



IDENTIFICAÇÃO DAS COMPETÊNCIAS DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL EM PROBLEMAS DE MATEMÁTICA

Teófilo Viturino da Silva¹ - teofilo.silva@palmares.ifpe.edu.br
Rodrigo Cohen Mota Nemer¹ - rodrigocmnemer@mat.ufcg.edu.br

¹Instituto Federal de Pernambuco - Campus Palmares - Palmares, PE, Brasil

²Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Matemática - Campina Grande, PB, Brasil

Resumo: O Pensamento Computacional é um processo de raciocínio desenvolvido para a Ciência da Computação, mas que pode ser usado para resolver problemas nas mais diversas áreas do conhecimento. Diante dessa versatilidade, iremos usá-lo com a intenção de contribuir com o Ensino de Matemática sob a perspectiva da Resolução de Problemas. Inicialmente, será feita uma exposição detalhada sobre o Pensamento Computacional e como cada uma de suas competências pode ser identificada em problemas de Matemática. Em seguida, iremos apresentar e discutir um método de classificação de problemas de Matemática a partir das competências do Pensamento Computacional, visando contribuir com as discussões acerca das relações existentes entre essas competências e as habilidades fundamentais da Matemática.

Palavras-chave: 1. Pensamento Computacional. 2. Resolução de Problemas 3. Ensino de Matemática

1. Introdução

A Ciência da Computação é uma área do conhecimento que tem como ocupação principal a resolução sistemática de problemas (WING, 2006). Os cientistas da Computação costumam abordar os problemas utilizando uma estratégia conhecida como Pensamento Computacional (PC). Trata-se de uma forma de pensamento analítico, estruturado a partir de um conjunto de competências bem definidas: coleta de dados, análise de dados, representação de dados, decomposição, abstração, algoritmos, automação, paralelização e simulação (BARR & STEPHENSON, 2011). Algumas dessas competências coincidem com as que são necessárias para estudar Matemática: por exemplo, tanto na resolução de problemas de Computação quanto de Matemática, trabalha-se a construção de algoritmos, bem como a organização, interpretação e a representação de dados em gráficos e/ou tabelas. Um estudo detalhado relacionando as competências do PC e as competências da Matemática foi feito por (MESTRE, 2015). São várias as definições existentes para o termo PC, buscando incluir, cada um a seu modo, seus principais aspectos. Considerando os objetivos deste estudo, é suficiente entender o PC como sendo um processo de raciocínio apoiado em fundamentos computacionais para a resolução de problemas em diversas áreas. Essas ideias fundamentam estudos que sugerem que os problemas de Matemática tratados nas escolas constituem um terreno fértil para a inserção do Pensamento Computacional no cotidiano da Educação Básica (BARCELOS & SILVEIRA, 2012). Diante disso, a principal motivação para a realização deste trabalho é a imperativa necessidade de (re)elaboração e (re)discussão constantes sobre métodos e técnicas que possam vir a colaborar de alguma forma com a melhora dos índices de aprendizagem dos estudantes da Educação Básica, especialmente em áreas como Matemática.

2. Metodologia

Uma primeira ação necessária ao professor de Matemática que pretende planejar um fazer pedagógico que favoreça a Resolução de Problemas em conformidade com as competências do PC é aprender a elaborar problemas que contemplem as competências que se pretende trabalhar. A metodologia utilizada nesse trabalho tem o intuito desenvolver de uma forma sistemática as habilidades necessárias à identificação das competências do PC em um problema de Matemática.

A metodologia está dividida nas seguintes etapas:

1. Na primeira etapa, foi feita uma revisão da literatura existente a respeito dos conteúdos necessários à realização deste estudo: Base Nacional Curricular Comum, PC, Resolução de Problemas e Ensino de Matemática;
2. A segunda etapa consistiu de estudo e treinamento sobre a identificação das competências do PC em problemas de Matemática e como elaborar questões em conformidade com tais competências. Para a



realização dessa etapa, optamos pelo método de elaboração de problemas proposto por (COSTA, 2017a);

3. Na terceira etapa tratou-se da discussão, elaboração e pesquisa na literatura de questões em conformidade com as competências do PC. O conteúdo escolhido foi Probabilidade e Estatística.
4. A etapa final do estudo consistiu na construção de um banco de questões que foram classificadas de acordo com as competências identificadas em cada uma. A ferramenta escolhida para hospedar o banco de questões foi a Plataforma *ComPensar* (UASC-UFCG, 2016). Trata-se de um ambiente virtual que explora o PC de forma interdisciplinar para a classificação automática de questões de Matemática.

3. Resultados e discussão

As competências do PC estão diretamente relacionadas à resolução de problemas. Pois envolvem a leitura e interpretação de textos, bem como, a compreensão de situações reais propostas nos problemas e a transposição de informações destas situações para modelos técnico-científicos.

Em sua definição operacional para o PC, o CSTA e a ISTE (CTSA/ISTEB, 2011) elaboraram uma lista de conceitos e capacidades que foram decompostos nas seguintes competências:

Competência	Definição
Coleta de Dados	O processo de coletar informações de forma adequada.
Análise de Dados	Dar sentido aos dados, encontrar padrões e tirar conclusões.
Representação de Dados	Representar e organizar os dados em gráficos, tabelas, textos ou imagens.
Decomposição	Quebrar tarefas em partes gerenciáveis, menores.
Abstração	Reduzir a complexidade para definir a ideia principal.
Algoritmos	Definir um conjunto de passos ordenados para resolver um problema ou atingir algum fim.
Automação	Usar os computadores ou máquinas para fazer tarefas repetitivas e tediosas.
Simulação	Representar ou modelar um processo.
Paralelização	Organizar recursos para, simultaneamente, realizar tarefas para alcançar um objetivo comum.

Fonte: (CTSA/ISTEB, 2011).

A Resolução de Problemas tem se mostrado bastante relevante como metodologia de ensino-aprendizagem de Matemática (ONUHCIC, 2019). Pois, a partir dela é possível promover o desenvolvimento de habilidades que vão além dos cálculos, tais como a capacidade de descrever, explicar ou prever eventos, utilizando-se das mais diversas formas de raciocínio.

O Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) caracteriza um conjunto de capacidades fundamentais que se relacionam diretamente com o Ensino de Matemática:

- A comunicação através do processo de leitura, interpretação e decodificação das situações-problema;
- A transposição de um problema do mundo real para uma forma matemática;
- A representação por meio da seleção, interpretação, utilização e tradução de representações para capturar as situações-problema ou interagir com a resposta;
- O raciocínio e a argumentação que envolvem o pensamento lógico e a análise de elementos do problema de modo a permitir inferências ou fornecer justificativas para solução do problema;
- O delineamento de estratégias por meio de processos de controle para reconhecimento, formulação e resolução de problemas;
- A utilização da linguagem simbólico-formal e de operações que envolvem a compreensão, interpretação, manipulação e utilização de expressões e símbolos dentro do contexto da matemática;
- O conhecimento e a aptidão para lidar com ferramentas matemáticas.

De acordo com as descrições dadas, é possível notar uma forte relação entre as as definições apresentadas por (CTSA/ISTEB, 2011) para as competências do PC e as habilidades requeridas pelo PISA.

Para respaldar essa pesquisa nos baseamos nos resultados de (MESTRE, 2015), (COSTA, 2017b) e (COSTA, 2018). No estudo de (MESTRE, 2015) foram classificadas 161 questões do PISA de acordo com as competências do PC. O trabalho de (COSTA, 2018) apresenta a proposta de um classificador automático de questões. (COSTA, 2017b) realiza uma intervenção pedagógica na qual alunos do Ensino Fundamental são convidados a resolver questões em conformidade com as competências do PC e seus resultados quando comparados com os de alunos que resolveram questões sem essa conformidade, foram consideravelmente melhores.



O objetivo principal deste trabalho é contribuir com as discussões acerca das relações existentes entre as competências do PC e as habilidades fundamentais da Matemática, em um contexto de resolução de problemas. Visando este fim, iremos descrever e aplicar uma estratégia de elaboração de problemas publicado por (COSTA, 2017a). A metodologia está descrita no quadro abaixo.

Definição do Conteúdo (Abstração):	Escolher o conteúdo que se pretende trabalhar, de acordo com os objetivos traçados no plano de curso da disciplina. Outro fator essencial é a definição do tema da questão, ou seja, quais problemáticas da atualidade podem ser trabalhadas com o conteúdo escolhido.
Definição da Coleta de Dados:	Após a definição do conteúdo e do tema da questão, é necessário que o elaborador defina de que forma o aluno submetido à questão irá coletar os dados necessários para solucioná-la. É interessante que o aluno seja capaz de gerar ou extrair dados existentes para um determinado propósito sob a orientação do professor, para que os objetivos de coleta daquelas informações estejam claros. Logo, a forma de coleta deve estar bem definida, por exemplo: arremessar moedas; rolar dados, observar o fluxo de carros, levantar despesas domésticas, levantar a população da cidade, etc.
Definição da Análise dos Dados:	Logo após a definição da forma de coleta, é necessário definir o que o aluno irá analisar nos dados coletados. Existem muitas formas de realizar esse tipo de atividade - por exemplo, contar ocorrências de arremessos, analisar com que frequência um determinado número aparece na rolagem de um dado, identificar em que horário o fluxo de carros em uma determinada avenida aumenta e diminui, descobrir que produtos são vendidos com mais frequência em um supermercado, ordenar as cidades ou regiões de acordo com o número de habitantes, área do território, etc.
Definição da Representação dos Dados:	Ao chegar a esta etapa, o elaborador já terá definido o tema da questão, a forma de coleta e como esses dados serão analisados pelo usuário. Esse passo consiste em definir uma maneira de representar os dados coletados para que a análise seja feita de modo eficaz e as conclusões sejam nítidas. Várias formas de representação de dados podem ser utilizadas para esse fim: representar as ocorrências de arremessos de moedas por histogramas, representar a probabilidade que determinados números aparecem na rolagem de dados através de um gráfico de pizza, representar a frequência de determinados produtos em uma lista, etc.
Definição do Problema de Decomposição:	Nesse passo, é necessário que o elaborador defina como o problema irá estimular a decomposição: é aqui onde o aluno irá pôr em prática conceitos matemáticos aprendidos anteriormente e que deverão ser levados em consideração na resolução da questão, como, por exemplo, aplicar as regras de hierarquia das operações em uma determinada expressão aritmética ou fazer o cálculo de comprimentos, áreas ou volumes. Também é interessante estimular o uso de variáveis algébricas para despertar a capacidade de abstrair informações relevantes, além da apresentação de um texto problema que estimule sua interpretação.
Definição das Ferramentas (Automação):	Essa fase da elaboração requer conhecimentos específicos. Aqui o elaborador terá que propor ferramentas para automatizar a solução da questão, sendo vários os instrumentos que podem ser utilizados - dentre eles, programas de automação visual para representar funções em planos cartesianos, planilhas eletrônicas para representar dados em conjuntos e gerar gráficos, calculadoras, etc.
Organização dos Resultados (Algoritmos):	Especificar na questão que o aluno deve organizar e descrever o passo a passo usado para chegar à solução. É necessário considerar que o discente apresente por escrito uma sequência de etapas lógicas para chegar à solução do problema ou a descrição detalhada da solução, não apenas a resposta final.
Requisitar Simulação:	O elaborador deve requerer na questão que o aluno faça simulações com alternância de valores para solucionar o problema, por exemplo: solicitar que o aluno interprete outras características dos dados coletados para fortalecer suas conclusões, ou simule situações distintas dos dados iniciais para observar o comportamento final de sua solução.
Junção e Contextualização (Paralelização):	Contextualizar e juntar as partes. Aqui, o elaborador, depois de ter pensado em tudo o que foi definido anteriormente, terá que ajustar o problema proposto a todos os passos que foram seguidos nas etapas precedentes, para que ele apresente coerência no enunciado e as partes estejam interligadas evitando subjetividade na interpretação do problema. Isso resultará em um problema que será dividido em partes, sobre as quais o aluno deverá debruçar-se e tentar alcançar uma possível solução.

Fonte: (COSTA, 2017b).

De acordo com (COSTA, 2017a), se o elaborador seguir corretamente todas essas recomendações ao elaborar uma questão, provavelmente será possível explorar todas as nove competências do PC no problema criado. Caso o interesse seja por questões que não abordem determinadas competências, basta considerar, durante a construção do problema, apenas as etapas correspondentes às competências que lhe interessam, ou seja, é possível trabalhar apenas com abstração, decomposição, coleta de dados e simulação, ou outra combinação qualquer das competências, de acordo com os objetivos do elaborador.

A seguir, temos um problema elaborado de acordo com as diretrizes propostas nesse método, em seguida é feita uma análise mostrando que cada uma das nove competências pode ser trabalhada com o problema.



Problema 1: Rodrigo é gerente de uma fábrica de painéis, seu turno de trabalho inicia-se às 7:00 da manhã. Quando sai de casa às 6:30 ele não se atrasa. Eventualmente, Rodrigo chega atrasado. Em um determinado mês, ele chegou atrasado cinco vezes. Na intenção de entender as causas e evitar futuros atrasos, ele resolveu construir uma tabela.

Horário de Saída de Casa	Horário de Chegada ao Trabalho	Tempo Gasto no Trajeto	Tempo de Atraso
6:32	7:07		
6:34	7:14		
6:36	7:21		
6:38	7:28		
6:40	7:35		

Leia toda a questão antes de começar a responder os itens a seguir. Todo o processo de solução deve ser registrado e organizado de forma lógica. Caso julgue necessário, utilize uma calculadora para efetuar os cálculos.

- Baseando-se no enunciado do problema e nos dados apresentados, preencha as células vazias da tabela.
- Preenchida a tabela, investigue como o horário que Rodrigo sai de casa está relacionado com o tempo gasto no trajeto até o trabalho.
- Rodrigo se comprometeu a não mais se atrasar e a compensar os atrasos mostrados na tabela. Para isso, propôs ao seu chefe que permaneceria na empresa após o horário de saída durante sete dias. Supondo que o tempo excedente seria o mesmo todos os dias, de quantos dias ele precisaria para compensar o tempo total de atraso?
- O chefe de Rodrigo não aceita a proposta e diz que ele precisa compensar os atrasos em no máximo 4 dias, além disso, só tem permissão para permanecer no máximo 27 minutos a mais na empresa diariamente. Diante disso, de que formas Rodrigo pode compensar os atrasos? Construa uma tabela com todas as possibilidades e diga se é possível compensar todos os atrasos em menos de quatro dias.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Vale a pena comentar como as diretrizes de elaboração foram utilizadas para a criação do Problema 1:

Definição do Conteúdo:	Os principais conteúdos presentes no problema são “Unidades de Medida de Tempo” e “As Quatro Operações Fundamentais”. É feita uma contextualização, inserindo os conteúdos em uma situação envolvendo o cotidiano de um funcionário de uma fábrica de painéis.
Definição da Coleta de Dados:	Com respeito à competência de coleta de dados, foi inserida uma tabela com informações que o aluno deve utilizar para solucionar o problema.
Definição da Análise de Dados:	A análise dos dados está relacionada à organização das informações coletadas na tabela, identificando o tempo gasto no trajeto diariamente e o tempo de atraso.
Definição da Representação de Dados:	É solicitado aos alunos que gerem novos dados e os representem em uma tabela.
Definição do Problema de Decomposição:	O problema de decomposição da questão está caracterizado pelos cálculos necessários para se chegar à solução do problema. Para essa questão, especificamente: as operações básicas (multiplicação, divisão, subtração e adição).
Definição das Ferramentas de Automação:	Com relação às ferramentas de automação, foi definido no enunciado da questão que o aluno poderia utilizar a calculadora para automatizar os processos que envolvem os cálculos necessários à resolução do problema.
Organização dos Resultados:	O enunciado da questão pede que as respostas sejam registradas e organizadas de acordo com uma sequência lógica de passos.
Requisitar Simulações:	Foi solicitado para que o aluno verifique todas as possibilidades de compensação de horários, de acordo com as condições impostas pelo chefe, buscando descobrir se há alguma possibilidade de Rodrigo conseguir compensar tudo em menos de quatro dias.
Junção e Contextualização:	Esta etapa é caracterizada pelo resultado final do problema, como um todo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Como é possível observar, não é difícil elaborar questões que estejam em conformidade com os diversos aspectos das competências do PC. Além de elaborar as próprias questões, é possível também selecionar em livros didáticos e exames, questões que explorem um determinado conjunto de competências. Nessa linha, podemos citar o estudo de (MESTRE, 2015), que analisou um conjunto de 161 questões do PISA com o objetivo de identificar e quantificar as competências que estavam presentes. Um dado interessante constatado pela pesquisadora foi a ausência, nas questões analisadas, das competências Paralelização, Simulação e Automação.



4. Conclusões

Ao final das etapas de elaboração e catalogação dos problemas, foram contabilizadas 104 questões inseridas na plataforma *ComPensar* (UASC-UFCG, 2016), todas versando sobre o tema Probabilidade e Estatística.

No que diz respeito à elaboração das questões, tivemos uma certa dificuldade em controlar o número de competências presentes quando a intenção era formular um problema que explorasse poucas delas, visto que a abstração e a decomposição são extremamente difíceis de evitar, pelo menos com relação ao conteúdo escolhido. Portanto, a maioria dos problemas criados ou extraídos de alguma fonte pré-existente acabaram apresentando pelo menos três competências. Por outro lado, competências como análise, coleta, representação e automação, se mostraram extremamente fáceis de inserir e igualmente fáceis de serem evitadas. Tais facilidades e dificuldades devem variar de acordo com o assunto com o qual se pretende trabalhar - aparentemente, alguns conteúdos tem mais afinidade com certas competências do que outros. A validade dessa tese ainda é uma pergunta em aberto.

Referências

BARCELOS & SILVEIRA, I. Pensamento Computacional e Educação Matemática: Relações para o ensino de computação na educação básica. In: *XX Workshop sobre Educação em Computação. Anais do XXXII CSBC*. Curitiba: [s.n.], 2012. v. 2, p. 23. Citado na página 1.

BARR & STEPHENSON, C. Bringing Computational Thinking to K-12: What is involved and what is the role of the computer science education community? *ACM Inroads*, v. 2, n. 1, p. 48-54, 2011. Citado na página 1.

COSTA, E. C. C. S. L. Classificação automática de questões problema de matemática para aplicações do pensamento computacional na educação. In: *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*. [S.l.: s.n.], 2018. v. 7, p. 569. Citado na página 2.

COSTA, E. J. F. Computational thinking in mathematics education: A joint approach to encourage problem-solving ability. In: *IEEE. 2017 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*. [S.l.], 2017. p. 1-8. Citado 2 vezes nas páginas 2 e 3.

COSTA, E. J. F. Pensamento computacional na educação básica: Uma abordagem para estimular a capacidade de resolução de problemas na matemática. In: *Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Centro de Engenharia Elétrica e Informática, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 144. Citado 2 vezes nas páginas 2 e 3.

CTSA/ISTEB. Operational definition of computational thinking for k-12 education. *Disponível em: <http://www.iste.org/docs/ct-documents/computational-thinking-operationaldefinition-flyer.pdf>*, 2011. Citado na página 2.

MESTRE, P. Pensamento Computacional: Um estudo empírico sobre as questões de matemática do PISA. *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, v. 4, p. 1281, 2015. Citado 3 vezes nas páginas 1, 2 e 4.

ONUICHIC, L. L. R. *Resolução de Problemas: teoria e prática*. [S.l.]: Paco Editorial, 2019. Citado na página 2.

UASC-UFCG. 2016. (<<http://compensar-testes.herokuapp.com>>). Último acesso em: 24/09/2020. Citado 2 vezes nas páginas 2 e 5.

WING, J. M. Computational thinking. *Communications of the ACM*, ACM New York, NY, USA, v. 49, n. 3, p. 33-35, 2006. Citado na página 1.