- Jeschofnig, L. & Jeschofnig, P.; *Teaching Lab Science Courses Online: Resources for Best Practices, Tools, and Technology*; 1th ed., Jossey-Bass: San Francisco, 2011.
- Caetano, T. C.; *RBEF*, **2021**, *43*, 1.
- Mir, C. M. G. G. *Dissertação de Mestrado*, Universidade Estadual de Campinas/UNICAMP, Brasil, 2018.
- Faria, R. C. B. *Tese de Doutorado*, Universidade Estadual de Campinas/UNICAMP, Brasil, 2019.
- Labremoto. *IFQ*. Universidade Federal de Itajubá. <https://labremoto.unifei.edu.br>.
- Rexlab. *UFSC*. <https://rexlab.ufsc.br>.
- Roque, T. C.; Benedit M. L.; Medeiros, J. S.; *Braz. J. of Develop* **2019**, *5*, *10*, 23708.
- Heckler V; Motta, C. S. e Galianzi, M. do C.; *EmRede. Revista de Educação a Distância* **2015**, *2*, 129.
- Heckler V; Motta, C. S.; e Galianzi, M. C.; *EaD em foco: Revista Científica em Educação a Distância* **2015**, *5*, 102.
- Guaita, R. I.; Gonçalves, F. P.; *Tecné, Episteme y Didaxis*, **2020**, *47*, 179.
- Delizoicov, D.; *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia* **2008**, *1*, 37.
- Delizoicov, D.; *Tese de Doutorado*, Universidade de São Paulo, Brasil, 1991.
- Delizoicov, D.; *Dissertação de Mestrado*, Universidade de São Paulo, Brasil, 1982.
- Angotti, J. A. P.; *Dissertação de Mestrado*, Universidade de São Paulo, Brasil, 1982.
- Francisco Junior, W. E.; Ferreira, L. H.; Hartwig, D. R.; *Quím. Nova na Esc.* **2008**, *30*, 34.
- Jesus, E. M.; Veloso, L. A.; Maceno, N. G.; Guimarães, O. M.; *Ciência em Tela* **2011**, *4*, 1.
- Costa, L. S. O.; Ribeiro-Vilela, E. B.; Oliveira, B. R. S.; Jesus, E. F.; *Tecné, Episteme y Didaxis* **2014**, número extraordinário, 100.
- Freire, P.; *Extensão ou comunicação?*, 8th ed, Paz e Terra: Rio de Janeiro, 1985.
- Freire, P.; *Pedagogia da Autonomia*, 1th ed, Paz e Terra: Rio de Janeiro, 1996.
- Goldmann, L.; *The human Sciences and Philosophy*. 1th ed, Jonathan Cape: London, 1969.
- Freire, P.; *Conscientização: teoria e prática da libertação: uma introdução ao pensamento de Paulo Freire*. 3th ed., Moraes: São Paulo, 1980.



38. Silva, R. M.; Solino, A. P. B.; Sousa, P. S.; Novais, E. S. P.; Fonseca, K. N.; Gehlen, S. T.; *Investigações Em Ensino de Ciências* **2016**, 21, 127.
39. Freire, P.; Guimarães, S.; *Sobre Educação (Diálogos)*, 2th ed, Paz e Terra: Rio de Janeiro, 1984.
40. Freire, P.; Shor, I.; *Medo e Ousadia*, 18th ed, Paz e Terra: Rio de Janeiro, 1988.
41. WHO; *World Health Organization* **2020**.
42. F. N.; Silva, R. A.; Renato, G. A.; Suart, R. C.; *Revista Docência do Ensino Superior* **2020**, 10, 1.
43. Galiuzzi, M. C. ; Rocha, J. M. B.; Schmitz, L. C.; Souza, M. L.; Giesta, S.; Gonçalves, F. P.; *Ciência & Educação* **2001**, 7, 249.
44. <https://www.correio24horas.com.br/noticia/nid/no-brasil-73-dos-professores-usam-internet-em-sala-de-aula-aponta-pesquisa/>, acessada em Maio 2017.
45. Santaella, L.; *Signo y Pensamiento* **2012**, 31, 30.
46. Gonçalves, F. P.; Marques, C. A. *Quím. Nova* **2011**, 34, 899.
47. Gonçalves, F. P.; Marques, C. A. *Quím. Nova* **2012**, 35, 837.
48. Giordan, M.; *Quím. Nova na Esc.* **2015**, 37, 154.
49. Gonçalves, F. P.; Biagini, B.; Guaita, R. I.; *Investigações em Ensino de Ciências* **2019**, 24, 101.
50. Moraes, R.; *Ciência & Educação* **2003**, 9, 191.
51. Clement, L.; Custódio, J. F., Rufini, S. E.; Alves Filho, J. P.; *Revista Quadrimestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional* **2014**, 18, 45.
52. Costa, S. R. S.; Duqueviz, B. C.; Pedroza, R. L. S.; *Psicol. Esc. Educ.* **2015**, 19, 603.
53. Buckingham, D.; *Beyond technology: rethinking learning in the age of digital culture*, eds.; J. Pettersen: Wiley: New York, **2009**, cap. 1.
54. Halfen, R. A. P.; Bohrz Nachtigall, S.; Merlo, A.; Trajano Raupp, D.; *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* **2020**, 19, 270.
55. Hodson, D.; *Educational Philosophy and Theory* **1988**, 20, 53.
56. Guimarães, C. C.; *Quím. Nova na Esc.* **2009**, 31, 198.
57. Brasil; *Lei no 8.069, de 13 de julho de 1990*. 1990
58. Amadeu, R.; Leal, J. P.; *Enseñanza de las Ciencias* **2013**, 31, 177.
59. Zabala, A.; *A prática educativa, como ensinar*, 1th ed, Artmed: Porto Alegre, 2010.