



---

## PENSAMENTO COMPUTACIONAL: PROPOSTA METODOLÓGICA PARA O ENSINO DE NÚMEROS BINÁRIOS

*COMPUTATIONAL THINKING: METHODOLOGICAL PROPOSAL FOR THE TEACHING OF BINARY NUMBERS*

Fredy Coelho, RODRIGUES<sup>1</sup>  
Guilherme Gonçalves, ALVES<sup>2</sup>  
Wilson Massashiro, YONEZAWA<sup>3</sup>  
Marco Aurélio Alvarenga, MONTEIRO<sup>4</sup>

### Resumo

O Pensamento Computacional é uma habilidade que reflete a capacidade de pensar do aluno na resolução de problemas. No intuito de fomentar o uso do Pensamento Computacional em aulas de Matemática, o presente estudo tem por objetivo apresentar uma abordagem metodológica para o ensino de números binários. Pretende-se dessa forma promover o desenvolvimento de conceitos e competências computacionais relativo ao estudo dos números binários por meio de uma abordagem metodológica de cunho investigativo que propicia a transição do pensamento concreto ao pensamento abstrato. Como resultado deste estudo, a atividade apresentada, inova, no sentido de propor uma ilustração geométrica para os conceitos abstratos tratados de maneira puramente algébrica nos livros didáticos de Matemática e Ciência da Computação.

**Palavras-chave:** Computação desplugada; Conceitos computacionais; Competências computacionais.

---

<sup>1</sup> Mestre em Ensino de Ciências e Matemática. Docente do Instituto Federal do Sul de Minas (IFSULDEMINAS), Passos, Minas Gerais, Brasil. Email: [fredy.rodrigues@ifsuldeminas.edu.br](mailto:fredy.rodrigues@ifsuldeminas.edu.br).

<sup>2</sup> Mestre em Física aplicada à Medicina e a Biologia. Docente do Instituto Federal do Sul de Minas (IFSULDEMINAS), Muzambinho, Minas Gerais, Brasil. Email: [guilherme.goncalves@muz.ifsuldeminas.edu.br](mailto:guilherme.goncalves@muz.ifsuldeminas.edu.br).

<sup>3</sup> Doutor em Administração. Docente do Programa de Pós-Graduação (Doutorado) em Educação para a Ciência da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru, São Paulo, Brasil. Email: [wilson.yonezawa@unesp.br](mailto:wilson.yonezawa@unesp.br).

<sup>4</sup> Doutor em Educação para a Ciência. Docente do Programa de Pós-Graduação (Doutorado) em Educação para a Ciência da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru, São Paulo, Brasil. Email: [marco.monteiro@unesp.br](mailto:marco.monteiro@unesp.br).

## **Abstract**

Computational Thinking is a skill that reflects the student's ability to think in problem solving. In order to foster the use of Computational Thinking in math classes, this study aims to present a methodological approach to the teaching of binary numbers. It is intended to promote the development of concepts and computational skills related to the study of binary numbers through a methodological approach of an investigative nature that provides the transition from concrete thinking to abstract thinking. As a result of this study, the activity presented, innovates, in the sense of proposing a geometric illustration for abstract concepts treated in a purely algebraic way in the textbooks of Mathematics and Computer Science.

**Key words:** Unplugged Computing; Computational concepts; Computational skills.

## **Introdução**

O ensino de Computação na Educação Básica é um tema constantemente debatido pela comunidade científica. É consenso nas discussões que permeiam o assunto que o Pensamento Computacional (PC), nova habilidade do século 21 (KOSCIANSKI; GLIZT, 2017), oferece contribuições para o desenvolvimento do raciocínio e de competências voltadas para a formação de um estudante mais crítico, autônomo e capaz de resolver problemas (SCHULZ; SCHMACHTENBERG, 2017). O PC é uma habilidade associada a utilização do computador como instrumento de aumento do poder cognitivo e operacional do pensamento humano, possibilitando assim acréscimo de produtividade e criatividade na resolução de problemas (BLIKSTEIN, 2008).

No contexto educacional atual, diante da grande influência das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação no dia a dia das pessoas, torna-se necessário, portanto, preparar as novas gerações de alunos para uma vida mais ativa em uma sociedade cada vez mais interligada e globalizada. Desta forma, a educação deve contribuir para a formação de um sujeito que não simplesmente consuma tecnologia, mas que seja atuante na produção de tecnologia e participe da geração de riqueza no país (WING, 2006).

Em alguns países com altos índices de escolarização, o ensino de computação está presente no currículo da Educação Básica por meio de uma disciplina regular, uma vez que os dirigentes destes países reconhecem a importância do Pensamento Computacional para o desenvolvimento pessoal do aluno e econômico do país (SCHULZ; SCHMACHTENBERG, 2017).

No Brasil o ensino de Computação geralmente se restringe à Graduação e a Pós-Graduação e são poucas as escolas de Educação Básica no país que reconhecem a computação como uma área específica que visa a formação de alunos para pensar de forma autônoma, investigar, realizar trabalho colaborativo e resolver problemas (SCHULZ; SCHMACHTENBERG, 2017).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), pouco aborda o ensino de Computação e cita o Pensamento Computacional dentro do aprendizado da disciplina de Matemática. Dentro dessa proposta de trabalho integrado, o Pensamento Computacional é associado à matemática como uma estratégia para traduzir situações-problemas da língua materna para a linguagem algébrica (algorítmica) utilizada por sistemas digitais (BRASIL, 2017). Nesse contexto a BNCC salienta a importância dos algoritmos enquanto objeto de estudo nas aulas de matemática como um procedimento para resolução de problemas e desenvolvimento do Pensamento Computacional (BRASIL, 2017).

Diante da impossibilidade de uma disciplina no currículo voltado para o desenvolvimento de competências relacionadas ao Pensamento Computacional, é preciso garantir, portanto, que ao menos alguns tópicos da disciplina de Matemática possam ser adaptados para ensinar conceitos básicos de Computação, tornando assim a Matemática um campo de aplicação dessa ciência.

No intuito de fomentar o uso do Pensamento Computacional em aulas de Matemática, o presente estudo tem por objetivo apresentar uma proposta metodológica para o ensino de números binários. Pretende-se dessa forma refletir e discutir possibilidades de desenvolver conceitos e competências computacionais relativo ao estudo dos números binários por meio de uma abordagem metodológica envolvendo computação desplugada e investigação, viabilizando assim a transição do pensamento concreto para o pensamento abstrato.

## **Aporte teórico**

### ***Pensamento Computacional***

Wing (2006) define o Pensamento Computacional, como um processo cognitivo focado na resolução de problemas e que reflete a capacidade de pensar do aluno em termos de abstração, decomposição, reconhecimento de padrões, produção de algoritmos, avaliação e generalização. Ainda de acordo com esta autora o

pensamento computacional é uma habilidade que tem importância equivalente à leitura, escrita e aritmética básica (WING, 2014).

Glizt (2017) explica que o pensamento computacional engloba métodos para solução de problemas baseado nos fundamentos e técnicas da Ciência da Computação e atualmente é visto como uma das formas de desenvolver o raciocínio lógico.

Trata-se, portanto, de uma habilidade que precisa ser mais incentivada e trabalhada nas escolas de modo a tornar os alunos mais capazes para resolver os problemas que se apresentam no contexto de uma sociedade cada vez mais informatizada.

Para tanto, o ensino de Computação e o desenvolvimento de competências e habilidades associadas ao pensamento computacional também podem se dar sem o uso do computador. Para Schulz e Schmachtenberg (2017) a Computação Desplugada destaca-se como ferramenta alternativa

(...) para escolas que não possuem condições de ensinar a Computação utilizando a ferramenta computador. Entretanto, a técnica pode se tornar uma necessidade, já que conceitos abstratos de Computação podem ser vistos de forma concreta e lúdica, facilitando o entendimento de conteúdos em que há a necessidade do uso de computadores. Conceitos fundamentais da Computação, como a 'Representação de Informação', 'Algoritmos' e a 'Representação de Procedimentos' podem ser explorados de forma dinâmica (SCHULZ; SCHMACHTENBERG, 2017, p.6).

Materiais de apoio envolvendo a abordagem da computação desplugada estão disponíveis na forma de textos (TON; YOSHIDA; VENTURINI, 2019), sites<sup>5</sup> e atividades didáticas (BELL; WITTEN; FELLOWS, 2011). Por sua simplicidade “esta abordagem torna-se ideal em cenários em que não é possível utilizar computadores ou se deseja introduzir algum conceito antes de aplicá-lo com o uso do computador” (PEREIRA; ARAUJO; BITTENCOURT, 2019, p.316).

Ainda de acordo com estes autores, aliar o pensamento computacional e as “atividades desplugadas, pode-se exercitar habilidades diversas como resolução de problemas, abstração, decomposição, pensamento algorítmico e avaliação” (PEREIRA; ARAUJO; BITTENCOURT, 2019, p.316).

---

<sup>5</sup> <https://csunplugged.org/en/>  
<https://fatechgirls.org/computacao-desplugada/>

### **Competências e conceitos associados ao pensamento computacional no contexto de uma investigação matemática**

Uma atividade de investigação matemática em geral envolve quatro momentos principais.

O primeiro momento envolve o reconhecimento da situação, a sua exploração preliminar e a formulação de questões. O segundo refere-se ao processo de formulação de conjecturas. O terceiro inclui a realização de testes e o eventual refinamento das conjecturas. E, finalmente, o último, diz respeito à argumentação, demonstração e avaliação do trabalho realizado (PONTE, 2003, p.7).

Na proposta de investigação em sala de aula, Ponte (2003) salienta que o aluno é desafiado a agir como um matemático, elaborando conjecturas, argumentando e justificando as mesmas a partir de provas (formais ou informais) e refutações. Atividades de investigação matemática que favorecem o desenvolvimento do pensamento computacional terão sempre presentes: a) as perspectivas computacionais; b) as práticas computacionais; c) os conceitos computacionais e d) as competências computacionais (KAFAI; PEPPLER; CHAPMAN, 2009).

O raciocínio lógico e a construção de algoritmos, por exemplo, são algumas das competências do pensamento computacional, proposto por Brennan e Resnick (2012). De acordo com estes autores, o raciocínio lógico envolve a dedução e a indução. Na dedução, o objetivo é chegar a uma conclusão e para tanto utiliza-se da regra e sua premissa para chegar a esta conclusão. Já na indução, o objetivo é determinar uma regra, dessa forma, parte-se de diversos exemplos particulares e verifica-se como a conclusão segue da premissa (BRENNAN; RESNICK, 2012).

A construção de algoritmos, por sua vez, consiste na definição de uma sequência finita de instruções bem definidas e que não sejam não ambíguas, onde cada uma pode ser executada de forma mecânica em um período e esforço finito (BRENNAN; RESNICK, 2012).

Já os conceitos computacionais, no contexto da computação desplugada, envolve a compreensão de formas variadas utilizadas pelo computador para a representar dados, tratar temas como armazenamento, representação da informação e compressão de dados (SCHULZ; SCHMACHTENBERG, 2017).

Para situar o conceito computacional de “dados” convém lembrar que os computadores atuais provêm de sistemas digitais que funcionam a partir de códigos denominados binários.

O sistema de numeração binário é representado por apenas dois dígitos, 0 ou 1. Ou seja, para representar um número, basta utilizarmos apenas esses dois dígitos ou algarismos. Caracteres, imagens, vídeos, áudios são codificados por sequências de dígitos binários, 0s e 1s, chamados de bit. Desse modo, qualquer tipo de informação pode ser representado por números binários (MENDES 2018b, p.2).

Com relação aos dados associados aos números binários

Um bit é representado na memória principal do computador por um transistor, capacitor, que pode estar ligado, carregado (1) ou desligado, descarregado (0); Em discos magnéticos, os bits são representados pela direção de um campo magnético sobre uma superfície revestida, norte-sul ou sul-norte. Artefatos tecnológicos digitais armazenam bits de forma ótica, parte da superfície corresponde a 1 ou a 0 a depender se há reflexão de luz (1) ou não (0); As imagens de computadores são formadas por pixels: os números binários representam pontos pretos ou brancos ou grupos de pixels em imagens coloridas (MENDES 2018b, p.2).

### **Abordagem dos números binários em livros de Matemática e Ciência da Computação**

Segundo Mendes (2018a), os livros didáticos de Matemática em geral abordam os números binários como unidades de medida da informática (armazenamento e processamento de dados) evidenciando assim um saber social de caráter prático que deve oportunizar ao aluno perceber a utilidade das grandezas e medidas - medidas da informática - no seu dia a dia. Nos livros de Matemática os números binários configuram-se como assunto de suporte ao estudo da potenciação (MENDES, 2018a). Por outro lado, os livros didáticos de Ciência da Computação

(...) as unidades de medida de informação, bit e byte, e os números binários são estudados porque são pré-requisitos fundamentais e necessários para a aprendizagem de outros saberes da Computação: técnicas de compressão, codificação/decodificação, detecção e correção de erros de dados e medição de informação. Além disso, os computadores utilizam números binários para representar informações (MENDES, 2018a, p.309).

Mendes (2018a) revela que são distintas as razões de estudo dos números binários em livros didáticos de Matemática quando comparado a livros didáticos Ciência da Computação. No primeiro os números binários são tratados como um saber social que remete a curiosidade ou estudo auxiliar da potenciação. Já, no

segundo, os números binários constituem o lócus de conhecimento da Ciência da Computação (MENDES, 2018a).

Em meios a estas duas abordagens distintas, o autor, porém destaca, que ambos os livros didáticos mantêm alguns tipos de tarefas comuns:

1. Converter um número representado no sistema binário em um número representado no sistema decimal; 2. Representar um número natural como uma soma de potências de base 2; 3. Determinar a capacidade de memória de um computador (MENDES, 2018a, p.317).

Em ambos os livros didáticos são identificadas técnicas referentes às conversões de números representados entre o sistema binário e o sistema decimal (vice-versa). A técnica mais comum de conversão de um número do sistema de numeração decimal para um número no sistema de numeração binário envolve sucessivas divisões por 2 e a obtenção de restos acrescidos do último quociente das divisões sucessivas realizadas. O processo inverso, por sua vez, consiste em trabalhar com somas de potências de dois, sendo cada potência, associada a um algarismo do número binário (MENDES, 2018a).

Ainda de acordo com Mendes (2018a) não existe ilustração e nem exercitação destas técnicas de conversões entre unidades de medida nos livros didáticos de Matemática e Ciência da Computação.

Para Duval (2006) do ponto de vista cognitivo a compreensão de um conceito ou objeto matemático pressupõe a coordenação de mais (pelo menos dois) registros de representação semiótica<sup>6</sup>. Ainda de acordo com este autor a habilidade de passar de uma representação para outra é crucial para o aprendizado do aluno pois a conversão de uma representação a outra estimula e exercita a compreensão de conceitos. Duval (2006) ainda revela que a conversão de representação não é natural nos alunos, precisa ser estimulada e apoiada pelo professor em sala de aula.

Neste estudo, em relação ao registro, a preocupação se volta para a passagem da representação algébrica para a representação geométrica e vice e versa especialmente no que tange o estudo sobre os números binários.

---

<sup>6</sup> A teoria dos registros de representação semiótica foi desenvolvida pelo pesquisador Raymond Duval (1993, 1995, 2009, 2011). O termo **Registro de Representação Semiótica** é usado para indicar diferentes tipos de representação de uma ideia ou conceito, utilizando para tanto, a escrita em língua natural (materna), escrita algébrica, tabelas, gráficos cartesianos, figuras, modelos, diagramas etc. Um registro de representação pode ser considerado semiótico quando permitir formação da representação de um conceito, tratamento e conversão (DUVAL, 1993, 1995, 2009, 2011).

A proposta apresentada neste estudo, portanto, contempla a ilustração do processo de conversão (geométrico-algébrico e algébrico-geométrico) de um número da base decimal para a base binária (vice-versa) bem como as operações (adição e subtração) envolvendo estes números. Pretende-se, com isso, possibilitar o desenvolvimento do raciocínio lógico no aluno fazendo com que este parta de uma situação concreta exploratória até chegar ao pensamento abstrato com a produção de um algoritmo viabilizando assim o desenvolvendo de competências e habilidades relacionadas ao pensamento computacional.

### Encaminhamento metodológico

A ideia por traz da proposta que será apresentada na seção resultados e discussão surgiu no decorrer das aulas da disciplina “Pensamento Computacional e Ciência da Computação para professores de Ciência e Matemática” ministrada pelo terceiro autor deste trabalho junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência da UNESP, Campus Bauru.

Em uma das atividades de avaliação da referida disciplina, foi proposto aos doutorandos (o primeiro e segundo autor) a elaboração de uma atividade envolvendo computação desplugada e Pensamento Computacional tendo como suporte o referencial teórico abordado no âmbito da disciplina e apresentado na seção anterior.

Nesse sentido, com base no referencial teórico sobre Pensamento Computacional, conceitos, competências e habilidades computacionais, elaborou-se uma proposta contendo duas atividades didáticas (Apêndice A e B) voltadas para o ensino de números binários. A proposta foi elaborada de modo a atender aos seguintes tópicos do referencial teórico indicados no Quadro 1.

**Quadro 1:** Constituição da proposta metodológica a partir da literatura

<b>Tópicos do referencial teórico abordados na proposta</b>	<b>Autor(es)</b>
Investigação matemática: Situação problema; elaboração de conjecturas; teste; argumentação; refutação; prova; comunicação.	Ponte (2003)
O desenvolvimento de competências computacionais relacionadas ao raciocínio lógico e a construção de algoritmos no contexto da computação desplugada.	Brennan e Resnick (2012)
O desenvolvimento de conceitos computacionais relativo a exploração de “dados” binários: armazenamento, conversão, operações, memória, representação da informação e compressão.	Schulz e Schmachtenberg (2017)
A compreensão de conceitos matemáticos (computacionais) explorando a representação do objeto de estudo através de diferentes registros de representação semiótica.	Duval (2006).

Conceitos computacionais e matemáticos.	Mendes (2018a, 2018b)
Pensamento computacional	Glizt (2017) e Wing (2006, 2014)

Fonte: Autores (2020)

A primeira atividade (Apêndice A), apoiada em uma abordagem investigativa, propôs a utilização da ficha “Fabricação de números”, indicada na Figura 1.

**Figura 1:** Ficha de fabricação de números

8 <sup>a</sup> ordem	7 <sup>a</sup> ordem	6 <sup>a</sup> ordem	5 <sup>a</sup> ordem	4 <sup>a</sup> ordem	3 <sup>a</sup> ordem	2 <sup>a</sup> ordem	1 <sup>a</sup> ordem

Fonte: Autores (2020)

Em complemento a ficha, foi proposto a utilização de grãos de feijão para viabilizar a representação e a construção de números em diferentes sistemas de numeração, com especial atenção aos números binários.

A segunda atividade (Apêndice B), também apoiada em uma abordagem investigativa, propôs a utilização da ficha “Operações com número binários”, indicada na Figura 2.

**Figura 2:** Ficha operação com números binários

8 <sup>a</sup> ordem	7 <sup>a</sup> ordem	6 <sup>a</sup> ordem	5 <sup>a</sup> ordem	4 <sup>a</sup> ordem	3 <sup>a</sup> ordem	2 <sup>a</sup> ordem	1 <sup>a</sup> ordem

Fonte: Autores (2020)

A referida ficha (Figura 2) foi elaborada a partir de uma pequena adaptação realizada junto a ficha indicada na Figura 1.

Em complemento a ficha indicada na Figura 2, foi proposto a utilização de grãos de feijão para viabilizar a representação de números binários e as operações (adição e subtração) entre eles.

As duas atividades foram projetadas para serem exploradas em salas de aula de matemática tanto nos anos finais do Ensino Fundamental quanto no Ensino Médio e com o objetivo de auxiliar os alunos na compreensão do sistema de numeração binário (sistema de numeração decimal) e no desenvolvimento do pensamento computacional.

Na próxima seção, será apresentado uma proposta didática envolvendo duas atividades apoiadas em uma abordagem metodológica investigativa que nos possibilitará refletir e discutir o desenvolvimento de conceitos e competências computacionais ligadas ao Pensamento Computacional.

## **Resultado e Discussão**

Como resultado deste estudo apresentamos uma proposta didática contendo duas atividades (Apêndice A e B) em uma abordagem investigativa voltada para o ensino de números binários. O objetivo da proposta é fomentar o pensamento computacional, contribuindo assim para o desenvolvimento de conceitos e competências computacionais no contexto da computação desplugada. No decorrer dessa seção pautaremos a discussão nas características e potencialidades das atividades propostas direcionando o nosso olhar para o ensino da matemática e da computação, em especial, o desenvolvimento do pensamento computacional, conceitos e competências associadas.

### ***Atividade de investigação 1: Fabricação de números***

A primeira atividade (Apêndice A) tem por objetivo explorar de forma lúdica e concreta a fabricação de números em diferentes sistemas de numeração não decimal (especialmente na base binária) a partir da formação de grupos ou agrupamentos que dão origem ao conceito de base numérica.

No intuito de promover a compreensão do processo de fabricação de números e evidenciar o potencial epistemológico da Atividade 1 dentro do objetivo proposto, sugerimos de início a exploração da seguinte situação problema: “*Representar o número 7 no sistema de numeração de base 2 (base binária)*”.

Para solucionar este problema recorreremos a utilização da ficha de fabricação de números (Figura 1) e determinada quantidade de grãos de feijão.

O primeiro procedimento a ser realizado é distribuir 7 grãos de feijão na primeira ordem da ficha, conforme indicado na Figura 3.

**Figura 3:** Procedimento 1

8ª ordem	7ª ordem	6ª ordem	5ª ordem	4ª ordem	3ª ordem	2ª ordem	1ª ordem
							

Fonte: Autores (2020)

A quantidade de grãos (7) indicada na Figura 3 refere a ideia de um número natural no sistema de numeração de base decimal.

Tendo em vista que o objetivo da tarefa é fabricar um número no sistema de numeração de base 2, logo, é necessário que a quantidade de grãos existentes na primeira ordem seja agrupada em grupos contendo dois grãos cada, conforme procedimento indicado na Figura 4.

**Figura 4:** Procedimento 2

8ª ordem	7ª ordem	6ª ordem	5ª ordem	4ª ordem	3ª ordem	2ª ordem	1ª ordem
							

Fonte: Autores (2020)

Na Figura 4, portanto, temos três grupos contendo dois grãos de feijão cada e uma sobra de um único grão. Na sequência, cada grupo formado (composto por dois grãos) é remanejado para a próxima ordem sendo então representado por um único grão (representativo do grupo).

Com a quantidade de grãos existentes na segunda ordem, ainda é possível formar um agrupamento contendo dois grãos, conforme procedimento indicado na Figura 5.

**Figura 5:** Procedimento 3

8ª ordem	7ª ordem	6ª ordem	5ª ordem	4ª ordem	3ª ordem	2ª ordem	1ª ordem
							

Fonte: Autores (2020)

A Figura 5 ilustra um grupo contendo dois grãos de feijão na segunda ordem e uma sobra de um único grão. Na sequência, este grupo formado (composto por dois grãos) é remanejado para a próxima ordem sendo então representado por um único grão (representativo do grupo).

Realizado este procedimento, restaram apenas um grão de feijão na terceira, um grão na segunda e outro na primeira ordem. Com esta quantidade de grãos existentes na primeira, segunda e terceira ordem já não é mais possível organizá-los em grupos de dois. Logo, a quantidade de grãos existentes na terceira, segunda e primeira ordem indicam a representação do número 7 no sistema de numeração de base 2, conforme indicado na Figura 6 a seguir.

**Figura 6:** Número fabricado na base binária

8ª ordem	7ª ordem	6ª ordem	5ª ordem	4ª ordem	3ª ordem	2ª ordem	1ª ordem
							
					(1	1	1) <sub>2</sub>

Fonte: Autores (2020)

A Figura 6 indica a representação no número 7 no sistema de numeração de base 2, indicado por  $7 = (111)_2$ .

Os procedimentos descritos anteriormente são bem didáticos para ilustrar e promover a discussão sobre os critérios essenciais (agrupamento e algarismos utilizados) para a construção de um número em um determinado sistema de numeração não decimal, em especial o sistema binário.

Tendo em vista o desenvolvimento do pensamento computacional é de fundamental importância que o professor possa incentivar os alunos a investigar outros métodos de solução (numéricos e/ou algébricos) realizando a descrição detalhada do passo a passo da resolução de modo a viabilizar uma possível implementação computacional do procedimento.

Na sequência é discutido uma estratégia para promover a compreensão do processo de transformação de um número do sistema de numeração não decimal (base binária) para o sistema de numeração de base 10. Pretende-se com isso evidenciar o potencial epistemológico da Atividade 1 dentro do objetivo proposto. Para tanto é proposto o seguinte problema: “*Encontrar a representação do número binário  $(11010)_2$  no sistema de numeração decimal*”.

Para iniciar a discussão envolvendo a solução, representaremos de início o número binário  $(11010)_2$  na ficha, conforme indicado na Figura 7 a seguir.

**Figura 7:** Representação do número binário  $(11010)_2$

8ª ordem	7ª ordem	6ª ordem	5ª ordem	4ª ordem	3ª ordem	2ª ordem	1ª ordem
			●	●		●	
			( 1	1	0	1	0 ) <sub>2</sub>

Fonte: Autores (2020)

Diante dessa representação é realizado o seguinte questionamento: *O que fazer a partir daí para encontrar a representação correspondente do número binário indicado na figura 7 no sistema de numeração de base 10?*

A seguir, serão apresentados os procedimentos necessários para transformar um número da base 2 para a base 10 (decimal).

A partir da representação do número binário  $(11010)_2$  indicado na Figura 7, será realizado o primeiro procedimento indicado na Figura 8.

**Figura 8:** Procedimento 1

8ª ordem	7ª ordem	6ª ordem	5ª ordem	4ª ordem	3ª ordem	2ª ordem	1ª ordem

Fonte: Autores (2020)

A Figura 8 ilustra o deslocamento de um grão da 5ª ordem para a 4ª ordem gerando outros dois grãos. Estes dois grãos se juntam a um outro grão já existente na quarta ordem e passam a totalizar três grãos nessa ordem.

Por se tratar de um número no sistema de numeração de base binária (base 2), o deslocamento de um grão de uma ordem superior para uma ordem imediatamente inferior implica na decomposição do grão (representante de um grupo) existente na ordem superior em outros dois grãos na ordem inferior. Trata-se de um raciocínio análogo ao sistema de numeração de base decimal (base 10), na medida em que 1 centena equivale a 10 grupos com 10 unidades e 1 dezena equivale a um grupo com 10 unidades.

O segundo passo ou procedimento realizado é ilustrado a seguir na Figura 9.

**Figura 9:** Procedimento 2

8ª ordem	7ª ordem	6ª ordem	5ª ordem	4ª ordem	3ª ordem	2ª ordem	1ª ordem

Fonte: Autores (2020)

A Figura 9 ilustra o deslocamento de três grãos de feijão da 4ª ordem para a 3ª ordem gerando um total seis grãos na terceira ordem.

O terceiro passo ou procedimento realizado é ilustrado na Figura 10.

**Figura 10:** Procedimento 3

8ª ordem	7ª ordem	6ª ordem	5ª ordem	4ª ordem	3ª ordem	2ª ordem	1ª ordem
							

Fonte: Autores (2020)

Na figura 10, os seis grãos de feijão indicados na 3ª ordem são remanejados para a 2ª ordem gerando outros 12 grãos (cada feijão de uma ordem superior ao ser remanejado para uma ordem inferior origina outros dois grãos). Estes últimos grãos se juntam a um outro grão já existente e passam a totalizar treze grãos na 2ª ordem.

Por fim o último passo ou procedimento realizado é ilustrado na Figura 11.

**Figura 11:** Procedimento 4

8ª ordem	7ª ordem	6ª ordem	5ª ordem	4ª ordem	3ª ordem	2ª ordem	1ª ordem
							

26

Fonte: Autores (2020)

Na Figura 11 os treze grãos existentes na 2ª ordem são remanejados para a primeira ordem resultando ao final de todo este processo o total de 26 grãos. Esta quantidade de grãos representa, portanto, o número procurado na base decimal, ou seja,  $(11010)_2=26$ .

Na tentativa de promover o desenvolvimento do pensamento computacional é de fundamental importância que o professor possa incentivar os alunos a investigar outros métodos de solução (numéricos e/ou algébricos) realizando a descrição detalhada do passo a passo da solução de modo a viabilizar uma possibilidade futura de implementação computacional.

Em relação aos problemas de investigação propostos na Atividade 1 (Apêndice A) tecemos as seguintes reflexões e recomendações para o professor.

As questões investigativas propostas na atividade 1 permitem ao professor explorar a prática de investigação em sala de aula, viabilizando assim uma experiência de trabalho colaborativo onde os alunos possam ter a oportunidade de verificar padrões, elaborar conjecturas, testar hipóteses, argumentar, refutar, refinar conjecturas, realizar provas e comunicar resultados (PONTE, 2003).

As questões de investigação propostas permitem ainda explorar dois tipos diferentes de registros de representação semiótica (DUVAL, 2006) na medida em que oportuniza ao aluno transitar da representação geométrica para a representação algébrica, contribuindo dessa forma para a melhoria da compreensão dos conceitos abordados.

Para além disso, espera-se que o aluno, ao partir da experiência concreta, possa abstrair e generalizar o algoritmo utilizado para transformar um número do sistema de numeração decimal em um número no sistema de numeração de base binária e vice-versa (MENDES, 2018b), experienciando assim um tipo de raciocínio lógico que envolve deduções e induções durante a construção do algoritmo (BRENNAN; RESNICK, 2012). Convém lembrar que, tanto o raciocínio lógico quanto a construção de algoritmos compõem o leque de competências computacionais preconizadas por Brennan e Resnick (2012) visando o desenvolvimento do pensamento computacional.

Por meio da atividade 1 (Apêndice A), o aluno poderá compreender que o sistema de numeração binário faz uso de apenas dois dígitos (0 e 1) para representar um número. Para além disso, o professor pode fomentar a discussão de que caracteres, imagens, vídeos e áudios são codificados por sequências de dígitos binários, 0s e 1s, chamados de bit. Desse modo, qualquer tipo de informação pode ser representado por números binários (MENDES, 2018b).

As vantagens e desvantagens de utilizar o sistema binário podem ser discutidas e associadas a ideias relativas à capacidade de armazenamento da informação, compressão de dados etc. (SCHULZ; SCHMACHTENBERG, 2017).

As estratégias utilizadas para a transformação de um número do sistema binário para o sistema de base dez (vice e versa) deve englobar métodos de resolução descritivos, passo a passo, viabilizando uma possível implementação computacional. O professor, portanto, deverá zelar para que estes métodos de descrição utilizados na resolução do problema tenham inspiração nos métodos descritivos utilizados na

Ciência da Computação o que irá corroborar para viabilizar o Pensamento Computacional (GLIZT, 2017).

### **Atividade de investigação 2: Operações com números binários**

A segunda atividade (Apêndice B) teve por objetivo explorar de forma lúdica e concreta as operações de adição e subtração envolvendo números binários. Pretende-se por meio desta atividade desenvolver o raciocínio lógico dos alunos de modo que estes possam, partindo do concreto, abstrair e generalizar um algoritmo para operar e subtrair números no sistema de numeração binária. Os materiais utilizados nesta atividade foram: ficha operatória (Figura 2) e grãos de feijão.

Na atividade 2, foi proposto representar dois números binários quaisquer na ficha operatória (utilizando grãos) e em seguida investigar de que forma é possível realizar a soma e a subtração envolvendo estes dois números e registrar as suas ideias.

No intuito de mostrar as potencialidades da atividade proposta e do uso do material concreto no desenvolvimento do pensamento computacional, será ilustrado a seguir, a solução de um caso particular envolvendo uma adição, ou seja,  $(11101)_2 + (1011)_2$  conforme ilustrado na sequência de figuras a seguir.

**Figura 12:** Representação dos números binários

8ª ordem	7ª ordem	6ª ordem	5ª ordem	4ª ordem	3ª ordem	2ª ordem	1ª ordem
			1	1	1	0	1
			0	1	0	1	1

Fonte: Autores (2020)

A Figura 12 ilustra a representação de dois números binários na ficha operatória.

Na sequência, a Figura 13 indica o primeiro procedimento realizado para operar (somar) estes dois números.

**Figura 13:** Soma de dois números binários – Procedimento 1

8ª ordem	7ª ordem	6ª ordem	5ª ordem	4ª ordem	3ª ordem	2ª ordem	1ª ordem
			●	●	●	●	●
				●		●	●

Fonte: Autores (2020)

A Figura 13 ilustra dois grãos de feijão na primeira ordem compondo um grupo e sendo representado por um outro grão de feijão que imediatamente é deslocado para a segunda ordem.

**Figura 14:** Soma de dois números binários – Procedimento 2

8ª ordem	7ª ordem	6ª ordem	5ª ordem	4ª ordem	3ª ordem	2ª ordem	1ª ordem
			●	●	●	●	
				●	●	●	

Fonte: Autores (2020)

Já na segunda ordem, conforme ilustrado na Figura 14, dois grãos de feijão compõem um grupo representado por um outro grão que imediatamente se desloca para a terceira ordem.

**Figura 15:** Soma de dois números binários – Procedimento 3

8ª ordem	7ª ordem	6ª ordem	5ª ordem	4ª ordem	3ª ordem	2ª ordem	1ª ordem
			●	●	●		
				●	●		

Fonte: Autores (2020)

Da mesma forma, na terceira ordem, dois grãos de feijão compõem um grupo sendo representado por um outro grão que imediatamente se desloca para a quarta ordem, conforme ilustra a Figura 15.

**Figura 16:** Soma de dois números binários – Procedimento 4

8ª ordem	7ª ordem	6ª ordem	5ª ordem	4ª ordem	3ª ordem	2ª ordem	1ª ordem
			●	●			
			●	●			

Fonte: Autores (2020)

Na figura 16, temos agora três grãos de feijão e a composição de um grupo formado por dois deles, restando assim um grão na quarta ordem. O grupo formado pelos dois grãos de feijão da quarta ordem imediatamente é deslocado para a quinta ordem sendo representado por um outro grão nessa ordem.

**Figura 17:** Soma de dois números binários – Procedimento 5

8ª ordem	7ª ordem	6ª ordem	5ª ordem	4ª ordem	3ª ordem	2ª ordem	1ª ordem
		●	●	●			
			●	●			

Fonte: Autores (2020)

Na quinta ordem, conforme ilustra a Figura 17, dois grãos passam a compor um grupo e estes são representados por um outro grão de feijão que é imediatamente inserido na sexta ordem.

**Figura 18:** Soma de dois números binários – estágio final

8ª ordem	7ª ordem	6ª ordem	5ª ordem	4ª ordem	3ª ordem	2ª ordem	1ª ordem
		●		●			

( 1      0      1      0      0      0 )<sub>2</sub>

Fonte: Autores (2020)

A Figura 18 representa, portanto, o resultado da soma  $(11101)_2 + (1011)_2$ . A ideia por traz da subtração envolve o caminho inverso no que diz respeito ao deslocamento dos grãos ao longo das ordens.

Com relação aos problemas de investigação propostos na Atividade 2 (Apêndice B) tecemos as seguintes reflexões e recomendações para o professor.

A atividade proposta diante das inúmeras possibilidades de realizar deslocamentos dos grãos de uma ordem para outra tem o potencial de fomentar a discussão e a compreensão do significado dos termos “vai um” (adição) e “tomar um emprestado” (subtração) comumente utilizados em operações realizadas no sistema de numeração decimal.

O pensamento computacional é desenvolvido a partir de uma atividade de investigação (PONTE, 2003) que propicia o uso de raciocínios lógicos indutivos e dedutivos na construção de um algoritmo (BRENNAN; RESNICK, 2012) bem como na vivência dos processos de abstração e generalização envolvidos na operação entre números binários (MENDES, 2018a, 2018b).

## **Conclusão**

Ante todo o exposto, pode-se dizer que a proposta apresentada fomenta o desenvolvimento do Pensamento Computacional uma vez que priorizou o desenvolvimento de conceitos (números binários, operações, armazenamento, memória, velocidade de processamento etc.) e competências computacionais (raciocínio lógico e construção de algoritmos). As atividades propostas, de caráter lúdico e prático, partem de situações concretas até atingir de forma gradativa o pensamento abstrato do aluno, potencializando assim a aprendizagem significativa na medida em que permite aos alunos atuarem de forma autônoma na formulação de conjecturas, teste, construção de algoritmos e validação dos resultados.

Um ponto forte da atividade proposta é que ela permite a representação geométrica/ilustração de conceitos (fabricação de números e operações), algo que até então não havia sido identificado na literatura em relação ao assunto estudado. A atividade proposta, no contexto da Computação Desplugada, tem potencial para despertar no aluno o interesse pela aprendizagem colaborativa, maior interação em grupo, compartilhamento de experiências e novas ideias.

Como possibilidade de trabalhos futuros, novos estudos podem ser desenvolvidos explorando outras operações envolvendo números binários, especialmente a multiplicação e a divisão. Estas operações podem ser exploradas na ficha operatória proposta neste estudo por meio de deslocamentos horizontais de grãos (bits) para esquerda e para direita bem como através do pensamento algorítmico envolvendo somas e subtrações sucessivas.

É esperado ainda que outros estudos possam dar continuidade a este, realizando a aplicação da proposta apresentada e relatando as contribuições e limitações referente a utilização desta proposta em sala de aula.

Para além disso, a abordagem proposta, pode ser explorada/transformada em um programa de computador na forma de aplicativo ou jogo educacional com o objetivo de desenvolver o pensamento computacional e a formação de conceitos envolvendo a representação de números em diferentes sistemas de numeração não decimal.

## Referências

BELL, T.; WITTEN, I.; FELLOWS, M. **Computer Science Unplugged: Ensinando Ciência da Computação sem o uso do Computador**. Tradução de Luciano Porto Barreto, 2011.

<https://classic.csunplugged.org/wp-content/uploads/2014/12/CSUnpluggedTeachers-portuguese-brazil-feb-2011.pdf>. Acesso: 15 de abr. 2021.

BLIKSTEIN, P. **O pensamento computacional e a reinvenção do computador na educação**. 2008. Disponível em:

[http://www.blikstein.com/paulo/documents/online/ol\\_pensamento\\_computacional.html](http://www.blikstein.com/paulo/documents/online/ol_pensamento_computacional.html).

Acesso em 17 de set. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica, Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão; Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. **Base Nacional Comum Curricular**. 2017. Disponível em: <http://bit.ly/2PFK5qq>. Acesso em: 12 de nov. de 2019.

BRENNAN, K. RESNICK, M. New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In: **Proceedings of the 2012 anual meeting of the American Educational Research Association** (pp. 1–25). Vancouver, Canada. Disponível em: <http://scratched.gse.harvard.edu/ct/files/AERA2012.pdf>. Acesso em 23 de set. de 2020.

DUVAL, R. Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée. Paris, *Annales de Didactiques et de Sciences Cognitives*, v. 5, p. 37-65, 1993.

DUVAL, R. *Sémiosis et pensée humaine. Registres sémiotiques et apprentissages intellectuels*. Berne: Peter Lang, 1995.

DUVAL, R. *Semiósis e Pensamento Humano: registros semióticos e aprendizagens intelectuais*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2009, ISBN 978-85-7861-035-7.

DUVAL, R. *Ver e ensinar a Matemática de outra forma: entrar no modo matemático de pensar: os registros de representações semióticas*. São Paulo: Proem, 2011, ISBN 978-85-87564-26-9.

DUVAL, R. A Cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics. **Educational Studies in Mathematics**, n. 61, p. 103-131, 2006. Disponível em: [http://www.edumatec.mat.ufrgs.br/artigos/esm\\_2008\\_v68/5semiotic.pdf](http://www.edumatec.mat.ufrgs.br/artigos/esm_2008_v68/5semiotic.pdf). Acesso em: 23 de set. 2020.

GLIZT, F. R. de O. **O pensamento computacional nos anos iniciais do ensino fundamental**. 2017. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/3023>. Acesso em: 23 de set. de 2020.

KAFAI, Y. PEPPLER, K. CHAPMAN, R. **The Computer Clubhouse: Constructionism and Creativity in Youth Communities**. Nova Iorque: Teachers' College Press, 2009.

KOSCIANSKI, A. GLIZT, F. R. O. O pensamento computacional nos anos iniciais do ensino fundamental. **RENOTE**, v. 15, n. 2, 2017.

MENDES, H. L. Números binários em livros didáticos de matemática e de computação: uma comparação. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 11, n.1, p. 302-321, 2018a.

MENDES, H. L. Números binários em uma coleção de livros didáticos de matemática. **Encontro Internacional de Formação de Professores e Fórum Permanente de Inovação Educacional**, 2018b. v.11, n.1, p.1-11. Disponível em: <https://eventos.set.edu.br/enfope/article/view/8638/3990>. Acesso em 17 de set de 2020

PEREIRA, F. T. S. S. ARAÚJO, L. G. BITTENCOURT, R. Intervenções de Pensamento Computacional na Educação Básica através de Computação Desplugada. In: **Anais do Workshop de Informática na Escola**. p. 315-324, 2019.

PONTE, J. P. **Investigação sobre investigações Matemáticas em Portugal**, 2003. Disponível em: [http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt/03-Ponte\(Rev-SPCE\).pdf](http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt/03-Ponte(Rev-SPCE).pdf). Acesso em 17 de set de 2020.

SCHULZ, J. M. SCHMACHTENBERG, R. F. Construindo o Pensamento Computacional: experiência com o desenvolvimento e aplicação de materiais didáticos desplugados. **Seminário Institucional do PIBID UNISC**, v. 1, 2017. Disponível em: [https://online.unisc.br/acadnet/anais/index.php/pibid\\_unisc/article/view/17788](https://online.unisc.br/acadnet/anais/index.php/pibid_unisc/article/view/17788). Acesso em 17 de set de 2020.

TON, Gabriel Freitas; YOSHIDA, Alexandre Calzavara; VENTURINI, Patricia

Cristina. Computação desplugada: atividade lúdica para desenvolver o pensamento computacional. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 5, n. 6, p. 6146–6150, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv5n6-125>

WING, J. Computational Thinking. **Communications of the ACM**, v. 49, n. 3, p.33-36, 2006.

WING, J. Computational Thinking Benefits Society. **40th Anniversary Blog of Social Issues in Computing**, 2014. Disponível em: < <http://bit.ly/2d9PrKn>> Acesso em 14 de dezembro de 2019.

Recebido em: 23/09/2020

Aprovado em: 07/04/2021

## APÊNDICE A - ATIVIDADE DE INVESTIGAÇÃO 1: FABRICAÇÃO DE NÚMEROS

### 1ª PARTE:

#### Questões de investigação:

- 1- Representar o número 7 no sistema de numeração de base 2 (base binária)
- 2- Investigue a possibilidade de obter o mesmo resultado da questão anterior a partir de um outro método ou estratégia de resolução.
- 3- Fabrique três números binários e explique por que na composição destes números aparece apenas os algarismos 0 e 1? Tente generalizar a sua conclusão para outros sistemas de numeração não decimal.

### 2ª PARTE:

#### Questões de investigação:

- 1- Representar na ficha o número binário  $(10111)_2$  utilizando grãos.
- 2- O que fazer para encontrar a representação correspondente desse número binário no sistema de numeração de base decimal?
- 3- Investigue a possibilidade de obter o mesmo resultado da questão anterior a partir de um outro método ou estratégia de resolução?
- 4- Qual a vantagem e desvantagem de se utilizar um sistema de numeração de base 2 em relação aos outros sistemas de numeração?

## APÊNDICE B - ATIVIDADE DE INVESTIGAÇÃO 2: OPERAÇÕES

### Investigação:

- 1- Representar dois números binários quaisquer na ficha operatória, utilizando para isso os grãos que você dispõe.
  
- 2- Utilizando os grãos dispostos na ficha operatória, investigue de que forma é possível realizar a soma e a subtração envolvendo estes dois números e registre suas ideias.
  
- 3- Teste o procedimento descrito anteriormente para:
  - a) Dois números quaisquer no sistema de numeração decimal
  - b) Dois números quaisquer no sistema de numeração de base 3
  
- 4- Explique como funciona o processo de soma e subtração envolvendo os dois números binários indicados abaixo:  
$$\begin{array}{r} (11101)_2 \\ + (\underline{1011})_2 \end{array}$$
$$\begin{array}{r} (11101)_2 \\ - (\underline{1011})_2 \end{array}$$
  
- 5- Utilizando o mesmo algoritmo de soma e subtração apresentado anteriormente, verifique os resultados realizados na ficha operatória.