

**ANÁLISE DE PROPOSIÇÕES NA CARACTERIZAÇÃO DO CTPC (TPACK) DE PROFESSORES DE FÍSICA EM DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL**  
*Analysis of propositions in the identification of the TPACK physics teachers in professional development*

**Helmo Alan Batista de Araújo** [helmo.araujo@ifc.edu.br]

**José Francisco Custódio** [j.custodio@ufsc.br]

*Universidade Federal de Santa Catarina*

*Campus Trindade, Florianópolis – SC*

*Recebido em: 07/09/2023*

*Aceito em: 18/12/2023*

### **Resumo**

O objetivo deste trabalho é buscar proposições que caracterizem o Conhecimento Tecnológico Pedagógico (CTP) a partir de crenças e atitudes de professores de Física no estágio de adaptação da tecnologia, particularmente com o Arduino em conjunto com a Plataforma Expert, durante um curso de Desenvolvimento Profissional (DP). Para tanto, obteve-se informações do CTP dos participantes através de dinâmicas e tarefas durante o período de adaptação da tecnologia vivenciada pelos docentes no curso. Desta feita, utilizou-se das informações adquiridas e da Análise Textual Discursiva para a obtenção de proposições a partir de crenças e atitudes expostas pelos docentes em respostas as atividades. Infere-se que tais proposições representam, com base factual, ações que identificam a formação ou/e desenvolvimento do CTP de professores de Física durante um curso Desenvolvimento Profissional.

**Palavras-chave:** Desenvolvimento Profissional; CTPC; Arduino.

### **Abstract**

The aim of this work is to find proposals to characterize the technological pedagogical knowledge (TPK) based on the beliefs and attitudes of physics teachers in the phase of technology adaptation, especially with Arduino associated with the expert platform, during a professional development course. (DP). For this purpose, information was obtained from the CTP of the participants through dynamics and tasks during the phase of technology adaptation experienced by the professors in the course. This time, we used the information obtained and discursive text analysis to obtain statements about the beliefs and attitudes expressed by the professor in response to the activities. From this, it can be inferred that these statements represent, on a factual basis, actions that identify the formation or/and development of physics teachers' CTP during a professional development course.

**Keywords:** Professional Development; TPACK, Arduino.

## 1 Introdução

Dentre os “recursos educacionais” essenciais para Educação de Qualidade, há tempos é reconhecido que as habilidades dos professores (sua *expertise*) são fatores especialmente importantes para a aprendizagem dos alunos com vistas a atender esse fim (Bransford; Darling -Hammond; Page, 2019, p. 1). Entretanto o desenvolvimento de habilidades depende de inúmeros fatores. Dourado e Oliveira (2009), ressaltam que para efetivação de políticas públicas que visam Educação de Qualidade são necessários indicadores atrelados a ações como:

[...] aumento dos recursos destinados à educação, regulamentação do regime de colaboração entre os entes federados, otimização e maior articulação entre as políticas e os diversos programas de ações na área; efetivação da gestão democrática dos sistemas e das escolas, consolidação de **programas de formação inicial e continuada**, articulados com a melhoria dos planos de carreira dos profissionais da educação etc. (Dourado; Oliveira, 2009, p. 206)

Ao apontar indicadores claros que permitem identificar a Educação de Qualidade, destaca-se para este trabalho a **formação continuada**, denominado doravante curso de Desenvolvimento Profissional (D.P.), como elemento fundamental no desenvolvimento da *expertise* dos professores. Entretanto, ao apontar o DP como um compromisso na direção da Educação de Qualidade, deve-se considerar o contexto social no qual ele se realiza. Castells e Cardoso (2005) e Feeenberg (1980) explicam que as relações entre a sociedade e a tecnologia em dimensões filosóficas, políticas e sociais têm sido afetadas pelas tecnologias que possibilitam atualmente produzir e disseminar informações, produtos e serviços cada vez mais rapidamente e em diferentes condições. Assim, o fruto da integração entre sociedade humana e o acesso ou não, o gosto ou desgosto pela tecnologia fornecem um novo *modus vivendi* de elementos e novas práticas de se relacionar e se comunicar na construção da cibercultura ou cultura digital (Anjo; Silva, 2018).

Com base nesta visão entende-se que “os moldes atuais da sociedade, a qual se pauta em tecnologias de informação e comunicação, indicam a necessidade de que profissionais tenham capacidades múltiplas de atuação, principalmente tendo a competência de compreender o conjunto de informações que o cerca” (Luciano, 2017, p. 14). Esta nova visão das múltiplas capacidades dos profissionais leva a questionamentos como: em qual(ais) momento os professores são preparados para essa nova realidade? Quais ferramentas tecnológicas estão disponíveis para os professores? A atual formação docente tem êxito na incorporação de TDICs no ensino e aprendizagem? E os professores já em atividade, a formação deles é capaz de subsidiá-lo e garantir um ensino voltada a essa nova cultura digital?

Uma possível resposta a tais questionamentos é apresentada por Hammernes et al. (2019, p. 306) ao explicar que “[...] em sociedades democráticas, nas quais as expectativas em relações a padrões acadêmicos e a educação equitativa são constantemente aprimorados, conforme o mundo se transforma, os professores devem estar cientes e prontos a novas aprendizagens ao longo da carreira”. Com a finalidade de sintetizar os diversos rumos diante do surgimento de tantas questões, emerge como viés deste trabalho a necessidade de compreender modificações nas crenças de professores de Física ao se apropriarem de uma nova Tecnologia Digital de Informação e Comunicação (TDIC) para o Ensino de Física.

Assim, a fim de compreender o fenômeno de modificações nas crenças dos professores, quanto ao uso de novas tecnologias sob uma óptica pedagógica, é necessário entender como se faz a adaptação da tecnologia pelos mesmos. Diante deste entendimento é apresentado um dos resultados derivado do trabalho de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da UFSC. Portanto, o objetivo deste artigo é obter proposições, durante o estágio de adaptação tecnológica, características do Conhecimento Tecnológico Pedagógico a partir de crenças e atitudes de docentes durante um curso de Desenvolvimento Profissional.

Alinhado a este objetivo é importante ressaltar que para Tinio (2011, p.7), as TDICs são ferramentas de transformação que se usadas corretamente podem promover mudanças na motivação em apreender, além de facilitar a aquisição de habilidades básicas e métodos de formação de professores. No entanto, ao introduzir TDICs em suas práticas o professor o faz como base em suas crenças pedagógicas e segundo Marcelo (2009), há investigações que se dedicam a tentar compreender como se dão as mudanças relativas ao se construir a aprendizagem dando destaque aos preconceitos e crenças dos docentes. Marcelo ainda salienta que há três categorias que influenciam as crenças dos docentes: as experiências pessoais, as experiências baseadas em conhecimento formal e as experiências de sala de aula, e alerta que:

“as crenças por vezes são descritas como estáticas, vinculadas a emoções, organizadas em sistemas e sem apoio em evidências. As crenças têm funções afetivas e valorativas, atuando como filtro de informação que influencia a forma como se usa, guarda e recupera o conhecimento.” (Marcelo, 2009, p.15)

Estas características de ordem epistemológica do indivíduo levam ao questionamento do quanto as crenças possuem potencial de atuar como viés decisório diante de situações que envolvam dissonância cognitiva na escolha de uma TDIC para prática docente. Por tanto, um entendimento adequado sobre como as modificações de crenças participam da vida profissional de um professor são importantes na promoção adequada de cursos Desenvolvimento Profissional alinhados a Educação de Qualidade.

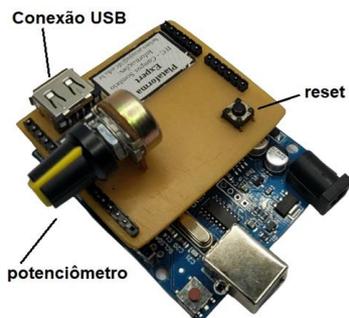
## 2 Plataforma Expert

A TDIC utilizada na promoção do curso de DP, deste trabalho, foi o Arduino em conjunto com a Plataforma Expert, tecnologia desenvolvida no Instituto Federal Catarinense (Campus Avançado Sombrio) em decorrência da busca por inovações nas práticas de ensino de Física. Trata-se de uma interface que tem como proposta facilitar elucidações, demonstrações e experimentações de fenômenos naturais de forma didática, através da disponibilização de dados ou gráficos em tempo real de modo ágil e simples conforme a necessidade dos usuários sejam professores ou alunos. Entende-se que a visualização de dados diante de um fenômeno natural permite enriquecer e estimular a discussão no ensino de Física e assim ampliar significados e a aprendizagem dos educandos (Tortosa, 2012, p. 161). Além disso, trata-se de uma tecnologia simples de operar, de baixo custo e tecnicamente viável para ser reproduzida por professores e alunos com alguma curiosidade em eletrônica básica.

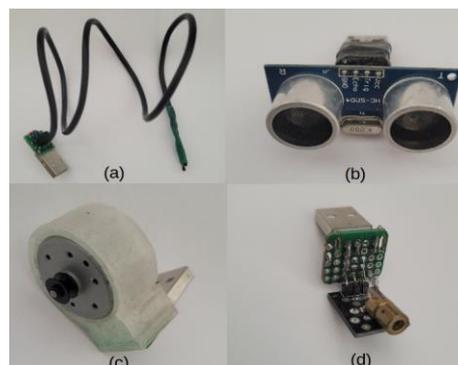
A plataforma Expert foi construída para ser utilizada em conjunto com a placa de microcontrolador Arduino e constitui-se de três elementos: o primeiro é o módulo de aquisição de dados, isto é, um *hardware* do tipo *shield*<sup>1</sup> (placa desenvolvido pelo autor) para conexão com Arduino do tipo Uno ou Mega, como mostrado na Figura 1. Essa interface possui botão de reinicialização, potenciômetro e entrada USB para que os usuários possam conectar sensores e atuadores de forma ágil e simples.

---

<sup>1</sup>Placas de circuito contendo outros dispositivos que podem simplesmente ser conectadas ao Arduino para obter funcionalidades adicionais (McRoberts, 2011, p.24).



**Figura 1:** *Shield* da plataforma Expert conectada ao Arduino Uno.



**Figura 2:** Acessórios para conexão com a interface física da Plataforma Expert: (a) sensor de temperatura, (b) sensor de distância, (c) motor de corrente contínua e (d) laser vermelho.

O segundo elemento é o conjunto de dispositivos acessórios que podem ser construídos de acordo com a necessidade do usuário. Alguns dos quais são apresentados na Figura 2. Por dispositivos acessórios pode-se designar todo sensor ou atuador manufactured de acordo com as especificações para conexão com a interface física da interface via USB conforme proposta de (Araújo; Braga, 2017).

O último integrante da plataforma é o *software* para visualização de dados (SVD), desenvolvido especificamente para funcionar com o *hardware* de aquisição de dados, veja a Figura 3. O SVD permite ao usuário escolher um dispositivo acessório (pré-programado na plataforma) e assim iniciar a tomada de dados, pausar a aquisição de dados, limpar dados da tela ou reiniciar a tomada de dados conforme a proposta didática ou situações que ocorram durante a atividade em sala de aula.



**Figura 3:** Tela do SVD durante apresentação de dados do sensor de distância.

É importante ressaltar que a utilização da plataforma Expert como TDIC no ensino de Física requer do docente alguns conhecimentos básicos sobre programação e prototipação com o Arduino. Portanto, diante da efetivação de um curso de DP para professores de Física torna-se necessário que os participantes desenvolvam habilidades mínimas sobre o Arduino para que desenvolvam confiança na tecnologia para seu uso em sala de aula. Entretanto, para que isto ocorra é necessário que o docente altere ou desenvolva crenças sobre o Arduino a ponto de incorporá-lo em suas novas práticas através da plataforma Expert.

### 3. Fulcro da pesquisa

A base teórico-metodológico para coleta de dados desse trabalho foi o *framework* denominado Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo que é compreendido na literatura como um referencial que pode promover uma série de reflexões sobre a integração da tecnologia na educação,

com potencialidade para transformar a formação do docente e sua prática profissional (Mishra; Koehler, 2006; Chai; Koh; Tsai, 2013).

Entretanto, o tema ao qual o *framework* tenciona envolve o que os professores necessitam saber para integrar as tecnologias em suas aulas e em quais momentos ela faz sentido. Na intenção de compreender esta demanda Misha e Koehler (2006) propõem o CTPC como a intersecção entre três domínios de conhecimento, sendo eles: *Conhecimento do Conteúdo (CC)* Conhecimentos do assunto sem considerar ensinar sobre o assunto; *Conhecimento Pedagógico (CP)* Conhecimento sobre o aprendizado dos estudantes, métodos instrucionais, diferentes teorias educacionais, e aprendizado ao avaliar e ensinar um assunto sem relação com o conteúdo; e *Conhecimento Tecnológico (CT)* (conhecimento em como usar tecnologias da comunicação e informação, *hardware*, *software* e periféricos). E suas relações: *Conhecimento Tecnológico Pedagógico (CTP)* - conhecimento da existência e especificação de várias tecnologias que possibilitam abordagem de ensino sem relação com o assunto; *Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (CTC)* - conhecimento sobre como o uso da tecnologia para representar/pesquisar e criar conteúdos de diferentes formas sem relação com conteúdo de ensino; e *Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (CPC)* - Conhecimento da representação do conhecimento e adotando estratégias pedagógicas para tornar o específico conteúdo/tópico mais compreensível aos alunos (Chai; Koh; Tsai, 2013, p. 33).

Os domínios do *framework* da CTPC e suas relações abrem espaço para vasta reflexão sobre os elementos que visam responder questões em como os professores podem compreender e utilizar a complexa relação entre Conhecimento do Conteúdo, Conhecimento Pedagógico e Conhecimento Tecnológico. Neste trabalho a proposta é encontrar proposições que permitam evidenciar a mudança de crenças dos professores através do desenvolvimento do CTPC dos professores. Para tanto é importante determinar meios para se observar tais alterações através do desenvolvimento de habilidades e competências ao fruir uma tecnologia específica. Neste sentido, Niess et al. (2009, p. 9) propuseram um modelo de desenvolvimento para o CTPC derivado do processo de decisão de inovação de Rogers (1995) descrito em cinco estágios pelo qual uma pessoa decide adotar ou rejeitar uma nova tecnologia. A proposta de Niess foi arquitetada para integração da tecnologia no ensino e aprendizagem da matemática ou ciências intendendo que a integração do CTPC se desenvolve a medida que os conhecimentos e entendimentos do conteúdo e pedagógico se mesclam a tecnologia disponibilizada.

No trabalho de Niess, et al. (2009, p. 9), as dimensões do CTPC, para todos os professores em atividades de DPD, são identificadas a partir de cinco níveis ao desenvolverem e aprenderem a integrar uma tecnologia específica no ensino e aprendizagem de suas disciplinas. No artigo “*Developing Teachers’ Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) with Spreadsheets*”, Niess esclarece cada um destes níveis e os caracteriza como:

I. Nível de Reconhecimento (conhecimento): Estágio no qual os professores são capazes de usar a tecnologia e reconhecem o alinhamento da tecnologia com o conteúdo da disciplina, mas não a integram a tecnologia no ensino e aprendizagem;

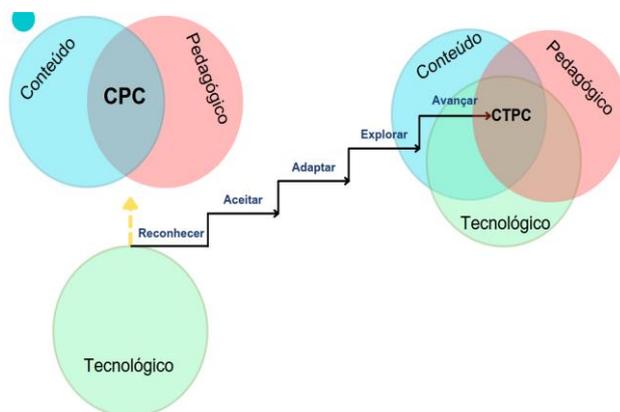
II. Nível de Aceitação (persuasão): Estágio no qual os professores formam uma atitude favorável ou desfavorável em relação ao ensino e aprendizagem da disciplina com uma tecnologia apropriada.

III. Nível de Adaptação (decisão): Estágio no qual os professores se envolvem em atividades que levam à escolha de adotar ou rejeitar o ensino e a aprendizagem da disciplina com uma tecnologia apropriada.

IV. Nível Exploração (implementação): Estágio no qual os professores integram ativamente o ensino e a aprendizagem da disciplina com uma tecnologia apropriada.

V. Nível Avançado (confirmação): Estágio no qual os professores avaliam os resultados da decisão de integrar o ensino e a aprendizagem da disciplina com uma tecnologia apropriada.

Entretanto, Niess, *et al.* (2009, p.10) ressalta que embora pareça linear a relação entre os estágios, como mostrada na Figura 4, na prática, suas transições não exibem um padrão regular, crescente e consistente em direção ao CTPC.



**Figura 4:** Cinco estágios nos quais o pensamento e compreensão do docente se fundem ao interconectar e integrar a TDIC identificada pelo CTPC.

Admite-se neste trabalho que os estágios descritos são elementos profícuos para analisar alterações nas crenças e atitudes dos professores de Física mediante ao uso de uma nova TDIC durante um curso de Desenvolvimento Profissional Docente. Uma vez que concordando com a consideração de Iaochite (2014, p. 82) de que “[...] as crenças dos professores são mediadoras de sua ação”, entende-se que ato do professor modificar ao menos uma de suas práticas em consequência de uma nova TDICs com intenção de melhorar a aprendizagem de alunos, trata-se de um fenômeno que envolve mudanças de crenças e atitudes pedagógicas. Tal fenômeno ainda é corroborado pela afirmação de que:

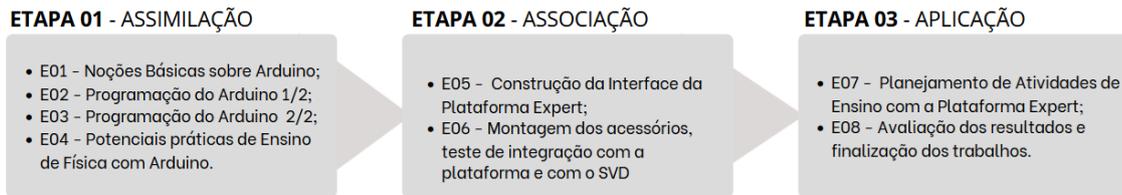
[...] a menos que as práticas de ensino mudem, a tecnologia não será amplamente integrada nas salas de aula devido a uma incompatibilidade entre as crenças dos professores sobre ensino e aprendizagem e suas percepções do valor das TDIC educacionais. (Almas; Krumvik, 2008, p. 106)

Com base nestes argumentos é compreensível que proposições obtidas a partir de reflexões que envolvam problemas de sala de aula entrelaçados com a interação social e as múltiplas perspectivas dos professores durante o processo de adaptação tecnológica deve revelar a influência das crenças e atitudes dos professores na decisão de incorporar ou não uma determinada TDIC em suas práticas.

Portanto, neste trabalho o fenômeno das alterações de crenças e atitudes dos professores será analisado com base no CTPC a partir do estágio de adaptação da tecnologia por professores de Física durante o curso de DP envolvendo a plataforma Expert, na busca de proposições que evidenciam as alterações de crenças dos participantes.

#### 4 Metodologia

A pesquisa foi realizada dentro de uma perspectiva qualitativa tendo como base a Análise Textual Discursiva (ATD) e foi concretizada a partir de um conjunto de documentos denominado *corpus* constituído essencialmente de produções textuais e que requer uma rigorosa delimitação para resultados válidos e confiáveis (Galiazzi; Moraes, 2020).



**Figura 5:** Etapas organizadas para realização do curso de Desenvolvimento Profissional Docente.

Neste contexto a produção textual é reconhecida como matéria-prima da ATD e devido às respostas obtidas foi necessário a organização dos instrumentos de coleta de dados a fim de apreciar o material de forma consistente a luz dos modelos apresentados no referencial teórico. Destas considerações e alinhado ao objetivo supracitado foram elaborados o curso de DP, os instrumentos de coleta de dados apresentados nesta e o perfil dos professores que participaram do curso.

#### 4.1 Curso de Desenvolvimento Profissional

O uso pleno da plataforma Expert se estabelece em conjunto com o uso do microcontrolador Arduino, portanto é fundamental que durante o DP os docentes ampliem ou desenvolvam suas competências e habilidades ao que se refere aos conhecimentos básicos sobre programação e prototipação com Arduino.

Desta premissa - e em favor da coleta e análise dos dados - o curso proposto foi estruturado em três etapas, vide Figura 5. A **ETAPA I** consiste no processo de assimilação da tecnologia, isto é, assegurar aos participantes conhecimentos mínimos sobre programação e prototipação com Arduino para o Ensino de Física e ocorre durante os primeiros quatro encontros do curso (20 h). A **ETAPA II**, que ocorre em dois encontros (10 h), se ocupa em propiciar atividades de associação entre o Arduino, Plataforma Expert e o Ensino de Física. Esta etapa envolve a construção e montagem da interface *shield* da plataforma Expert em conjunto com quatro de seus acessórios. Por fim, a **ETAPA III**, ocorre nos dois últimos encontros 10 h e se dedicada a propiciar a aplicação de ao menos uma prática de Ensino com a plataforma Expert em atividades de sala de aula. Nesta etapa, os docentes recebem orientações para desenvolverem uma atividade de aplicação com a plataforma Expert de acordo com andamento e planejamento de suas atividades na escola.

Após o planejamento os professores têm o período de um mês para efetivarem as ações delineadas e então retornar para o último encontro do curso no qual ocorrem as trocas de experiências entre os pares sobre a tecnologia e o curso é encerrado.

Estabelecidas as etapas do curso muita atenção foi dada a limitação de tempo dos professores participantes durante o planejamento das atividades por se tratar de profissionais em exercício. Assim, foi estabelecido um curso com duração de 40 horas, divididas em 08 encontros, sendo 4 horas na forma presencial e 1 hora reservada às atividades extras.

O curso ocorreu nas dependências do Instituto Federal Catarinense, Campus Avançado Sombrio, o qual propiciou a seguinte infraestrutura: laboratório de informática (com 20 computadores, projetor, acesso à internet, mobília adequada e ar-condicionado), laboratório de ciências da natureza, banheiros e a área para o lanche. Além da infraestrutura a direção do campus, em acordo com o pesquisador, aprovou a certificação do curso como atividade de extensão.

## 4.2 Perfil dos participantes

O curso foi oferecido inicialmente apenas a professores de Física em exercício, entretanto, não teve todas as vagas preenchidas e portanto abriu-se oportunidade a professores de outras disciplinas. Desta feita, obteve-se um total de 9 participantes sendo: 5 professores de Física, 2 professores de informática, 1 professor de matemática e 1 professor da área de linguagem (espanhol). No entanto, para condução das análises foram considerados apenas as informações relativas aos professores de Física.

O grupo focal definido foi composto por três professores (um graduado, um especialista e um mestre) e duas professoras (uma especialista e uma mestra) com média de idade de 35 anos, isto é, todos nativos digitais. Quatro professores afirmaram possuir mais de cinco anos de experiência em sala de aula e apenas um com pouco menos de 5 anos, ou seja, nenhum recém-formado ou ainda em formação. Todos tinham entre seis e dez horas semanais de planejamento e declararam possuir celular e *notebook*, acesso à internet em casa, na escola e via dados móveis. Portanto, condições ideais para realização das atividades presenciais e extras do curso.

## 4.3 Coleta de dados

A elaboração dos instrumentos de coleta de dados teve como base o *framework* CTPC, dentro da dimensão Conhecimento Tecnológico Pedagógico (CTP), com objetivo depreender durante o estágio de adaptação tecnológica crenças e atitudes dos professores sobre o uso do Arduino em sala de aula, na etapa do curso anterior aos participantes reconhecerem a plataforma Expert como interface facilitadora de práticas para o ensino de Física. Para tanto, diferentes bases de dados (SciELO, Academic Google, Pergamun, Portal de Periódicos Capes) foram consultadas a fim obter trabalhos que norteassem a elaboração do instrumento de coleta de dados para avaliação adequada desta proposta de pesquisa.

Assim, o instrumento para coleta de dados teve como base os trabalhos Grouth et al. (2009), Wilson e Wright (2010), Khan (2011), Almas e Krumvik (2008), (Hofer e Swan (2008), além desses foram analisados os artigos Doering et al. (2009) e Hardy (2010) contendo análises com metodologias mistas, isto é, qualitativa e quantitativa. A coleta de dados ocorreu durante a ETAPA II do curso, pois como previamente planejado, era dirigido ao estágio de adaptação da tecnologia. Nessa etapa três questões, conforme Tabela 1, foram preparadas e incorporadas a dinâmica do curso.

**Tabela 1:** Questões utilizadas para análise da adaptação tecnológica dos professores.

ID	Questão	Como foi utilizada	Momento do curso
11-CTPC-CTP	Como a possibilidade de visualizar dados em tempo real pode impactar suas aulas?	Questão aberta gravada em áudio.	Início do Encontro 06
12-CTPC-CTP	Que estratégia você usaria para aplica essa tecnologia em sala de aula?	Apresentada e plano de ensino e microaula para os colegas durante o curso.	Solicitado como atividade extra ao final do Encontro 04 e apresentado no início do Encontro 05
14-CTPC-CTP	Já realizou experimentos que permitem a aquisição e manipulação de dados em tempo real com os alunos?	Questão aberta gravada em áudio.	Após apresentação das microaulas do Encontro 05

Após a coleta de dados as informações foram organizadas utilizando duas ferramentas específicas para esta análise: o programa TRANSKRIPTOR (*online*) para auxiliar a conversão de áudios e vídeos em texto e o *software* MAXQDA 2022 para sistematização e codificação das questões e respostas transcritas para análise.

## 5 Resultados

Com base na metodologia da Análise Textual Discursiva um metatexto foi elaborado utilizando como *corpus* as respostas às questões da Tabela 1 e com vistas a obter as proposições que evidenciam crenças e atitudes dos professores quanto ao uso do Arduino como TDIC para o ensino de Física.

### 5.1 As crenças e atitudes dos docentes durante o estágio da adaptação da tecnologia

O movimento de adaptação da tecnologia foi observado após os professores já familiarizados com o Arduino e se mostrarem confiantes sobre suas habilidades de programação e prototipação, ao final da ETAPA I, reconhecendo que de acordo com Coutinho e Lisbôa (2008, p. 253), “[...] a introdução bem-sucedida das TDIC e da internet na sala de aula exige, para além da compreensão por parte do professor, o porquê e do como se dá a utilização e a familiarização pessoal com essa tecnologia”. Adaptação da tecnologia foi investigada a partir dos questionamentos CTPC-CTP e durante a exposição de propostas de utilização do Arduino no ensino de Física, resultado da atividade extra do Encontro 04 e apresentada no Encontro 05, em concordância com a percepção de que:

[...] para entender o uso da tecnologia na educação, precisamos desenvolver conhecimento da relação entre ensino e tecnologia. Isto é, precisamos saber como os professores (de forma individual e colaborativa) dão significado para e no uso da tecnologia: no ensino e aprendizagem, quais são suas motivações e expectativas, quais são suas rotinas e como direcionam o uso da tecnologia. (Voogt et al., 2016, p. 46).

Identificou-se nas exposições um alinhamento com atividades previamente realizadas no curso em afirmações como:

*“Então a minha ideia foi utilizar sensores magnéticos pra fazer o estudo de queda livre, por exemplo de um ímã, e aí ele vai medir o tempo, a gente vai saber a distância. De um sensor a outro e a velocidade inicial e aí a partir disso se consegue modelar a programação para ele já te dar o valor da aceleração gravitacional” (P01).*

A professora (P01) explica que já conhecia o sensor magnético de um kit de experimentos com Arduino que havia na escola, mas ela não sabia como montar, ou seja, a professora passou a ter intenção de usar após se sentir segura com suas novas habilidades de prototipação e programação com Arduino. Outra professora (P02) explica: *“Eu utilizei a ideia daquele artigo da última aula que a gente teve. Faz mais de duas semanas que a gente viu, um artigo da parte da eletrodinâmica, mais especificamente sobre primeira lei de Ohm.”* a fala deixa explícita a origem da sua ideia. Na proposta do professor (P03): *“Então o trabalho é sobre geometria plana. Trabalho sobre cálculo de áreas de figuras planas. Acho que é nível de série de sétimo ao nono ano e alguns casos precisa no ensino médio também. Primeiro ano!”* o professor faz uso dos comandos de programação desenvolvido nos encontros dois e três, e que puderam ser observados no código do Arduino que o professor disponibilizou. Já outro professor explica: *“O meu trabalho foi pensado para usar o sensor ultrassônico, porque eu percebo bastante dificuldade dos estudantes em relação a cinemática do MHS. Quando você entra nesse movimento. Ele é um movimento um pouco diferente dos outros. Movimento linear ele já foi dominado, movimento rotacional ele já não é aquela coisa que vai entender muito bem.”*, ressalta-se que no Encontro 04, o professor havia replicado um experimento sobre pêndulo simples usando o sensor ultrassônico e admitido que apesar de conhecer o sensor ultrassônico e possuir tal dispositivo em casa, até aquela data, não tivera sucesso em usá-lo com o Arduino.

Estas constatações mostram o movimento de adaptação tecnológica por parte dos docentes, pois entre os indicadores para tal ação, segundo Niess (2007), está em imitar as atividades de DP com a tecnologia adaptá-las a suas aulas e discutir o desejo de explorar, experimentar e praticar a integração

da tecnologia como ferramentas de ensino e aprendizagem conforme registrado nos relatos apresentados. Assim, depreende-se a primeira proposição:

*O "mimetismo" de atividades realizadas durante o DP demonstra aquisição de novas habilidades e competências desenvolvidas sobre a tecnologia em voga.*

A indicação de adaptação da tecnologia pelos participantes é corroborada ainda quanto as propostas em utilizar a tecnologia em sala de aula. Pois apesar de se sentirem mais seguros quanto a programação do Arduino, quando levados a planejar aplicações da TDICs no contexto de suas realidades, adaptam o uso do Arduino excluindo ou limitando a programação pelos alunos. Como assinalado nas afirmações:

*“Usar o Arduino dessa forma, sem que os alunos façam a programação em si. Trazer a programação pronta, mais pra eles entenderem o funcionamento do experimento. [ ] A partir do experimento funcionando os alunos entenderem como é que funciona aquele sensor, como é que funciona a programação.” (P01) e “Então, a ideia aqui é de explicar o movimento harmônico simples e já relacionar ele com so movimento circular. [ ] Não seria nesse caso o Arduino como objeto de estudo, mas sim como ferramenta pra estudar o movimento harmônico. [ ] E aí então é que eu explicaria como que o ultrassom funciona, sem mostrar definitivamente como que você escreve o código. O intuito disso é que no decorrer da demonstração experimental, com o Arduino, o estudante pergunte como que o sensor ultrassônico funciona pra fazer a plotagem daquele gráfico que a gente vê.” (P04).*

Outros professores apesar da exclusão da programação pelos alunos buscam uma possibilidade de esclarecer funcionalidades do Arduino (seja à nível de *hardware*, seja à nível de programação) nas situações apresentadas, mas reconhecem a sua complexidade: *“O intuito disso daqui é a gente estudar, explicar na verdade, a parte do potenciômetro. [ ] Eles não montariam esse daqui, do potenciômetro, em virtude do código eu achei um pouquinho complexo. Teria que trazer pra eles pronto” (P02).* Em outro momento a professora até sugere uma forma dos alunos utilizarem o Arduino *“[ ] A parte do (projeto) semáforo eles poderiam tanto montar o código lá no TINKERCAD e depois eles poderiam até mesmo jogar isso lá pra parte do Arduino que funciona.” (P02).* Em outra fala um professor ao explicar que:

*“Eu programei Arduino para calcular área de quadrados e retângulos. [ ] É eu acho que no TINKERCAD.... eu acho que pra questão de linguagem (programação) paras alunos que nunca viram isso aí fica mais fácil. [ ] para os alunos chegarem até aqui é difícil (programação que o professor fez), nós [que fizemos o curso] já tínhamos certa prática, até que foi fácil, mas paras alunos que nunca viram isso aqui, eu acho que é complicado. [envolveriam outros processos]” (P03).*

Destarte, de forma implícita ou explícita os professores se inclinam ao argumento de Palis, (2010, p. 443), de que “[...] o professor se preocupa com o fato de que a necessidade de ensinar sobre a tecnologia “rouba” tempo do ensino”. Importante chamar a atenção que os professores aqui não subestimam a capacidade cognitiva de seus alunos, entendendo que:

Cada uma das tecnologias possui suas especificidades, que precisam ser conhecidas, exploradas e apropriadas, também pelos professores. E a melhor maneira de alcançar tal intento é considerar os modos como os próprios jovens apreendem as dinâmicas proporcionadas por essas tecnologias e as integram ao seu cotidiano, como eles as representam e de que maneira percebem suas relações com elas (Souza; Bonilla, 2014, p. 27).

Os docentes ao proporem seus planos consideraram a realidade escolar que estão envolvidos e assim o fazem reconhecendo seu tempo de aula, o currículo, os recursos tecnológicos da escola, a dificuldade na aquisição, a reposição de materiais e principalmente o tempo que levaria para os alunos desenvolverem conhecimento da programação com o Arduino para então desenvolver os conteúdos de Física. Este “cuidado” tomado pelos professores ao planejar aula com a nova tecnologia é o

artifício encontrado de contornar obstáculos intrínsecos ao ambiente de trabalho ao mesmo tempo que viabilizam propostas de ensinar com tecnologia, atentos ao fato que:

As salas de aula necessitam serem transformadas em centros de aprendizagem abertos que ofereçam metodologias de ensino e aprendizagem, principalmente nas áreas científico-tecnológicas, baseadas em práticas, que estimulem o raciocínio e que se aproximem da realidade. A utilização apropriada das TDICs poderá oferecer o potencial necessário para estar à frente do ensino. (Cristiano, 2017, p. 46)

Destas possibilidades de abordagem temos a segunda proposição:

*Nem todos os conhecimentos e habilidades desenvolvidas pelos professores, durante o DP, serão transpostos aos alunos.*

Outro fato observado na fase de adaptação tecnológica foi que, apesar dos docentes ao criarem suas estratégias de ensino omitirem a programação de seus estudantes, tinham a preocupação em incluir explicações sobre o sensor ou programação em algum momento da atividade, como se fosse um requisito imposto e decisivo no Ensino de Física. Fato observado foi exposto em discursos como: “A partir do experimento funcionando os alunos entenderem como é que funciona aquele sensor, como é que funciona a programação.” (P01), o propósito inicial da professora era explicar queda livre; outra professora afirma “Após tarefa, mostrar as perguntas que foram colocadas... qual é a função do potenciômetro.” (P02), sendo que o objetivo era um estudo sobre a primeira lei de Ohm; e “E aí então é que eu explicaria como que o ultrassom ele funciona, sem mostrar definitivamente como que você escreve o código. Você pode mostrar o código e explicar, o que ele tá fazendo.” (P04), o objetivo do professor era estudo do MHS. Estas evidências mostram que a preocupação e compromisso do professor de Física vão além do fenômeno Físico, ou seja, se desdobra sobre o *hardware* e o pensamento computacional usado para verificar na observação do fenômeno em estudo. Esta constatação é reforçada pela ideia de que:

[...] por causa de seus estudos físico-técnicos, os professores de física têm uma compreensão mais profunda das tecnologias modernas e são capazes de compreender as diferentes possibilidades que as tecnologias modernas podem oferecer. (Mayer; Girwidz, 2019, p. 8)

Está declaração em conjunto com os relatos apresentados concorrem na terceira proposição:

*O uso da tecnologia no ensino de Física incide no aumento da responsabilidade pedagógica do professor.*

Realizada as apresentações os professores foram questionados se em algum momento de suas atividades profissionais já haviam utilizado o Arduino em sala de aula, a fim de se evidenciar correlação entre os planos apresentados e alguma experiência, anterior ao curso, dos participantes. Constatou-se que três professores em algum momento progresso ao curso já haviam utilizado o Arduino em sala de aula. Sendo que uma explicou que fora na forma de projeto enquanto ou outros utilizaram para mediação de fenômenos específicos, como apresentado nas afirmações: “Eu trabalhei com Arduino, não em sala de aula, mas como projeto em conjunto com professor de laboratório.” P01; “Sim, já realizei em um projeto de construção de capacitores com os alunos. Como a capacitância era muito pequena usei o Arduino para observar o tempo de carga e descarga e foi possível determinar a capacitância.” P04; e “Pedi para usar a aula de outra professora para fazer um teste de um material que estava produzindo para o mestrado profissional. Eu utilizei um termômetro infravermelho associado a com Arduino e sensor de luminosidade LDR.” P05. A professora que utilizou a metodologia baseado em projeto explica:

“[...] Todas as turmas do Ensino Médio participaram do projeto. [ ] A ideia era que os alunos que gostavam de programação ficassem envolvidos com esta parte, enquanto que os outros ficassem com a parte de montagem. [ ] Os alunos tinham que fazer a construção e o

*código de programação que a gente foi orientando. [ ] Na minha experiência observei que muitos alunos não queriam apreender aquilo. [ ] Eles achavam difícil demais, então não tinham interesse em progredir. [ ] De toda escola tivemos uma turma que foi destaque, um terceiro ano, eles fizeram uma casa automatizada. Só que assim, eles aprenderam muito sobre circuito elétrico, porque era uma turma bem pequena o terceiro ano. Apenas 15 alunos. [ ] Então eu tinha 3 aulas de física, eu dedicava uma aula de física por semana para o projeto. Ao fim eu acabava usando todas as aulas nesse projeto.” (P01)*

Nota-se no relato da professora que a metodologia por projeto, mesmo em conjunto com outro professor, para explorar o potencial do Arduino não teve o sucesso esperado em virtude dos próprios estudantes não aderirem o “gosto” por programação e prototipação esperado. Mesmo que a professora disponibilizasse recursos e tempo, além do que tinha provisionado para o projeto. No entanto, a professora frisa que em apenas uma turma daquela escola os alunos aderiram integralmente a proposta e se tratava de uma sala de terceiro ano do Ensino Médio com poucos alunos.

Nos relatos dos professores que utilizaram o Arduino como ferramenta para estudar um fenômeno físico, registra-se as seguintes exposições:

*E aí, os alunos conseguiram entender a relação do capacitor. [ ] Porque questionaram: Por que aquele capacitor que era menor tinha uma capacitância maior comparada com o maior de todos? [ ] Consegui observar os valores via monitor serial do Arduino. [ ] O código que eu “peguei” permitia ajustar a escala de capacitância. (P04)*

Seguido pela exposição do professor 05:

*“O objetivo era observar como as superfícies iriam se comportar em relação a variação de temperatura. [ ] Eu montei um suporte com uma medida específica e com uma abertura específica. [ ] Eu calibrei ele em parte, coloquei um valor máximo e um valor mínimo de percentual em função da luz recebida, ou seja, da luz recebida. [ ] Na época que fiz não plotava 2 informações, então não fiz um layout agradável, usei o monitor serial e olhava linha por linha. [ ] achei interessante neste tempo de espera (enquanto aguardava a variação de temperatura) discutir com os alunos também as características dos materiais, não só a característica de absorção e reflexão. [ ] É que algumas confusões aparecem depois que o aparato está funcionando, uma série de complicações.” (P05)*

Diferentemente da proposta de projetos os professores P04 e P05 buscaram se apropriar do Arduino como uma ferramenta para demonstração de um fenômeno físico com base em dados numéricos. Os professores, mesmo sem conhecimento formal sobre o Arduino, se apropriaram de propostas de uso do mesmo para o Ensino de Física disponível na internet. Apesar de relatarem alguns contratempos afirmaram que a experiência foi satisfatória.

Como já relatado o uso do Arduino para investigações por si já é um facilitador para investigar fenômenos naturais. E por se tratar de um “sistema baseado em protótipo, é possível propor, criar elementos novos e testar hipóteses” (Corrallo; Junqueira, 2018, p. 641). No entanto, se reconhece que “com a melhoria do acesso aos recursos para montagens com Arduino, Automação ou Robótica, é necessário capacitar os professores para que possam lidar habilmente com eles” (Medeiros; Wunsch; Bottentuit, 2019, p. 205). Estes registros e argumentações induz a quarta proposição:

*O uso da tecnologia pode se efetivar ou como ferramenta de autoria na aprendizagem de Física, ou como ferramenta de assistência ao ensino Física.*

Por fim, após compartilhada seus planos e experiências nota-se que apenas uma das propostas vislumbrava a possibilidade de utilizar aquisição de dados para visualização gráfica em tempo real. Assim, os participantes foram questionados sobre como uso do Arduino para a visualizar de forma gráfica dados do fenômeno em tempo real pode impactar as aulas de Física. Ao abrir tal questionamento pode-se observar uma dimensão intrapessoal do contexto que refere-se às crenças epistemológicas e pedagógicas que os professores possuem (Chai; Koh; Tsai, 2013, p. 46).

Assim, com base em suas crenças epistemológicas e pedagógicas os professores apontaram as seguintes consequências:

*“Eu acho que a possibilidade de visualizar dados em tempo real fica mais próximo da realidade porque o gráfico que está no livro didático é estático. Muitas vezes a gente já coloca o dado, ou gráfico, pronto para o aluno. Mas eles vendo o fenômeno acontecendo e a partir daquilo se obter um gráfico, fica mais próximo da realidade deles. Conseguir os dados hoje na internet é fácil, por exemplo! Mas o aluno ver que o que está saindo está indo para o gráfico ele consegue relacionar melhor.” (P01)*

Outra explica: *“Concordo com tudo que falaram. Possibilita voltar para realidade do aluno, retira o estático do livro. É mais interessante. Talvez, a possibilidade de visualizar, faça com que ele entenda melhor. Faça com que o aluno tenha um entendimento mais fácil, menos confuso, com o que está no livro. Porque muitas vezes eles não sabem tirar as informações que estão no livro.” (P02);* e outro professor acrescenta que *“É possível envolver situações com detalhes que incrementam consideravelmente a aula. Torna mais próximo o teórico qualitativo e o teórico quantitativo. Eu acredito que sim que torna a mais fácil para o aluno compreender” (P05).* Ou seja, os professores acreditam que a apresentação de dados em tempo real durante a explicação dos conceitos de física aproxima o conteúdo da realidade do aluno, uma vez que esta abordagem os permite obter dados quantitativos e em tempo real do objeto de estudo. Já outro professor explica:

*A possibilidade de visualizar dados em tempo real pode impactar porque possibilita interação. O aluno pode chegar ali e botar a mão, objeto, aproximar ou afastar do sensor. Permite interação. Maior possibilidade de interação com o objeto que está sendo apresentado. Então é um atrativo para o aluno, mais interessante. (P03)*

Isto é, possibilita a interação do aluno com o fenômeno que está sendo discutido e por isso pode despertar o interesse. Há também a ideia de que:

*Pode dar base para o aluno para entender outros gráficos em outras áreas que não vai ser possível de plotar. O aluno pode fixar que se o tempo geralmente fica relacionado ao eixo x, então vai começar a perceber este padrão. O aluno pode perceber o que vai aparecer de novo no gráfico e o que pode mudar. Então se perceber um, dois, ou três gráficos em tempo real o aluno pode colocar alguma coisa de conhecimento para ser o conhecimento âncora. Para outras situações. (P04).*

Os apontamentos observados pelos professores são corroborados pelos resultados de Doering e Veletsianos (2008) ao utilizarem dados em tempo real durante uma pesquisa realizada com alunos ao exporem que:

*[...] quando dados adquiridos em tempo real são adicionados à equação, os alunos ficam ainda mais motivados. O programa de aprendizado de aventura acrescentou mais uma dimensão importante ao aprendizado do aluno, pois os dados eram autênticos e disponíveis em tempo real a partir de um programa que acontecia ao mesmo tempo em que os alunos aprendiam.” (Doering; Veletsianos, 2008, p. 12)*

Assim a visualização de dados, de forma gráfica e em tempo real, pode facilitar o ensino de conteúdos específicos e melhorar a compreensão de dados para outros contextos de conteúdos da vida escolar. Diante das diferentes visões dos professores obtém-se a quinta proposição:

*A possibilidade de visualizar dados em tempo real é considerado um artifício pedagógico atrativo, interativo e facilitador da aprendizagem.*

Destarte, obtém-se cinco proposições que indicam perspectivas as crenças e atitudes dos professores quanto ao uso do Arduino em sala de aula, estes entendimentos ainda foram corroborados por atividades de avaliação que ocorreram durante o curso que indicam desenvolvimentos das

habilidades e competências mínimas necessárias para utilização do Arduino em conjunto com a Plataforma Expert.

## 5.2 Análise das proposições obtidas

Ao determinar proposições apontadas pelo metatexto foi produzido um conjunto de indicadores que possibilitam em outras situações munir-se de afirmações que podem validar o desenvolvimento do CTPC de professores durante a adaptação tecnológica em cursos de Desenvolvimento Profissional.

Proposição I. *O "mimetismo" de atividades realizadas durante o DP demonstra aquisição de novas habilidades e competências desenvolvidas sobre a tecnologia em voga.* Foi evidenciada na atitude dos docentes ao proporem seus planos de aula tendo em vista a incorporação do Arduino como tecnologia. No entanto, circunstâncias como esta podem ser muito bem observadas, caracterizadas e documentadas em outras propostas de cursos que envolvam DP quando bem planejados e ministrados. Esta evidência ainda corrobora a afirmação de que “o CTPC pode ser considerada particularmente como um atributo central para futuros professores de Física, pois pode influenciar práticas de método de ensino de Física para professores” (Srisawasdi, 2012, p. 3243).

Proposição II. *Nem todos os conhecimentos e habilidades desenvolvidas pelos professores, durante o DP, serão transpostas aos alunos.* Esta proposição está em acordo com o demonstrado por Niess (2007), no que diz respeito ao conhecimento da compreensão, pensamento e aprendizado dos alunos em matemática/ciências com tecnologia. Uma vez que durante as reflexões prévias ao planejar uma aula com tecnologia o professor pondera sobre a tecnologia, a pedagogia, o conteúdo, o contexto e seu próprio conhecimento visando a aprendizagem do aluno. O docente avalia o que deve ser ensinado e sobre tudo aquilo que não será! Tal processo envolve suas crenças sobre o encandeamento dos conteúdos do currículo e a temporalidade na qual o processo de ensino e aprendizagem devem ocorrer.

Proposição III. *O uso da tecnologia no ensino de Física incide no aumento da responsabilidade pedagógica do professor.* Conforme Niess (2007), o conhecimento do currículo e dos materiais curriculares que integram a tecnologia na aprendizagem e no ensino da matemática/ciências são componentes centrais demonstrados nas relações entre o CTPC e crenças dos professores. Desta premissa, foi observado, no presente trabalho, que professores ao se comprometerem em ensinar com tecnologia mobilizam habilidades e competências além das dimensões do conhecimento do conteúdo e do conhecimento pedagógico e isto os tencionam a desenvolver um domínio mais amplo sobre o funcionamento da tecnologia utilizada. Desta forma conhecimentos sobre o funcionamento de sensores, atuadores e linguagem de programação se integra a um conjunto de saberes no qual o professor de Física imbuído de sua responsabilidade profissional não se furta, em ao menos, elucidar no processo de ensino e aprendizagem apoiado com tecnologia.

Proposição IV. *O uso da tecnologia pode se efetiva ou como ferramenta de autoria na aprendizagem de Física ou como ferramenta de assistência ao ensino Física.* Outra evidência das atitudes dos docentes são duas formas distintas do uso da TDCI no ensino de Física. Os relatos indicam uma forma, posta aqui como ferramenta de autoria, na qual o aluno é o autor e desenvolve conhecimentos sobre a tecnologia ao mesmo tempo que desenvolve conhecimentos específicos da Física, por exemplo: o aluno usar o Arduino para aprender prototipação e durante o percurso desenvolve conhecimentos sobre circuitos elétricos.

A outra forma, é o uso da TDIC como ferramenta de assistência ao ensino de Física. Neste contexto o professor se encarrega de desenvolver conhecimentos específicos sobre a tecnologia (como programação e prototipação) e assim a adapta para desenvolver conteúdos da Física. O que

corroborar mais uma vez o apontamento de Niess (2007) sobre como os professores podem “adaptar representações de seus conteúdos com tecnologias de várias maneiras para atender a objetivos instrucionais específicos e às necessidades dos alunos na classe”.

Proposição V. *A possibilidade de visualizar dados em tempo real é considerado um artifício pedagógico atrativo, interativo e facilitador da aprendizagem.* A experiência dos professores e suas crenças pedagógicas e epistemológicas os levam a reconhecer que tecnologias que possibilitam aquisição de dados e/ou plotagem de gráficos em tempo real devem congregam elementos que propiciem a aprendizagem dos alunos. Tais crenças refletem as conclusões de Kozhevnikov e Thornton (2006) que ao trabalharem com a visualização de gráficos em tempo real constataram que os alunos foram capazes de desenvolver um conjunto de modelos mentais visuais representando uma variedade de diferentes classes de movimento, na ocasião, objeto de seus estudos.

## 6 Considerações Finais

Este trabalho obteve proposições que se caracterizam a partir da análise de crenças e atitudes de professores durante o processo de adaptação tecnológica ao desenvolverem habilidades básicas de programação e prototipação com Arduino. Ressalta-se que a investigação foi conduzida e fundamentada no *framework* CTPC orientada ao Conhecimento Tecnológico Pedagógico dos participantes do curso.

Entende-se que as proposições obtidas podem ser ajustadas como descritores para identificar e até avaliar a constituição, desenvolvimento ou aprimoramento de habilidades e competências relativas as TDICs em investigações que envolvam CTPC durante o Desenvolvimento Profissional Docente, em específico na direção da dimensão CTP. É importante observar que esta compreensão pode ser corroborada pelas evidências de Niess (2007), ao esclarecer que as componentes centrais do CTPC, assim como o conhecimento e as crenças que um professor de matemática/ciências são consistentes com estratégias e representações instrucionais para ensinar e aprender matemática/ciências com tecnologias. Já no que diz respeito ao conhecimento de ensino e aprendizagem, a autora explica que o professor adapta representações de matemáticas/ciências com tecnologias de várias maneiras para atender a objetivos instrucionais específicos e às necessidades da amplitude dos alunos na classe.

Por tanto, tais proposições podem servir como indicadores a fim de evidenciar a constituição ou desenvolvimento de elementos da CTPC no que tange a dimensão CTP. Evidente que apenas tais proposições não são suficiente para cobrir todas as dimensões relativas ao CTPC na integração da tecnologia pelo professor no processo de ensino e aprendizagem. Para tanto, um estudo mais profundo sobre as demais dimensões do CTPC e os demais estágios desenvolvimento e aprendizagem do docente, ao integrar uma TDIC específica em suas práticas de ensino, são necessários.

## 7 Agradecimentos

O presente trabalho foi desenvolvido com apoio do Instituto Federal Catarinense e da Universidade Federal de Santa Catarina estabelecidos no projeto DINTER PPGECT-IFC nos termos do convênio 2020/0008.

## Referências

- ALMAS, A. G.; KRUMVIK, R. Teaching in Technology-Rich Classrooms: is there a gap between teachers' intentions and ICT practices ? **Research in Comparative and International Education**, v. 3, n. 2, p. 103–121, 2008.
- ANJOS, A. M. DOS; SILVA, G. E. G. DA. **Tecnologias Digitais da Informação e da Comunicação (TDIC) na Educação**. Cuiabá: Universidade Federal de Mato Grosso, Secretaria de Tecnologia Educacional, 2018.
- ARAÚJO, H. ALAN B. DE; BRAGA, M. L. Ensino de Ciências da Natureza e Arduino: Uma Proposta de Interface para Facilitar Práticas Experimentais. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 21, n. Edição Temática V– Simpósio Ibero-Americano de Tecnologias Educacionais (SITED 2017), p. 1–12, 2017.
- BRANSFORD, J.; DARLING-HAMMOND, L.; PAGE, P. Introdução. In: BRANDSFORD, L. D.-H. J. (Ed.). **Preparando os professores para um mundo em transformação**. 1. ed. Porto Alegre: Penso, 2019. p. 1–34.
- CASTELLS, M.; CARDOSO, G. **A Sociedade em Rede**. Belém: Imprensa Nacional, 2005.
- CHAI, C. S.; KOH, J. H. L.; TSAI, C. C. A review of technological pedagogical content knowledge. **Educational Technology and Society**, v. 16, n. 2, p. 31–51, 2013.
- CORRALLO, M. V.; JUNQUEIRA, A. DE C. Ciclo de Modelagem associado à automatização de experimentos com o Arduino: uma proposta para formação continuada de professores. **Transcommunication**, v. 35, n. 2, p. 634–659, 2018.
- COUTINHO, C. P.; LISBÔA, E. S. Perspetivando modelos de formação de professores que integram as TIC nas práticas letivas: um contributo para o estado da arte. **Media in Education – 61st International Council for Educational Media and the XIII International Symposium on Computers in Education (ICEM&SIIE'2011)**, p. 251–262, 2008.
- CRISTIANO, M. A. DA S. **Integração Tecnológica na Educação Básica: perspectivas sobre os conhecimentos tecnológicos, pedagógicos e de conteúdo dos professores do sul de santa catarina**. [s.l.] Universidade de Santa Catarina, 2017.
- DOERING, A. *et al.* Using the technological, pedagogical, and content knowledge framework to design online learning environments and professional development. **Journal of Educational Computing Research**, v. 41, n. 3, p. 319–346, 2009.
- DOERING, A.; VELETSIANOS, G. An Investigation of the Use of Real-Time , Authentic Geospatial Data in the K-12 Classroom. **Journal of Geography**, v. 106(6). On Using Geospatial Data in Geographic Education, p. 217–225, 2008.
- DOURADO, L. F.; OLIVEIRA, J. F. DE. A qualidade da educação: perspectivas e desafios. **Caderno Cedes**, v. 29, p. 201–215, 2009.
- GALIAZZI, M. DO C.; MORAES, R. **Análise Textual Discursiva**. 3º Edição ed. [s.l.] Unijuí, 2020.

- GROTH, R. *et al.* A Qualitative Approach to Assessing Technological Pedagogical Content Knowledge. **Contemporary Issues in Technology and Teacher Education**, v. 9(4), p. 392–411, 2009.
- HAMMERNESS, K. *et al.* Como os professores apreendem e se desenvolvem. In: DARLING-HAMMOND, L.; BRANSFORD, J. (Eds.). **Preparando os professores para um mundo em transformação**. Porto Alegre: Penso, 2019. p. 408.
- HARDY, M. D. Enhancing preservice mathematics teachers' TPACK. **Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching**, v. 29, n. October, p. 1–14, 2010.
- HOFER, M.; SWAN, K. O. Technological pedagogical content knowledge in action: A case study of a middle school digital documentary project. **Journal of Research on Technology in Education**, v. 41, n. 2, p. 179–200, 2008.
- IAOCHITE, R. T. CRENÇAS DE EFICÁCIA DOCENTE E SUAS ORIGENS. **Psicologia: Ensino & Formação**, v. 5, n. 2, p. 81–102, 2014.
- KHAN, S. New Pedagogies on Teaching Science with Computer Simulations. **Journal of Science Education and Technology**, v. 20, n. September 2010, p. 215–232, 2011.
- KOZHEVNIKOV, M.; THORNTON, R. Real-Time Data Display, Spatial Visualization Ability, and Learning Force and Motion Concepts. **Journal of Science Education and Technology**, v. 15, n. 1, 2006.
- LUCIANO, A. P. G. **A robótica educacional e a plataforma Arduino: estratégias construcionistas para a prática docente**. [s.l.] Universidade Estadual de Maringá, 2017.
- MARCELO, C. Desenvolvimento profissional docente: passado e futuro. **Sísifo: revista de ciências da educação**, v. 08, p. 7–22, 2009.
- MAYER, P.; GIRWIDZ, R. Physics Teachers' Acceptance of Multimedia Applications-Adaptation of the Technology Acceptance Model to Investigate the influence of TPACK on Physics Teachers' Acceptance Behavior of Multimedia Applications. **Frontiers in Education**, v. 4, n. 73, p. 1–12, 2019.
- MEDEIROS, L. F.; WUNSCH, L. P.; BOTTENTUIT, J. B. A robótica sustentável na educação: sucata e materiais elétricos como suporte para a formação do docente atual. **Revista Cocar**, p. 197–213, 2019.
- MISHRA, P.; KOEHLER, M. J. Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. **Teachers College Record**, v. 108, n. 6, p. 1017–1054, 2006.
- NEDER, R. T. **A teoria crítica de Andrew Feenberg: racionalização democrática, poder e tecnologia**. Brasília: Unb, 1980.
- NISS, M. L. Developing Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) with Spreadsheets. **Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2007**, n. June, p. 2238–2245, 2007.

- NISS, M. L. *et al.* Mathematics Teacher TPACK Standards and Development Model. **Contemporary Issues in Technology and Teacher Education**, v. 9, n. 1, p. 4–24, 2009.
- PALIS, G. DE LA R. O conhecimento tecnológico, pedagógico e do conteúdo do professor de Matemática. **Educação Matemática Pesquisa : Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática**, v. 12, n. 3, p. 432–451, 2010.
- ROGERS, E. **Diffusion of innovations**. New york: Free Press, 1995.
- SOUZA, J. S. DE; BONILLA, M. H. S. A cultura digital na formação de professores. **Revista Tempos e Espaços em Educação**, p. 23–34, 2014.
- SRISAWASDI, N. The Role of TPACK in Physics Classroom: Case Studies of Preservice Physics Teachers. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 46, p. 3235–3243, 2012.
- TINIO, V. L. ICT in Education. **ICT Acceptance, Investment and Organization**, p. 67–77, 2011.
- TORTOSA, M. The use of microcomputer based laboratories in chemistry secondary education: Present state of the art and ideas for research-based practice. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 13, n. 3, p. 161–171, 2012.
- VOOGT, J. *et al.* Using theoretical perspectives in developing an understanding of TPACK. In: HERRING, M. C.; KOEHLER, M. J.; MISHRA, P. (Eds.). **Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for Educators: Second Edition**. 2. ed. Nova York: Routledge, 2016. p. 33–52.
- WILSON, E.; WRIGHT, V. Images Over Time: The Intersection of Social Studies Through Technology, Content , and Pedagogy. **Contemporary Issues in Technology and Teacher Education**, v. 10, n. 2, p. 220–233, 2010.