

O uso do software PhyPhox em Atividades Experimentais de Ciências

The use of PhyPhox software in Experimental Science Activities

El uso del software PhyPhox en actividades de ciencias experimentales

Dioni Paulo Pastorio (dionipastorio@hotmail.com),

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Brasil.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6981-5783>

Resumo

Neste trabalho, apresenta-se uma discussão sobre a evolução das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) na sociedade contemporânea, partindo de uma comparação entre a comunicação humana em diferentes fases históricas, a fim de justificar a importância da reflexão e utilização das TDIC para dentro da escola e em especial dos processos de ensino e aprendizagem. A literatura da área de Ensino aponta que as TDIC se apresentam como ferramentas de interesse do professor em sua prática profissional, uma vez que são instrumentos próximos da realidade dos estudantes que adentram a educação básica brasileira. Partindo dessa premissa, busca-se ainda fomentar o diálogo entre a utilização das TDIC como instrumentos culturais, utilizando o referencial histórico-cultural de Vigotski. Por fim, discute-se a apresenta-se um *software* enquanto recurso didático para atividades didáticas experimentais investigativas, o qual tem potencial para o desenvolvimento das Funções Psicológicas Superiores.

Palavras-chave: Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação; Ensino de Ciências; Atividades Experimentais; Referencial Histórico-cultural; Funções Psicológicas Superiores.

Abstract

In this work, a discussion is presented on the evolution of Digital Information and Communication Technologies (DIT) in contemporary society, starting from a comparison between human communication in different historical phases, in order to justify the importance of reflection and use of TDIC into the school and especially the teaching and learning processes. The literature in the area of Teaching points out that TDIC are presented as tools of interest to teachers in their professional practice, since they are instruments close to the reality of students who enter Brazilian basic education. Based on this premise, we also seek to encourage dialogue between the use of TDIC as cultural instruments, using Vygotsky's historical-cultural reference. Finally, software is discussed and presented as a teaching resource for investigative experimental teaching activities, which has potential for the development of Higher Psychological Functions.

Keywords: Digital Information and Communication Technologies; Science teaching; Experimental Activities; Historical-cultural Reference; Higher Psychological Functions.

Resumen

En este trabajo se presenta una discusión sobre la evolución de las Tecnologías de la Información y la Comunicación Digital (TID) en la sociedad contemporánea, a partir de una comparación entre la comunicación humana en diferentes fases históricas, con el fin de justificar la importancia de la reflexión y el uso de las TDIC en la escuela y especialmente los procesos de enseñanza y aprendizaje. La literatura en el área de Enseñanza señala que los TDIC se presentan como herramientas de interés para los docentes en su práctica profesional, ya que son instrumentos cercanos a la realidad de los estudiantes que ingresan a la educación básica brasileña. Partiendo de esta premisa, también buscamos fomentar el diálogo entre el uso de las TDIC como instrumentos culturales, utilizando el referente histórico-cultural de Vygotsky. Finalmente, se discute y presenta el software como un recurso didáctico para actividades docentes experimentales investigativas, que tiene potencial para el desarrollo de las Funciones Psicológicas Superiores.

Palabras-clave: Tecnologías de la Información y las Comunicaciones Digitales; Enseñanza de las ciencias; Actividades Experimentales; Referencia histórico-cultural; Funciones Psicológicas Superiores.

AS TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TDIC)

A comunicação humana é um processo que tem evoluído rapidamente nos últimos anos (Lopes; Pastorio; 2024). Ao comparar, as formas de comunicação do mundo nos anos 50 e, em particular, atualmente, percebe-se situações bem distintas entre si. Se, na década de 50, esse tipo de atividade era marcada pela utilização de rodas de conversas, jornais e revistas impressas em papel e a utilização de rádio e televisão (especialmente, o rádio pelo seu longo alcance), o atual cenário aponta para a utilização de recursos tecnológicos bem mais modernos: revistas e jornais impressos são raridade em meio a notícias publicadas em meios digitais utilizando os computadores e *smartphones*, impulsionados pelo uso desenfreado da *internet*; de modo que o rádio e a televisão têm apresentado índices de acesso cada vez menores nos últimos anos¹ em comparação com o computador e o celular e, por fim, as rodas de conversas são marcadas por “diálogos digitais”, em que

1 <https://www.cetic.br/pesquisa/educacao/>



comumente grupos comunicam-se por meio de redes sociais, preferindo estes ao diálogo entre os pares.

Tenha-se apreço ou não pela ascensão desses recursos tecnológicos no processo de comunicação, a análise acima reproduz um cenário crítico e de discussão necessária: como trabalhar com as tecnologias ou recursos digitais tecnológicos frente aquilo que chamamos de sociedade da informação? Isto é, como a escola prepara-se para receber esse estudante nascido na era digital e como se dá a relação com os docentes, visivelmente menos experenciados com esse tipo de recursos?

Conforme destaca Coll (2010):

o mundo atual vive em constante mudança, o que exige uma capacidade de readequação e ressignificação de papéis e das formas de trabalhar. Isso fica evidente na chamada sociedade da informação, onde a crescente circulação de informação e conhecimento vem acarretando mudanças irreversíveis nas formas de trabalho e de relacionamento (Coll, 2010, p. 49)

Corroborando as ideias do autor de que essas mudanças são significativas e invariavelmente devem ou chegarão até a escola básica, é imprescindível que se discuta essa questão com maior ênfase, aproximando esse “*locus*” da sociedade como um todo, levando à reflexão e à utilização dessas tecnologias também para a esfera escolar.

Neste sentido, a sociedade atual experimenta um forte apelo de revolução tecnológica praticamente em tempo real. Ano após ano, as grandes empresas de eletroeletrônicos, automotivos, eletrodomésticos, computadores, *smartphones* têm trabalhado no desenvolvimento de artefatos cada vez mais “modernos e tecnológicos”. É comum que fatos e notícias que acontecem na Europa e em partes do mundo sejam rapidamente disseminados e que cheguem ao conhecimento da maior parte da população quase que em tempo real – a título de exemplo, a final da copa do mundo de futebol masculino foi assistida por 1,5 bilhão de pessoas, ao vivo e em tempo real em mais de 180 países² (esse número significa praticamente um quarto de toda a população mundial).

2 https://www.espn.com.br/futebol/copa-do-mundo/artigo/_/id/11497424/fifa-divulga-1-5-bilhao-pessoas-redor-do-mundo-assistiram-final-copa-do-mundo



Apontando nessa direção, relacionada à velocidade da informação, um estudo desenvolvido pelo FGVcia (Centro de Tecnologia de Informação Aplicada) em maio de 2023³, revela que são mais de 464 milhões de dispositivos digitais (computador, *notebook*, *tablet* e *smartphone*) em uso no Brasil. Esse resultado apresenta uma relação média de instrumentos/recursos por pessoa significativa: são praticamente 2,2 recursos tecnológicos por pessoa no país. Ainda, na mesma pesquisa, são organizados os dados relativos ao uso de *smartphones*: o estudo revela que são 1,2 *smartphones* por habitante, totalizando 249 milhões de celulares inteligentes em uso. Adicionando os *notebooks* e os *tablets*, são 364 milhões de dispositivos portáteis, ou 1,7 por habitante. No país, são 3,3 celulares vendidos para um aparelho de TV, corroborando as mudanças nos processos de comunicação humana já discutidos no início. Os números acima representam o rápido e democrático acesso desses recursos à grande massa da população, indo ao encontro das perspectivas inicialmente destacadas.

Cabe salientar, em contrapartida a essa realidade, que embora os números sejam expressivos e significativos, se reconhece que isso não é universal e que admitir que uma parcela homogênea da população está no mesmo nível é falso e traz resultados insatisfatórios. É sempre importante destacar, como mostram os dados do censo TIC Brasil⁴, que a desigualdade social no país impera nessa questão, deixando classes sociais menos favorecidas com menor acesso às tecnologias digitais e que 34% dessa população sequer tem acesso à *internet*.

É nessa conjuntura que esses eventos refletem a necessidade de mudança ou, pelo menos, uma reflexão da realidade educacional do Brasil e do Mundo. Enquanto a sociedade como um todo está exposta a grandes revoluções tecnológicas, expressas em todas as áreas (engenharia, comércio, produção, telecomunicações, medicina e esportes, por exemplo) a escola básica e, por que não, as instituições de ensino superior focam e insistem em negligenciar o uso desses recursos em sala de aula, ou mesmo na organização escolar.

3 <https://portal.fgv.br/noticias/uso-ti-brasil-pais-tem-mais-dois-dispositivos-digitais-habitante-revela-pesquisa>

4 <https://www.cetic.br/pesquisa/educacao/>

Conforme destacam De Andrade e Coelho (2018, p. 890)

as tecnologias digitais incorporaram uma nova dinâmica nas relações de espaço e tempo e de fluxos: as inovações incessantes interferem nos modos de produção do conhecimento e nos processos interativos que não obedecem a coordenadas de tempo linear e cronológico. Quando voltamos nosso olhar para os processos educacionais, essa temporalidade está muito evidente, por exemplo, na cultura tecnológica dos alunos que possuem – a maioria deles – dispositivos tecnológicos móveis (celulares, smartphones, tablets), constituindo um acoplamento entre indivíduo e dispositivo, o que os permite estar ao mesmo tempo em muitos espaços e em muitos tempos.

Em relação a isso, Prensky (2001) aponta que as crianças e adolescentes (especialmente, estes últimos) pertencentes à sociedade da informação, são considerados nativos digitais, possuindo uma forte familiaridade com os meios digitais e suas tecnologias, além de uma habilidade notável para realizar múltiplas tarefas simultaneamente.

Por todo o exposto, parece necessário e fundamental rediscutir as práticas e a organização das atividades em sala de aula, repensando o uso das TDIC e, assim, compreendendo suas potencialidades e limitações para dentro dos processos de ensino e aprendizagem (Kemerich; Pastorio; Vidmar; 2023), é relevante compreender e negar a visão ingênua do uso dos recursos tecnológicos como resolução de todo e qualquer problema de sala de aula, assim como investigar e perceber aspectos das TDIC que potencializam o papel do professor em sala de aula e o de seus estudantes.

Diante disso, saber incorporar as TDIC dentro e fora de sala de aula é algo importante para ser pensado tanto nos cursos de licenciatura quanto na formação continuada de professores atuantes, para que se fundamentem em práticas habituais nas salas de aula de Física e de Ciências em especial (Neto; 2020). Nessa perspectiva Silva (2020), assinala que a integração das TDIC nesse novo formato da educação, na prática docente, constituiu-se em possibilidade para a interação, colaboração e aprendizagem dos alunos. Ao incorporar as TDIC nos ambientes educacionais, proporciona-se um processo de mudança contínuo, refletindo naturalmente no ambiente escolar uma demanda de adequação dos métodos adotados para o ensino e a necessidade de atualização do corpo docente (Santos; Sant'ana, 2020). Ademais, o uso de recursos tecnológicos variados incorporados às atividades experimentais pode proporcionar uma pluralidade metodológica considerável, potencializando a heterogeneidade dos estudantes (Lopes; Pastorio; Ramos, 2024).

Neste artigo, defende-se o uso contínuo das TDIC em práticas de ensino, sobretudo, apresentando e discutindo um recurso tecnológico digital, associado a práticas experimentais para o Ensino de Física e de Ciências em geral. Nas próximas seções, argumenta-se em favor de atividades práticas com caráter investigativo, aproximando-as do referencial histórico-cultural de Vigotski, especialmente no desenvolvimento das funções tipicamente humanas, as quais o autor intitulou de Funções Psicológicas Superiores (FPS).

O REFERENCIAL HISTÓRICO-CULTURAL DE VIGOTSKI E AS TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

A utilização das TDIC vem sendo amplamente discutida e debatida na literatura recente na área de Ensino de Ciências (Diniz; Pastorio, 2023; Lopes; Pastorio, 2023). Dessa forma, ela tenta ser corroborada e alicerçada, por meio da aproximação com diferentes teorias de ensino e aprendizagem, como forma de diálogo e consolidação em termos de pesquisa. Nesta seção, busca-se aprimorar o diálogo das TDIC com o referencial histórico-cultural apresentado por Vigotski.

A teoria de Vigotski, tem como objetivo central “caracterizar os aspectos tipicamente humanos do comportamento e elaborar hipóteses de como essas características se formaram ao longo da história humana e se desenvolvem durante a vida de um indivíduo” (Vigotski, 1991, p. 22).

Neste sentido, Vigotski (1978; 1998) observou que, no intercâmbio social humano, as pessoas, diferentemente dos animais, utilizam, além de objetos físicos (e culturais como destaca o autor) encontrados no mundo, também representações mentais (simbólicas) que substituem objetos do mundo real, durante o processo da mediação. Para o referido autor, no meio social, há signos culturais - categorias da linguagem verbal e não verbal - que mediam as relações entre os seres humanos, em seus contextos sociais. Segundo Rodrigues e Angotti (2023), os signos são instrumentos psíquicos que representam o mundo real dentro de nosso universo mental, ampliando a nossa capacidade de comunicar aquilo que nós compreendemos.

Em contrapartida, Vigotski (1997) destaca que os instrumentos interpõem-se fisicamente entre o homem e o mundo, ampliando as possibilidades de interação do homem com o meio, porém de maneira diferente dos signos. Eles representam a relação existente entre o indivíduo e o mundo externo, por meio de recursos construídos a partir da cultura e do contexto humano.

Em suma, nesse contexto, para Vigotski (1997), a mediação é um processo que necessita de dois elementos centrais para ser desenvolvida; os signos (construções mentais) e instrumentos (recursos físicos existentes). E é exatamente sobre essa óptica que analisaremos e discutiremos a inserção das TDIC: como recursos ou instrumentos culturais nos processos de mediação entre o mundo e o sujeito.

Conforme destaca Kurtz (2016), tendo Vigotski escrito em 1930, não poderia, obviamente, ter incluído *hardware* e *software* em seus escritos – assim como outras discussões que abarquem o uso das tecnologias em sala de aula; no entanto, é possível perceber sua teoria, no contexto vigente, como perfeitamente adequada, aplicando-se a esses instrumentos culturais. É perceptível a necessidade do reconhecimento, a partir das considerações da autora, que novos instrumentos culturais são desenvolvidos pela capacidade humana e, assim sendo, precisam fazer parte dos elementos de mediação; o que acarreta novos processos de comunicação.

Logo, as TDIC são instrumentos culturais que podem ser utilizados pelos professores para potencializar os processos de ensino e aprendizagem. As TDIC nascem a partir de um processo de evolução histórica e, sobretudo, humana, sendo factível e necessária sua aproximação com as culturas locais, as quais estejam relacionadas. *Smartphones* e computadores são instrumentos culturais, moldados e construídos a partir das necessidades humanas atuais. Há uma íntima relação cultural entre a sociedade atual e nossos estudantes para com os desenvolvimentos desses recursos. Assim sendo, a aproximação das TDIC como instrumentos culturais não é só clara e trivial - é necessária, uma vez que, quando bem-sucedida, pode levar o estudante ao desenvolvimento das Funções Psicológicas Superiores (FPS) (Pastorio *et al.*, 2024).

Pastorio e colaboradores (2024, p. 484), destacam que:

as TDIC, possibilitam novas formas de externalização de signos e qualificam a internalização de sistemas simbólicos da tecnologia, proporcionando uma mudança no processo de mediação entre professor e estudantes, estudantes e conteúdo, e estudante e instrumento.

Conforme destacam os autores, a utilização das TDIC possibilita um ganho nos processos de mediação envolvendo os sujeitos dos processos de ensino e aprendizagem, uma vez que traz a esse contexto um instrumento com características contrastantes em relação àqueles que estamos acostumados a ver (quadro e giz, por exemplo). O uso de artefatos culturais associados à tecnologia dinamiza os processos e fomenta o desenvolvimento de diferentes competências e habilidades nos estudantes.

Nessa linha, relacionando o aprendizado e as FPS, Fett e Nébias (2008), explicitam que:

ao longo de sua história, o ser humano usa instrumentos como elementos mediadores para aprender e, conseqüentemente, desenvolver as funções psicológicas superiores típicas de sua espécie, as quais estão relacionadas aos mecanismos intencionais e às ações conscientemente controladas, tais como planejamento, memória, atenção voluntária, imaginação, linguagem (Fett; Nébias, 2008, p. 104).

Assim sendo, as TDIC potencializam o desenvolvimento dessas funções tipicamente humanas, as quais são desenvolvidas ao longo da vida. Além disso, entende-se que alguns recursos tecnológicos em especial, quando envolvidos em atividades didáticas bem planejadas e organizadas pelos docentes, podem proporcionar o desenvolvimento de aprendizados ainda não conhecidos pelos sujeitos. Na próxima seção, apresenta-se um aplicativo para *smartphone* intitulado PhyPhox, o qual pode ser útil no desenvolvimento de atividades didáticas de ciências.

O APLICATIVO PHYPHOX

Conforme tem-se apontado neste artigo, a utilização do *smartphone* tornou-se habitual na sociedade como um todo, a partir da rápida democratização em seu acesso. Logo, a inserção deles em sala de aula tornou-se um processo automático e natural. Dentre as possibilidades de uso, destaca-se a utilização do aplicativo PhyPhox.



O Phyphox é um aplicativo para *smartphones* gratuito para Android e iOS, criado pelo 2º Instituto de Física da RWTH Aachen University, na Alemanha, que permite usar os sensores de um celular para realizar experimentos de Física (Phyphox, 2016). Seu uso enquanto ferramenta didática para o Ensino de Física e de Ciências vem ganhando força nos últimos anos e, atualmente, é considerado um recurso bastante útil para o desenvolvimento de atividades didáticas experimentais, desenvolvidas tanto na Educação Básica, quanto no Ensino Superior (Vieira; Lara; Amaral, 2014; Staacks *et al.*, 2018; Santos *et al.*, 2019; Rodrigues; Angotti, 2023).

Segundo Rodrigues e Angotti (2023), o Phyphox tem algumas características que se destacam e que elevam as suas potencialidades enquanto recurso didático, as quais destacamos abaixo:

a) o *site* do aplicativo⁵ sugere experimentos físicos já realizados (Experiments – phyphox). Ainda apresenta em vídeos o desenvolvimento da atividade experimental como um exemplo ao docente e estudantes interessados em sua reprodução;

b) ele exporta dados para os formatos mais usados, como o Excel ou outras planilhas de coleta e análise de dados de código aberto, por exemplo, facilitando, assim, a interpretação, análise e interpolação dos dados oriundos do experimento físico desenvolvido com o auxílio do aplicativo;

c) os experimentos podem ser realizados em função dos sensores escolhidos – basicamente, isso dependerá das funções que o *smartphone* utilizado na atividade experimental dispõe;

d) os resultados experimentais oriundos da utilização do aplicativo podem ser acompanhados por um computador, por um *tablet* ou por outro *smartphone*, todos conectados na mesma rede, possibilitando o desenvolvimento de atividades em grupo e no formato colaborativo.

⁵ <https://phyphox.org/>

Além destes, salienta-se um quinto elemento de interesse e que destaca a relação com as TDIC mais contemporâneas, dialogando com a dinamicidades dos estudantes e professores:

e) a existência de um canal no Youtube⁶ com 66 experimentos disponíveis, em vídeos curtos e longos, que mantém uma biblioteca digital para acesso de professores e alunos, possibilitando rápido acesso e entendimento dos recursos experimentais associados ao aplicativo.

O PhyPhox tem como premissa básica de funcionamento o uso concomitante de sensores dos telefones celulares. Os *smartphones* atuais possuem diversos sensores, como por exemplo, Sensor de luz, Barômetro, Microfone, Sensor de proximidade, Giroscópio, Acelerômetro, Sensor magnético e Receptor de GPS. Munidos desses sensores, basicamente, o *software* PhyPhox permite a leitura de dados em tempo real (analisando uma determinada situação física, expressa em um experimento real), os quais serão analisados e interpretados a partir do próprio aplicativo, que os representa por meio de gráficos, imagens ou determinação de módulo de grandezas físicas.

A figura 1 representa a interface do aplicativo, assim como os sensores disponíveis para um caso especial.

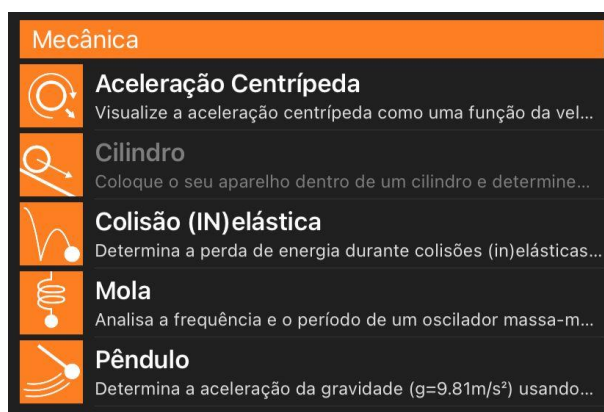
6 <https://www.youtube.com/@phyphox/videos>



Fonte: retirado do aplicativo (2024).

Figura 1 – Tela inicial do aplicativo PhyPhox.

Na figura 1, percebe-se a existência de seis diferentes sensores: aceleração (com e sem o módulo da aceleração gravitacional), giroscópio, localização, magnetômetro e pressão. A existência e disponibilidade de determinados sensores estão relacionadas com a capacidade de operação do *smartphone*, sendo bastante comum variar entre diferentes celulares. Além disso, o aplicativo também permite a divisão por módulos associados aos conteúdos da Física. As figuras 2 e 3 representam duas divisões, uma de mecânica e a outra de acústica.



Fonte: retirado do aplicativo (2024).

Figura 2 – Interface do PhyPhox destinada a experimentos de mecânica.

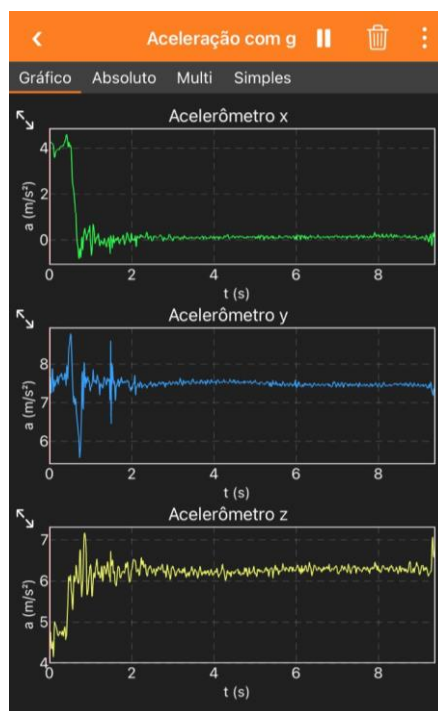


Fonte: retirado do aplicativo (2024).

Figura 3 – Interface do PhyPhox destinada a experimentos de acústica.

Ao se observar as imagens representadas nas figuras 2 e 3, percebe-se que o *PhyPhox* possibilita ao docente a categorização em termos dos conteúdos de Física estudados, indicando exatamente o experimento a ser desenvolvido. A partir dessa escolha, o professor escolhe o experimento especialmente em função de seus objetivos didáticos.

A título de exemplo, analisa-se um experimento físico específico disponibilizado no aplicativo *PhyPhox*. Neste caso, o experimento intitulado “aceleração gravitacional com g ”, disponível em uma versão iOS (iPhone). As figuras 4 e 5 correspondem à interface da medida do acelerômetro nos três eixos cartesianos (x , y e z , figura 4) e a determinação do módulo da aceleração absoluta (neste caso igual a $9,74 \text{ m/s}^2$, figura 5).



Fonte: retirado do aplicativo (2024).

Figura 4 – Interface da medida do acelerômetro nos eixos x, y e z.



Fonte: retirado do aplicativo (2024).

Figura 5 – Interface da determinação do módulo da aceleração absoluta

As interfaces mostradas nas figuras 4 e 5 representam um instante de tempo relacionado ao desenvolvimento do experimento em análise. Observa-se a capacidade demonstrativa disponibilizada no aplicativo, assim como a fácil interação do estudante com ele, possibilitando uma leitura rápida e atenta dos dados e a sua respectiva análise.

Outro ponto que merece destaque, e que também está mostrado nas figuras 4 e 5, é a linguagem simples e objetiva do aplicativo, assim como seu *design* e organização, mantendo os participantes atentos ao desenvolvimento e análise do experimento. Ademais, a interpretação dos dados em tempo real fornece um avanço para a realização da atividade experimental, permitindo correlacionar os eventos de coleta de dados, interpretação, interpolação e análise, culminando em um processo dinâmico, interativo e principalmente, formativo.

Diante disso, o aplicativo se mostra potencialmente útil para o desenvolvimento de atividades experimentais investigativas, que tenham como premissa básica a participação ativa dos estudantes, uma vez que possui características principais a dinamicidade e a interatividade, as quais são fundamentais para atividades didáticas abertas ou com caráter científico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, apresentou-se uma reflexão sobre o uso das TDIC no ambiente escolar, argumentando em favor da utilização de recursos tecnológicos por docentes e estudantes, uma vez que vivemos em uma sociedade conhecida como “sociedade da informação”, “[...] em que a usabilidade das tecnologias atingiu imensa popularidade no mundo contemporâneo, e com todo o avanço tecnológico nos últimos anos alcançam renome e vêm atraindo cada vez mais a atenção dos estudantes” (Eguez; Veloso, 2021, p. 421). Entende-se, no entanto, que há um degrau considerável entre a escola atual e a realidade dos estudantes, uma vez que as práticas desenvolvidas pelos docentes desconsideram, quase na totalidade, a utilização das TDIC nos processos de ensino e aprendizagem.

Busca-se, assim, dialogar com o referencial histórico-cultural, trazendo pontos de aproximação entre as duas perspectivas, principalmente nas contribuições de Vigotski. Os

instrumentos culturais – como o computador e o *smartphone* – discutidos na obra do autor, são fundamentais nos processos de assimilação destes estudantes, especialmente na sociedade da informação. Ainda, destaca-se que é fundamental que práticas de ensino que envolvam as TDIC sejam desenvolvidas por docentes e pesquisadores, a fim de evidenciar potencialidades e limitações de seu uso irrestrito em salas de aula, apontando e contrastando estas perspectivas aqui defendidas.

REFERÊNCIAS

- COLL, C. MONEREO, C. (Eds.). *Psicologia Da Educação Virtual: Aprender E Ensinar Com As Tecnologias Da Informação E Comunicação*. Artmed Editora S.A. Rio Grande Do Sul. 2010.
- DE ANDRADE, R. S.; COELHO, G. R. Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação em cursos de licenciatura em Física de uma universidade pública federal: “usos” estabelecidos por professores universitários no processo de formação inicial. **Caderno Brasileiro De Ensino De Física**, v. 35, n. 3, p. 888–916, 2018.
- DINIZ, V. S.; PASTORIO, D. Uma revisão sistemática da literatura sobre a construção e uso dos mundos virtuais 3D no ensino de Física. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 14, n. 2, p. 1–25, 2023.
- EGUEZ, B. A. P.; VELOSO, M. S. S. O. Uso de tecnologias da física: possibilidades contemporâneas na transmissão de conhecimentos. **Revista Insignare Scientia**, v. 4, n. 3, p. 418-431, 2021.
- FETT, A. M. M.; NÉBIAS, C. M. As mediações tecnológicas no desenvolvimento das funções psicológicas superiores. **ETD - Educação Temática Digital**, Campinas, SP, v. 7, n. 1, p. 112–141, 2008.
- GOULART, B. N., PASTORIO, D. P.; VIDMAR, M. P. O papel do professor diante das tecnologias digitais de informação e comunicação no contexto do ensino remoto emergencial de Física e Ciências. **Revista De Enseñanza De La Física**, v. 35, n. 1, p. 17-16, 2023.
- KURTZ, F. D. O papel das tecnologias de informação e comunicação na formação de professores de letras: ferramentas cognitivas e o modelo TPACK. **Encitec**, v. 15, p. 1-22, 2016.
- LOPES, E. da S.; PASTORIO, D. P. Uma revisão bibliográfica em periódicos da área de educação em ciências e matemática e ensino de física sobre Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação. **Revista Conexões – Ciência e Tecnologia**, v. 17, e022021, p. 01-12, 2023.
- LOPES, E. da S.; PASTORIO, D. P. Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação de Ensino de Física e Ciências. **Revista Tecné, Espiteme y Didáxis: TED**, v. especial

X Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias, n. 55, p. 529-532, 2024.

LOPES, E da. S.; PASTORIO, D. P.; RAMOS, M. G. Tendências de pesquisa sobre Experimentação na Educação em Ciências: um estudo exploratório. **Revista Insignare Scientia**, v. 7, n. 1, p. 41-62, 2024.

NETO, R. dos S. O uso de tecnologias no ensino de física: mitos, desafios e possibilidades. Congresso Internacional de Educação e Tecnologias. **Anais [...]**. CIET:EnPED, São Carlos, 2020.

PASTORIO, D. P.; WIRZBICKI, S. M.; GÜLLICH, R. I. da C.; WENZEL, J. S. As relações entre TDIC, Formação Docente e Referencial Histórico Cultural. **Revista Tecné, Espite y Didáxis: TED**, v. especial X Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias, n. 55, p. 483-487, 2024.

PHYPHOX: physical phone experiments. Disponível em: <https://phyphox.org/experiment/free-fall-2/>. Acesso em: 10 fev. 2024.

PRENSKY, M. **Digital Native**. MCB University Press, v. 9, n. 5, 2001.

RODRIGUES, A.; ANGOTTI, E. M. O papel dos instrumentos e signos culturais no desenvolvimento do pensamento: contribuições para a educação. **Cadernos da Fucamp**, v. 22, n. 55, p. 70-86, 2023.

SANTOS, M. S.; SANT'ANA, N. F. P. Reflexões sobre os desafios para a aprendizagem matemática na Educação Básica durante a quarentena. **Revista Baiana de Educação Matemática**, 1, p. 1-22, 2020.

SANTOS, G.; REIS, J.; SANTOS, B.; ABANTO PERALTA, M. Sequência de ensino investigativa para o ensino da lei de Hooke e movimento harmônico simples: uso do aplicativo Phyphox, o simulador Phet e GIF's. **Revista De Enseñanza De La Física**, v. 31, n. 2, p. 91-108, 2019.

SILVA, L. N. (2020). Aulas remotas no ensino de Física em tempos de isolamento social. Congresso Internacional de Educação e Tecnologias. **Anais [...]**. CIET:EnPED, São Carlos, 2020.

STAACKS, S.; HÜTZ, S.; HEINKE, H.; STAMPFER, C. Advanced tools for smartphone-based experiments: phyphox. **Physics Education**, v. 53, 045009, p. 1-6, 2018.

VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

VYGOTSKY, L. S. Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar. *In.*: VYGOTSKY, L.S; LURIA, A.R.; LEONTIEV, A. N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. 5. ed. São Paulo: Ed. Ícone, 1988.

VIEIRA, L. P., LARA; V. O. M.; AMARAL, D. F. Demonstração da lei do inverso do quadrado com o auxílio de um tablet/smartphone. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, v. 36, n. 3, p. 1-3, 2014.

Vygotsky, L.S. **Mind in Society**. Cambridge, MA. Harvard University Press. 1978.



VYGOTSKY, L. S. Estudio del desarrollo de los conceptos científicos en la edad infantil. *In: Obras Escogidas*. T. II. Segunda Edición. Madrid: Visor, p. 181-285, 1997.