

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE

Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação

Rua: Aprígio Veloso, s/n, Bairro Universitário, Campina Grande, PB.

CEP.: 58429-900 - Tel.: (83) 2101-1429

**UMA METODOLOGIA EDUCACIONAL PARA O ENSINO DE
PROGRAMAÇÃO COM ROBÓTICA EDUCACIONAL**

Isabelle Maria Lima de Souza

Orientadores:

Prof. Dr. Wilkerson de Lucena Andrade

Prof^a. Dr^a. Livia Maria Rodrigues Sampaio Campos

Campina Grande, 2022

ISABELLE MARIA LIMA DE SOUZA

Projeto de Pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação apresentado ao Comitê de Ética em Pesquisa em seres humanos da Universidade Federal de Campina Grande.

Orientadores: Prof. Dr. Wilkerson de Lucena Andrade e Prof^ª. Dr^ª. Lívia Maria Rodrigues Sampaio Campos

Campina Grande, 2022

RESUMO

O Pensamento Computacional (PC) engloba habilidades utilizadas para resolver problemas diretamente relacionados à Ciência da Computação. No entanto, o PC também pode ser essencial para quem quer se adaptar ao futuro e deve ser introduzida precocemente nas escolas. Por esta razão, há uma demanda crescente para compreender como melhor e até que ponto é possível estimular o PC em alunos. Embora o PC não seja apenas uma habilidade de programação ou codificação, utilizar o ensino de programação pode melhorar as habilidades de PC. Assim, o ensino de programação tem sido aplicado para estimular a PC em alunos do Ensino Médio, deixando de ser exclusividade dos cursos de Computação e Engenharia. Mesmo assim, o ensino de programação pode ser desafiador por diversos motivos, o que indica que é necessário pensar em instrumentos computacionais e diretrizes de metodologias para facilitar o ensino de programação de computadores e o desenvolvimento do PC. Associar o ensino de programação à Robótica Educacional (RE) pode fomentar as habilidades de PC dos alunos. Por esta razão, a RE está se tornando cada vez mais popular nas salas de aula para apoiar a educação em diferentes estágios educacionais. No entanto, estudos que discutem diretrizes para implementação de aulas de RE com esse objetivo ainda parecem escassos. Metodologia educacionais dessa natureza é um desafio, pois, até onde sabemos, não existem diretrizes para projetar e validar um processo metodológico para aulas de qualquer natureza. O objetivo deste estudo é fomentar habilidades do PC por meio da programação com Robótica Educacional no Ensino Médio através da proposição e validação de uma metodologia de ensino. Relacionados a esse objetivo, definimos os dois aspectos que devem ser investigados: 1) Como ensinar programação com RE focada nas habilidades de PC? 2) Qual é o impacto nos alunos de uma metodologia para ensinar programação com RE focada nas habilidades de PC? Nesse contexto, este estudo investiga e valida formas de oferecer uma metodologia de ensino para alunos do Ensino Médio para fomentar habilidades de PC por meio da programação com RE. Para isso, consideramos nossos estudos anteriores sobre PC e RE, a Teoria Antropológica da Didática, e utilizamos o método Delphi como instrumento de validação por meio de opiniões de especialistas. Ao final desta pesquisa de doutorado, pretendemos oferecer uma metodologia de ensino para que alunos do Ensino Médio desenvolvam as habilidades do PC estudando programação com RE. Mais especificamente, pretendemos contribuir para 1) Desenvolver uma metodologia de ensino baseada em metodologias consolidadas para o ensino com RE, aliadas a propostas metodológicas do Ensino das Ciências Humanas e da Informática; 2) Gerar evidências sobre a eficiência da estrutura metodológica através de estudos de caso nas escolas; 3) Fornecer materiais e orientações para profissionais da educação introduzirem o ensino de programação por meio de RE no Ensino Médio; 4) Fomentar habilidades de PC por meio de programação com RE no Ensino Médio, especificamente nas escolas públicas do estado da Paraíba.

Palavras-chave: Pensamento computacional; Robótica Educacional; Ensino de Programação.

Sumário

| | |
|--|-----------|
| 1. Introdução | 5 |
| 1.1 Formulação do Problema | 6 |
| 1.3 Objetivos | 8 |
| 1.4 Questões de pesquisa..... | 8 |
| 1.3 Hipótese..... | 9 |
| 2. Metodologia | 9 |
| 2.1 Participantes | 10 |
| 2.2 Instrumentos e Procedimentos | 10 |
| 2.3 Design do Experimento nas Escolas | 13 |
| 2.4 Metodologia da análise dos dados..... | 13 |
| 2.5 Riscos | 14 |
| 3. Benefícios e resultados esperados | 14 |
| 4. Cronograma..... | 14 |
| Referências..... | 16 |
| Anexo A: Declaração de Anuência | 19 |
| Anexo B: Termos de Compromisso dos Pesquisadores | 19 |
| Anexo C: Termo de Consentimento de Menor e Assentimento e Livre Esclarecido | 19 |

1. Introdução

A revolução social das últimas décadas mudou a forma como os seres humanos realizam suas tarefas. No século 21, muitos empregos deixaram de existir ou foram atribuídos a tecnologias gerando problemas mais complexos para serem resolvidos por humanos. Portanto, é essencial melhorar as habilidades de resolução de problemas da próxima geração jovem para responder aos novos desafios sociais de forma rápida e eficiente (WING, 2006).

O Pensamento Computacional (PC) é uma abordagem moderna para melhorar as habilidades de resolução de problemas (AZMAN *et. al*, 2017). O PC pode ser definido como um processo de resolução de problemas explorando habilidades comuns do campo da Ciência da Computação (BORDINI, 2017; WING, 2006; RAABE, 2017). Além de fazer parte da vida dos cientistas da computação, o PC também pode ser essencial para quem quer se adaptar ao futuro e, por isso, deve ser introduzida na escola desde cedo (ZAPATA-CÁCERES, 2020).

A Computer Science Teachers Association (CSTA) introduziu o PC em seu Currículo Modelo para Ciência da Computação K-12 (TUCKER, 2003), para melhorar as habilidades de resolução de problemas dos alunos. O CSTA demonstra o potencial do PC para a formação de alunos em ensino de computação e outras ciências em etapas da Educação Básica, como Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio.

O ensino de programação tem sido explorado mundialmente para estimular a PC em alunos do Ensino Médio, deixando de ser uma prática exclusiva nos cursos de Computação e Engenharia (ZANETTI, 2015). No entanto, o ensino de programação pode ser difícil de entender por vários motivos: falta de preparação do aluno, falta de didática e ferramentas computacionais adequadas que auxiliem professores e alunos em problemas de ensino-aprendizagem (FU, 2021). Consequentemente, as diretrizes de instrumentos e metodologias computacionais devem ser consideradas para facilitar o ensino de programação de computadores e o desenvolvimento do TC.

A Robótica Educacional (RE) é um desses instrumentos computacionais que está se tornando cada vez mais popular nas salas de aula para apoiar a educação nas diversas etapas da Educação Básica, favorecendo o desenvolvimento do trabalho em equipe, raciocínio lógico e criatividade. A RE é um instrumento reconhecido por fomentar habilidades essenciais para o século XXI, como a colaboração (GIANG *et. al*, 2019) e a criatividade (NEGRINI e GIANG, 2019; ROMERO e LILLE, 2017). A RE tem sido usado para envolver os alunos e melhorar suas habilidades de PC, pois através do comportamento robô é possível observar os efeitos da programação em tempo real (BERS

et. al, 2014; CHALMERS, 2018; LEONARD et. al, 2016). O uso de RE no ensino de programação permite que conceitos abstratos sejam implementados visual e fisicamente para entender mais facilmente os conceitos de Ciência da Computação (NOH e LEE, 2020). Vários estudos mostraram que o ensino de programação junto com RE estimula as habilidades de CT dos alunos (ALEGRE, 2020; ATMATZIDOU e DEMETRIADIS, 2016).

Empresas educacionais comumente propõem metodologias de educação para promover o ensino de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM) por meio de ER (CHEVALIER et. al, 2020, NOH e LEE, 2020). As metodologias de ensino de ciências STEM por LEGO® Education, LEGO® ZOOM, Modelix Robotics, Fischer Technik GmbH® são as mais populares nas etapas da Educação Básica. Estas metodologias destinam-se ao ensino de STEM, sobretudo aos conceitos de física e robótica, com a montagem e programação de robôs.

Embora a literatura recomende o ER para o ensino de programação e fomento de habilidades de TC, ainda são escassos os estudos que discutem diretrizes para implementação de aulas de ER com esse objetivo.

1.1 Formulação do Problema

A RE é uma ferramenta que pode auxiliar efetivamente no ensino de programação, contribuindo para o desenvolvimento do PC (ZANETTI, 2015). Além disso, no ensino de programação no Ensino Médio pode ajudar os alunos iniciantes a entender os conceitos de computador de uma forma lúdica (NOH e LEE, 2020). Para isso, são propostas metodologias para o ensino de STEM por meio da robótica nas etapas da Educação Básica (BERS, 2019; ZOOM, 2010). No entanto, eles não suportam os conceitos de computação envolvidos na robótica, como algoritmos, condicionais e loops. Esses conceitos são ensinados isoladamente quando a programação do robô necessita.

Realizamos estudos anteriores com o objetivo de melhorar o ensino com RE na Educação Básica que mediram o impacto do PC em um curso de robótica das Escolas SESI do Paraíba (SOUZA et al., 2016; SOUZA et al., 2016). Os resultados demonstraram que o uso de conceitos de PC para ensinar robótica impacta positivamente alunos e professores no desenvolvimento do PC e no aprendizado de disciplinas do Ensino Médio como Matemática e Física.

Após, realizamos um novo estudo cujo objetivo principal foi investigar o impacto das atividades de RE no desenvolvimento do PC e na aprendizagem da disciplina na Educação Técnica e Profissional de nível médio (SOUZA et al., 2019; SOUZA et al.,

2021). Os resultados indicam que a introdução do RE pode favorecer os alunos no desenvolvimento das habilidades do PC e no aprendizado de disciplinas do Ensino Médio. Esses resultados confirmam a conclusão obtida nos estudos do SESI Escolas.

Nossos primeiros estudos preliminares mediram os impactos da introdução do PC em um curso de robótica nas Escolas SESI da Paraíba e contemplaram a modificação da forma de ensinar com RE. Inicialmente, consideramos a metodologia proposta pela LEGO® Education como suas diretrizes e materiais didáticos. No entanto, a metodologia LEGO® é focada no ensino STEM através da robótica LEGO®. Após um ano letivo de ensino com a metodologia LEGO®, observamos que professores e alunos apresentavam dificuldades com a programação de robôs. Essas dificuldades podem estar relacionadas à ausência de conceitos de computação na metodologia LEGO®. Considerando a ausência de conceitos de computação, propusemos um curso de robótica baseado em computação. Diferentemente da metodologia LEGO®, nosso curso de robótica não incluiu a definição dos momentos didáticos, focando em disciplinas de informática que pudessem favorecer o ensino de robótica como ciência. O material de apoio estava disponível para o professor, mas não foi validado. Após a oferta do curso de robótica, comparamos o desempenho dos alunos da 1ª série do Ensino Médio na disciplina de robótica. Os resultados mostraram que a computação no ensino com robótica pode influenciar no aprendizado dos alunos tanto de robótica quanto de disciplinas do Ensino Médio.

Em nosso segundo estudo preliminar, buscamos a aprendizagem de RE por meio do ensino baseado em computação seguindo as etapas metodológicas propostas para aprimorar as habilidades de PC e disciplinas do Ensino Médio nas Escolas Públicas da Paraíba. Este estudo demonstrou que o ensino de robótica pode favorecer o desenvolvimento do PC e o aprendizado de disciplinas do Ensino Médio, como observado no estudo do SESI. No entanto, nossos estudos anteriores não consideraram a proposição e validação da metodologia e não focaram no ensino de programação.

Além disso, poucos estudos sobre práticas educacionais com RE para estimular habilidades do PC foram identificados em nosso Estudo de Mapeamento Sistemático para entender como RE é utilizada para estimular o PC em estudantes (SOUZA et al., 2021). O estudo com maior grau de relação identificado foi um framework operacional (CHEVALIER et. al, 2020) para atividades de RE propostas para fomentar duas habilidades de PC (computacional e criatividade) para alunos do Ensino Fundamental. No entanto, o processo de validação da metodologia proposta não é claro e os materiais instrucionais necessários para a replicação do estudo não estão disponíveis. Além disso,

com o framework operacional para atividades de RE não é possível afirmar qual a melhor forma de ensinar programação por meio de RE.

Existem outras metodologias propostas para o ensino de RE ou fomento do PC (BRENNAN, 2012; NOH e LEE, 2020); entretanto, nenhum contempla o desenvolvimento do PC por meio do aprendizado de programação utilizando o RE. Esses fatores demonstram a necessidade de um processo metodológico para o ensino de programação por meio de RE com foco no PC. Até onde sabemos, não existem metodologias para o ensino de programação por meio de RE que foquem no desenvolvimento do PC no Ensino Médio.

1.3 Objetivos

O objetivo principal desta proposta de tese é fomentar habilidades de PC por meio da programação com RE no Ensino Médio através da proposição e validação de uma metodologia de ensino.

Para entender melhor se é possível apresentar aos alunos do Ensino Médio uma forma de fomentar habilidades de PC por meio do ensino de programação com RE, esta proposta de tese investiga e valida formas de oferecer uma metodologia que atenda a esse propósito. Nesse sentido, esta pesquisa tem os seguintes objetivos específicos:

- 1 Mapear de estratégias de ensino de programação existentes;
- 2 Mapear como a ER tem sido utilizada para estimular as habilidades de PC nos alunos;
- 3 Identificar formas de desenhar um referencial metodológico para o ensino de programação no Ensino Médio por meio de ER, com foco no desenvolvimento do PC;
- 4 Instanciar o arcabouço metodológico de alguns tópicos de programação a serem utilizados com alunos do Ensino Médio;
- 5 Validar a instância do ponto de vista do especialista;
- 6 Realização de uma experiência de intervenção no Ensino Médio para aplicação conjunta da metodologia e das instâncias;
- 7 Analisar os impactos da metodologia em alunos do Ensino Médio.

1.4 Questões de pesquisa

Relacionado ao objetivo principal, definimos duas questões gerais de pesquisa principais:

- **QP1:** Como ensinar programação com RE focada nas habilidades de PC?
- **QP2:** Qual é o impacto nos alunos de metodologia para ensinar programação com RE focada nas habilidades de PC?

1.3 Hipótese

Neste projeto, investigaremos a hipótese de que é possível melhorar o processo de ensino e aprendizagem de programação através da RE utilizando-se uma metodologia validada, assim propomos as seguintes hipóteses nulas (Hn.0) e alternativas (Hn.1) para as questões de pesquisas RQ1 e RQ2:

RQ1: Como ensinar programação com RE focada nas habilidades de PC?

- H1.0: Não existem meios de propor uma metodologia que favoreça o ensino de programação com RE focada nas habilidades de PC.
- H1.1: Existem meios de propor uma metodologia que favoreça o ensino de programação com RE focada nas habilidades de PC.

RQ2: Qual é o impacto nos alunos de metodologia para ensinar programação com RE focada nas habilidades de PC?

- H2.0: Não há indícios uma metodologia para ensinar programação com RE focada nas habilidades de PC favoreça o desenvolvimento de alunos do Ensino Médio.
- H2.1: Uma metodologia para ensinar programação com RE focada nas habilidades de PC favorece o desenvolvimento de alunos do Ensino Médio.

2. Metodologia

Esta proposta de tese é Pesquisa em Educação em Ciência da Computação que visa abordar problemas complexos na prática educacional sem literatura clara e específica para soluções. Planejamos desenvolver um processo sistemático e cíclico de análise, projeto, desenvolvimento e avaliação de uma experiência de aprendizado de programação por meio de RE para gerar uma possível solução para nosso problema. Por isso, focamos em métodos de pesquisa que têm uma base especializada em práticas educativas. Portanto, esta proposta de tese é Pesquisa Aplicada, Explicativa, Combinada e uma Pesquisa em Design Educacional. O desenvolvimento desta proposta Organizado de acordo com os objetivos específicos:

- 1 Mapear as estratégias de ensino de programação existentes;
- 2 Mapear como a ER tem sido utilizada para estimular as habilidades de PC nos alunos;

- 3 Identificar formas de desenhar um referencial metodológico para o ensino de programação no Ensino Médio por meio de ER, com foco no desenvolvimento do PC;
- 4 Instanciar o arcabouço metodológico de alguns tópicos de programação a serem utilizados com alunos do Ensino Médio;
- 5 Validar a instância do ponto de vista do especialista;
- 6 Realização de uma experiência de intervenção no Ensino Médio para aplicação conjunta da metodologia e das instâncias;
- 7 Analisar os impactos da metodologia em alunos do Ensino Médio.

2.1 Participantes

Os participantes do estudo são alunos da 1ª série do Ensino Médio em escolas da rede Estadual de Ensino da Paraíba localizadas na cidade de Campina Grande. Ambas foram convidadas por disporem de materiais de robótica e infraestrutura que favorecessem a realização das atividades programadas para o experimento. Além disso, foi levando em consideração que cada escola convidada está inserida em contextos metodológico de ensino diferentes, com isso, visamos considerar um maior número de fatores em nossa análise. Em cada escola, serão selecionadas duas turmas, uma que servirá para a realização do experimento e outro como instrumento de controle para verificação dos impactos. Cada turma possui aproximadamente 35 alunos, desta forma, estimamos que o tamanho da amostra desta pesquisa seja de 140 estudantes.

Além dos alunos, os participantes envolvem 6 professores e pesquisadores que já realizaram pesquisas ou trabalharam com PC, ensino de programação ou RE que atuarão como especialistas na validação das instâncias da metodologia.

Os alunos são de uma faixa etária entre 13 e 21 anos, desta forma para os menores de 18 anos, o “Termo de Assentimento” será enviado aos seus responsáveis legais. Os demais (alunos maiores de idade e especialistas), serão encaminhados a assinarem o “Termos de Consentimento e Livre Esclarecido”.

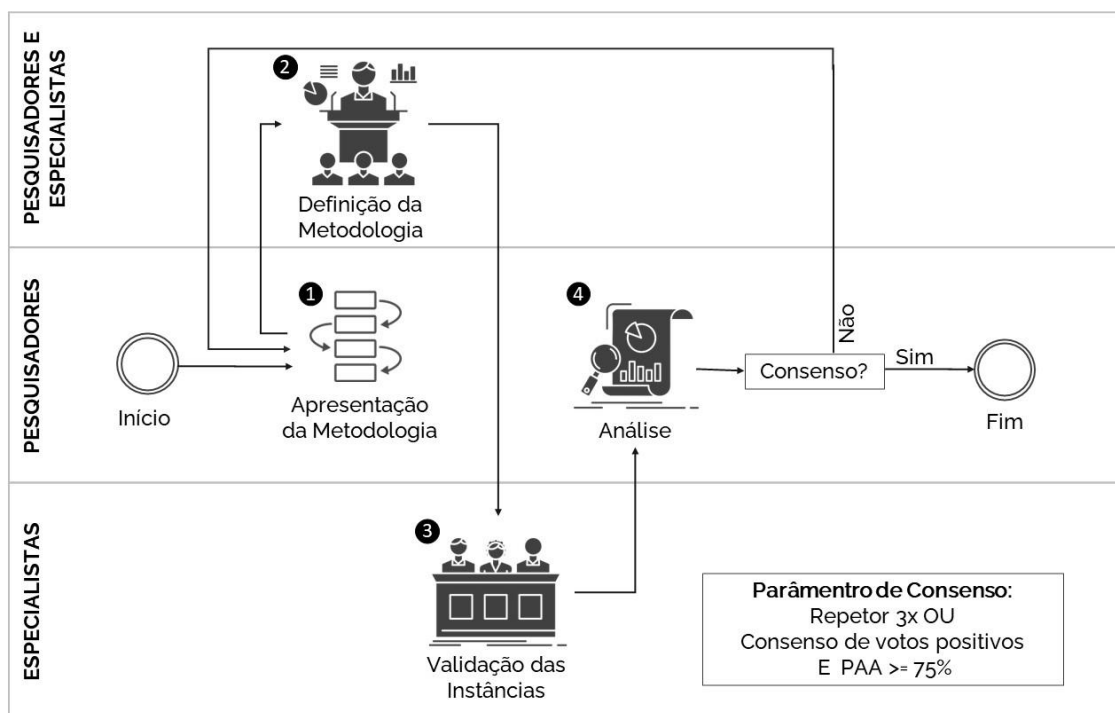
2.2 Instrumentos e Procedimentos

A realização do experimento de validação das instâncias com especialistas contará com a aplicação método Delphi para se obter a um consenso progressivo sobre um objeto de estudo. Esse método procede por meio de rodadas de questionamentos a um grupo de especialistas (especialistas), em que as respostas são analisadas em busca de um consenso

entre eles. Os critérios de consenso dependem do estudo do pesquisador. No entanto, o rigor dos critérios de consenso deve ser respeitado (WILLIAMS, 1994). O método Delphi usa conhecimento estruturado, experiência e criatividade de especialistas. Se organizado corretamente, fornece informações melhores do que um único especialista e algumas pessoas que não possuem conhecimento especializado na área (MURRAY, 2002).

As principais características do método Delphi são o anonimato do especialista, a representação estatística da distribuição dos resultados e o feedback das respostas dos especialistas para reavaliação nas rodadas subsequentes (WRIGHT, 2000). São necessárias pelo menos duas rodadas para que os processos sejam caracterizados como um método Delphi. No entanto, poucos estudos possuem um número de rodadas maior que três (GIOVINAZZO, 2008), pois há uma tendência de realizar a quarta rodada e posteriores sem modificar a opinião dos especialistas.

Figura 01: Processo de trabalho da validação das instâncias



Fonte: Elaboração dos autores

A Figura 01 mostra o processo de trabalho de validação de uma instância com rodadas de validação com especialistas. O processo de trabalho adotado está organizado em quatro etapas:

- Etapa 1: Definição Metodológica;
- Etapa 2: Apresentação da Metodologia;
- Passo 3: Validação das Instâncias;

- Passo 4: Análise.

Essas etapas foram classificadas de acordo com as pessoas envolvidas, como pesquisador e especialistas, representadas por linhas horizontais.

A análise visa tabular os resultados produzidos pelos especialistas constituídos de respostas em respostas positivas e negativas e observar um possível consenso entre as opiniões dos especialistas sobre a diretriz da metodologia. O consenso deve ser baseado na votação majoritária de tal forma que 50% de respostas positivas mais uma em Barema. Além da votação majoritária, o consenso também precisa de um PAA > 75% (STEMLER, 2004).

O PAA é obtido através da equação abaixo, onde NC é o número de vezes que os especialistas concordam em uma classificação e TA é o número total de classificações.

$$PAA = \frac{NC}{TA} * 100$$

Cada instância deve ser considerada válida se houver consenso em Barema. No entanto, se não houver consenso, é possível ter até três novas rodadas de validação de acordo com o método Delphi (MURRAY, 2002). Caso seja necessária uma nova rodada, o pesquisador que conduz o processo deve observar o feedback dos especialistas e fazer as modificações necessárias para realizar uma nova rodada. O método Delphi diz que se o consenso não for alcançado em quatro rodadas, há uma grande possibilidade de que ele não seja alcançado em rodadas posteriores (FARO, 1997).

A realização do experimento nas escolas contará com aplicação de atividades com Robótica Educacional utilizando os kits robóticos das próprias escolas do fabricante *Fisher Technique* durante o 2º semestre letivo de 2022.

A coleta de dados para este estudo será realizada de três maneiras:

- Aplicação de questionários de perfil;
- Aplicação de provas do estado da arte na área de Computação e Educação (pré e pós-testes);
- Aplicação de questionários de opinião;
- Catalogação do desempenho (notas) dos participantes nas disciplinas do currículo.

O questionário de perfil foi planejado para investigar as características dos alunos, sua relação com as tecnologias da informação e comunicação, computação e seus conhecimentos em programação. Para isso, serão utilizadas questões de interpretação de algoritmos relacionados às funções, laços, condicionais, atribuições, entre outros conceitos de computação. As provas de pré-testes e pós-testes serão aplicadas sempre no início e no término de cada fase do experimento com objetivo verificar as habilidades do

Pensamento Computacional dos estudantes, tanto do grupo experimental quanto de controle.

A catalogação das notas dos alunos nas disciplinas do currículo será realizada antes, durante e após os experimentos. Servirá como instrumento para verificar se existe diferença entre o desempenho dos alunos das turmas experimental e de controle nas ciências que estudam na 1ª série.

2.3 Design do Experimento nas Escolas

Este projeto de pesquisa propõe realizar um estudo com alunos de 1ª série do Ensino Médio em escolas da rede Estadual de Ensino da Paraíba com o propósito de é fomentar habilidades de PC por meio da programação com RE no Ensino Médio através da proposição e validação de uma metodologia de ensino.

Isto posto, definimos as seguintes variáveis para compor o design da pesquisa:

- *Ensino Médio (EM)*: Esta variável independente representa as ações realizadas durante o ano letivo do Ensino Médio;
- *Robótica Educacional (ER)*: Esta variável independente representa o uso do ER como instrumento do professor;
- *Ensino de Programação (EP)*: Esta variável independente representa o ensino de programação;
- *Metodologia*: Esta variável independente representa a utilização de todas as orientações e lições propostas nesta proposta de tese;
- *Desempenho de Programação (P)*: Esta variável dependente representa o desempenho dos alunos em testes de programação;

Assim, o design da nossa pesquisa considera uma análise entre dois grupos de estudantes com perfis similares pertencentes à mesma população, onde o fator RE é a única característica que distingue ambos os grupos. O design está descrito na Tabela 01.

Tabela 01: Design da pesquisa

| Grupos | Variável independente | Variável Dependente |
|---------------|------------------------------|----------------------------|
| Experimental | EM + RE + EP + Metodologia | P1 |
| Controle | EM + RE + EP | P2 |

2.4 Metodologia da análise dos dados

Os experimentos propostos irão nos dar subsídios para avaliar de forma qualitativa e quantitativa se nossa hipótese é verdadeira. Os dados serão analisados segundo a estatística descritiva e inferencial, visando atender aos objetivos propostos neste projeto.

2.5 Riscos

Os riscos envolvidos nesta pesquisa incluem os alunos e especialistas se sentirem desconfortáveis em participar das atividades e em responder os questionários e testes. Caso isso ocorra, cada aluno poderá se ausentar, assim como parar de responder os questionário e teste, após receberá auxílio necessário.

3. Benefícios e resultados esperados

Ao final, pretendemos disponibilizar uma metodologia confiável para o ensino de programação no Ensino Médio por meio de RE com foco no desenvolvimento de habilidades de PC. Mais especificamente, pretendemos:

- Desenvolver uma metodologia baseada em outras iniciativas já consolidadas para o ensino com RE, combinadas com propostas metodológicas do Ensino das Ciências Humanas e da Informática;
- Gerar evidências sobre a eficiência da metodológica proposta através de estudos de caso nas escolas;
- Fornecer materiais e orientações para profissionais da educação introduzirem o ensino de programação por meio de RE no Ensino Médio.

4. Cronograma

Planejamos este estudo para ser executado entre os anos de 2019 até 2023. A Tabela 02 apresenta o cronograma detalhado das atividades referente a proposta deste projeto. Ressalta-se que o cronograma é aproximado, podendo sofrer alterações diante de modificações nos calendários escolar, feriados ou por algum motivo que fuja do controle dos pesquisadores.

Tabela 02 - Cronograma de execução do projeto

| | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|--|------|------|------|------|------|
|--|------|------|------|------|------|

| Atividades | 1B | 2B | 1B | 2B | 3B | 4B | 1B | 2B | 3B | 4B | 1B | 2B | 3B | 4B | 1B | 2B | 3B |
|--------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Objetivo 1 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | |
| Objetivo 2 | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | |
| Submissão de artigo para publicação | | | | | | | X | X | | | | | | | | | |
| Objetivo 3 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | |
| Objetivo 4 | | | | | | | X | X | X | X | X | X | | | | | |
| Objetivo 5 | | | | | | | | | X | X | X | | | | | | |
| Submissão de artigo para publicação | | | | | | | | | | | X | X | | | | | |
| Escrita do documento de qualificação | | | | | | | | | X | X | X | X | | | | | |
| Qualificação | | | | | | | | | | | | X | | | | | |
| Submissão do projeto ao Comitê de | | | | | | | | | | | X | X | | | | | |
| Objetivo 6 | | | | | | | | | | | | | X | X | | | |
| Objetivo 7 | | | | | | | | | | | | | | X | X | | |
| Submissão de artigo para publicação | | | | | | | | | | | | | | | | | X |
| Escrita do documento de Tese | | | | | | | | | | | | | | | X | X | |
| Defesa da Tese | | | | | | | | | | | | | | | | | X |

5. Orçamento

Detalhamos o orçamento necessário para a realização do projeto. As atividades de intervenção com RE serão realizadas em salas de aulas das próprias escolas, assim como a coleta de dados. Os custos, que vão além da energia elétrica dispendida e do material dos laboratórios de robótica das escolas (baterias, computadores, ventiladores, etc), estão detalhados abaixo. O material de consumo (papel, lápis, impressão, fitas isolantes) será financiado pela pesquisadora.

Tabela 03 - Material de consumo

| Descrição | Quantidade | Valor unitário | Valor total |
|-------------------------------|------------|----------------|-------------|
| Kit de tintas para impressora | 1 | R\$119,00 | R\$119,00 |
| Resma de Papel A4 | 15 | R\$ 30,00 | 450,00 |
| Fita isolante preta | 4 | R\$ 5,82 | 23,28 |
| Envelopes | 50 | R\$ 0,30 | 15,00 |
| Pincel atômico | 2 | R\$ 9,30 | 18,60 |

| | | |
|--|--------------|------------------|
| | TOTAL | R\$625,88 |
|--|--------------|------------------|

Referências

ALEGRE, Fernando et al. **Introduction to Computational Thinking: a new high school curriculum using CodeWorld**. In: Proceedings of the 51st ACM Technical Symposium on Computer Science Education. 2020. p. 992-998.

ATMATZIDOU, Soumela; DEMETRIADIS, Stavros. **Advancing students' computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences**. Robotics and Autonomous Systems, v. 75, p. 661-670, 2016.

AZMAN, Sharifah Maryam Syed; ARSAT, Mahyuddin; MOHAMED, Hasnah. **The framework for the integration of computational thinking in ideation process**. In: 2017 IEEE 6th International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE). IEEE, 2017. p. 61-65. Wing Jeannette M. Computational thinking. Commun. ACM, 49(3):33–35, March 2006.

BERS, Marina U.; GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, Carina; ARMAS-TORRES, M^a Belén. **Coding as a playground: Promoting positive learning experiences in childhood classrooms**. Computers & Education, v. 138, p. 130-145, 2019.

BERS, Marina Umaschi et al. **Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum**. Computers & Education, v. 72, p. 145-157, 2014.

BORDINI, Adriana and AVILA, Christian and MARQUES, Monica and FOS, Luciana and CAVALHEIRO, Simone. **Pensamento computacional nos ensinamentos fundamental e médio: uma revisão sistemática**. In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE), page 123, 2017.

BRENNAN, Karen; RESNICK, Mitchel. **New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking**. In: Proceedings of the 2012 annual meeting of the American educational research association, Vancouver, Canada. 2012. p. 25.

CHALMERS, Christina. **Robotics and computational thinking in primary school**. International Journal of Child-Computer Interaction, v. 17, p. 93-100, 2018.

CHEVALIER, Morgane et al. **Fostering computational thinking through educational robotics: a model for creative computational problem solving**. International Journal of STEM Education, v. 7, n. 1, p. 1-18, 2020.

DE SOUZA, Isabelle Maria Lima; DA SILVA RODRIGUES, Rivanilson; ANDRADE, Wilkerson. **Explorando Robótica com Pensamento Computacional no Ensino Médio: Um estudo sobre seus efeitos na educação**. In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). 2016. p. 490.

FU, Qian et al. **Development and verification of the programming resilience scale for university students**. Australasian Journal of Educational Technology, v. 37, n. 6, p. 141-155, 2021.

GIANG, Christian et al. **Exploring escape games as a teaching tool in educational robotics**. In: International Conference EduRobotics 2016. Springer, Cham, 2018. p. 95-106.

GIOVINAZZO, Renata A. **Modelo de aplicação da metodologia Delphi pela internet: vantagens e ressalvas**. Administração on line, v. 2, n. 2, p. 1-11, 2001.

LEONARD, Jacqueline et al. **Using robotics and game design to enhance children's self-efficacy, STEM attitudes, and computational thinking skills**. Journal of Science Education and Technology, v. 25, n. 6, p. 860-876, 2016.

MAHAJAN, Vuay. **The delphi method: Techniques and applications**. JMR, Journal of Marketing Research (Pre-1986), v. 13, n. 000003, p. 317, 1976.

ML, Souza Isabelle; ANDRADE, Wilkerson L.; MR, Sampaio Lívia. **Analyzing the effect of computational thinking on mathematics through educational robotics**. In: 2019 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE). IEEE, 2019. p. 1-7.

NEGRINI, Lucio; GIANG, Christian. **How do pupils perceive educational robotics as a tool to improve their 21st century skills?**. Journal of e-Learning and Knowledge Society, v. 15, n. ARTICLE, p. 77-87, 2019.

NOH, Jiyae; LEE, Jeongmin. **Effects of robotics programming on the computational thinking and creativity of elementary school students**. Educational technology research and development, v. 68, n. 1, p. 463-484, 2020.

RAABE, André et al. **Um instrumento para diagnóstico do pensamento computacional**. In: **Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação**. 2017. p. 1172.

ROMERO, Margarida; LEPAGE, Alexandre; LILLE, Benjamin. **Computational thinking development through creative programming in higher education**. International Journal of Educational Technology in Higher Education, v. 14, n. 1, p. 1-15, 2017.

SOUZA, Isabelle ML; ANDRADE, Wilkerson L.; SAMPAIO, Lívia MR. **Educational Robotics Applied to Computational Thinking Development: A Systematic Mapping Study**. In: 2021 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE). IEEE, 2021. p. 1-8.

SOUZA, Isabelle ML; ANDRADE, Wilkerson L.; SAMPAIO, Lívia MR. **Educational Robotics Applications for the Development of Computational Thinking in a Brazilian Technical and Vocational High School**. Informatics in Education, v. 21, n. 1, 2022.

STEMLER, Steven E. **A comparison of consensus, consistency, and measurement approaches to estimating interrater reliability**. Practical Assessment, Research, and Evaluation, v. 9, n. 1, p. 4, 2004.

TUCKER, Allen. **A model curriculum for k--12 computer science: Final report of the acm k--12 task force curriculum committee**. ACM, 2003.

WILLIAMS, Patricia L.; WEBB, Christine. **The Delphi technique: a methodological discussion**. Journal of advanced nursing, v. 19, n. 1, p. 180-186, 1994.

WRIGHT, James TC; GIOVINAZZO, Renata A. **Delphi: uma ferramenta de apoio ao planejamento prospectivo**. Caderno de pesquisas em administração, v. 1, n. 12, p. 54-65, 2000.

ZANETTI, Humberto; OLIVEIRA, Claudio. **Práticas de ensino de Programação de Computadores com Robótica Pedagógica e aplicação de Pensamento Computacional**. In: Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação. 2015. p. 1236.

ZAPATA-CÁCERES, María; MARTÍN-BARROSO, Estefanía; ROMÁN-GONZÁLEZ, Marcos. **Computational thinking test for beginners: Design and content validation**. In: 2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). IEEE, 2020. p. 1905-1914. Ana Cristina Mancussi Faro. Técnica delphi na validação das intervenções de enfermagem. Revista da Escola de Enfermagem da USP, 31:259–273, 1997.

ZOOM, Education for Life. **Zoom education for life**. In Zoom for Education, 2010.

Anexo A: Declaração de Anuência Institucional

Anexo B: Declaração de Anuência da Escola Participante

Anexo C: Termos de Compromisso dos Pesquisadores

Anexo D: Termo de Consentimento de Menor e Assentimento e Livre Esclarecido