



Pensamento Computacional no Ensino Básico: Insights da Conferência Internacional sobre Comunicação Criativa de Ciências Matemáticas

Ana Lúcia Braz Dias¹

Central Michigan University – CMU

RESUMO

Este é um relato de experiência sobre minha participação na Sexta Conferência Internacional sobre Comunicação Criativa de Ciências Matemáticas, realizada em Bergen, na Noruega, em abril de 2022. No evento, um pequeno grupo de pesquisadores em ciência da computação e áreas correlatas, professores, membros de ONGs e empresas envolvidas na promoção do pensamento computacional no ensino básico se reuniram para apresentar atividades desplugadas e dialogar sobre como levar os avanços da ciência da computação e áreas correlatas ao grande público e a crianças em idade escolar. As interações permitiram não apenas a experiência com novas atividades, mas também a reflexão sobre a implementação de atividades semelhantes nas escolas. Este relato tem por objetivos: fornecer uma amostra das motivações de alguns cientistas da computação em levar o pensamento computacional para as escolas; fazer uma analogia entre essas motivações e algumas daquelas que deram início ao movimento da matemática moderna; apresentar o ponto de vista de profissionais que trabalham junto a professores de escola básica na Noruega sobre a implementação do currículo proposto relativo ao pensamento computacional nas escolas; e reiterar o alerta dado por essas profissionais e pela história do movimento da matemática moderna para possíveis dificuldades em tal implementação.

Palavras-chave: Pensamento computacional; Base Nacional Comum Curricular brasileira; Reformas curriculares; Atividades desplugadas.

Computational thinking in elementary and secondary education: insights from the International Conference on Creative Mathematical Sciences Communication

ABSTRACT

This is an account of my experience participating in the Sixth International Conference on Creative Communication of Mathematical Sciences, held in Bergen, Norway, in April 2022. At the event, a small group of researchers in computer science and related fields, teachers, members of NGOs, and companies involved in promoting computational thinking in primary education gathered to present unplugged activities and discuss how to bring advances in computer science and related areas to the general public and school-age children. The interactions allowed not only the experience with new activities but also reflection on the implementation of similar activities in schools. This account aims to: provide a sample of the motivations of some computer scientists in promoting computational thinking in schools; draw an analogy between these motivations and some of those that initiated the modern mathematics movement; present the perspective of professionals working with elementary school teachers in Norway on the implementation of the proposed

Submetido em: 03/06/2024

Aceito em: 19/06/2024

Publicado em: 21/06/2024

¹ Doutora em Educação Matemática pela Indiana University (IU). ORCID: <http://lattes.cnpq.br/4691905656166343>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4691905656166343>. E-mail: dias1al@cmich.edu.

curriculum related to computational thinking in schools; and emphasize the warning given by these professionals and by the history of the modern mathematics movement regarding potential challenges in such implementation.

Keywords: Computational thinking, Brazilian National Common Curricular Core; Curricular reform; unplugged activities.

Pensamiento Computacional en la enseñanza primaria: perspectivas de la Conferencia Internacional sobre Comunicación Creativa en Ciencias Matemáticas

RESUMEN

Este es un relato de mi experiencia participando en la Sexta Conferencia Internacional sobre Comunicación Creativa de Ciencias Matemáticas, realizada en Bergen, Noruega, en abril de 2022. En el evento, un pequeño grupo de investigadores en ciencia de la computación y áreas relacionadas, profesores, miembros de ONGs y empresas involucradas en la promoción del pensamiento computacional en la educación primaria se reunieron para presentar actividades desenchufadas y dialogar sobre cómo llevar los avances en ciencia de la computación y áreas relacionadas al gran público y a niños en edad escolar. Las interacciones permitieron no solo experimentar nuevas actividades, sino también reflexionar sobre la implementación de actividades similares en las escuelas. Este relato tiene como objetivos: proporcionar una muestra de las motivaciones de algunos científicos de la computación para llevar el pensamiento computacional a las escuelas; hacer una analogía entre estas motivaciones y algunas de las que dieron inicio al movimiento de la matemática moderna; presentar el punto de vista de profesionales que trabajan junto a profesores de escuelas primarias en Noruega sobre la implementación del currículo propuesto relacionado con el pensamiento computacional en las escuelas; y reiterar la advertencia dada por estos profesionales y por la historia del movimiento de la matemática moderna sobre posibles dificultades en dicha implementación.

Palabras clave: Pensamiento computacional; Base Nacional Común Curricular brasileña; Reformas curriculares; Actividades desconectadas.

INTRODUÇÃO

Em abril de 2022 fui a uma conferência sobre pensamento computacional. Eu não conhecia a área nem o evento, mas achei a chamada interessante. Fiquei sabendo sobre a conferência em uma dessas mensagens de *e-mail* encaminhadas não se sabe bem por que ou por quem. A mensagem explicava que a *International Conference on Creative Mathematical Sciences Communication* é uma iniciativa internacional que visa a promover o pensamento algorítmico/computacional e a matemática nele envolvida por meio de atividades práticas e desplugadas²; que reúne cientistas, investigadores, professores e artistas para desenvolver novas formas de comunicar as ciências matemáticas a pessoas de todas as idades – em particular às crianças. Do site da conferência:

² O termo "desplugado" é às vezes usado para se referir às atividades curadas no site CS Unplugged em <https://csunplugged.org>, mas em outros contextos se refere a qualquer atividade relacionada à ciência da computação realizada longe de um computador (Bell; Lodi, 2019).

Crianças de todas as idades, cidadãos modernos, precisam apreciar algoritmos e pensamento computacional. Juntem-se a cientistas, pesquisadores, professores e artistas no desenvolvimento de novas formas de comunicar o pensamento computacional, incluindo atividades de computação em todo o currículo, em todos os níveis. O CMSC aceita contribuições em formas como história, dança, arte, teatro,... muitas formas de comunicar ciência ao público.³

Eu nunca havia me envolvido com pensamento computacional, senão em jogos combinatórios. Achei a chamada para a conferência interessante e enviei um trabalho sobre jogos que têm a mesma estrutura do Nim⁴ e que utilizam o sistema numérico binário para suas soluções (Braz Dias, 2022). O trabalho foi aceito e fui à conferência. Minha experiência lá é o que vou relatar neste artigo. A experiência, que incluiu o sentimento de inadequação porque meu trabalho era muito banal para o público (da conferência, não do festival), culminou com uma sensação de que algo havia ali algo análogo a um período da história da educação matemática, mais precisamente o movimento da matemática moderna.

Este relato tem por objetivos: fornecer uma amostra das motivações de alguns cientistas da computação em levar o pensamento computacional para as escolas; fazer uma analogia entre essas motivações e algumas daquelas que deram início ao movimento da matemática moderna; apresentar o ponto de vista de profissionais que trabalham junto a professores de escola básica na Noruega sobre a implementação do currículo proposto relativo ao pensamento computacional nas escolas; e reiterar o alerta dado por essas

³ <https://cmssc-uib.org/>

⁴ O jogo Nim foi apresentado matematicamente por Bouton em 1902, em um artigo que deu origem à área de jogos combinatórios (Bouton, 1901-1902). As regras são simples: Colocam-se sobre uma mesa um número qualquer de pilhas de palitos. Cada pilha também pode ter qualquer número de palitos. É um jogo para dois jogadores, que se alternam a jogar. À sua vez, cada jogador seleciona uma das pilhas em que mexer e retira dela quantos palitos desejar (o jogador pode pegar de um palito até a pilha inteira). Na versão normal do jogo, o jogador que pegar os últimos palitos da mesa ganha o jogo. Na versão *misère*, o jogador que ficar com o último palito perde o jogo. A estratégia ganhadora no jogo Nim baseia-se no conceito de "posição ganhadora" e "posição perdedora". Uma posição é considerada ganhadora se o jogador que tem que jogar consegue forçar uma vitória, desde que jogue de maneira ótima. Uma posição é considerada perdedora se qualquer movimento que o jogador faça permitir ao oponente alcançar uma posição ganhadora na jogada seguinte, assumindo que o oponente também jogue de maneira ótima. Para determinar se uma posição é ganhadora ou perdedora, consideram-se as quantidades de palito em cada pilha em base 2. Depois faz-se uma *soma-nim* dessas quantidades. A soma-nim equivale à soma em base 2 sem o *vai um*, ou seja, ao *ou exclusivo* (XOR). Se a soma-nim da quantidade de palitos em todas as pilhas é zero, então a posição é perdedora para o jogador que está para jogar, desde que o oponente jogue de maneira ótima. Se a soma-nim não é zero, então a posição é ganhadora para o jogador que está para jogar, pois ele pode realizar um movimento que resultará em uma soma-nim zero para o oponente na jogada seguinte, deixando-o em uma posição perdedora. Fora dos círculos matemáticos, o jogo Nim se popularizou com o filme de 1961 de Alain Resnais, *L'Année Dernière à Marienbad* (O Último Ano em Marienbad). Ele era conhecido pelo nome de *Le Jeu de Marienbad* (O Jogo de Marienbad) e era principalmente jogado por estudantes em cafés e bares, utilizando palitos de dentes, para impressionar amigos ou ganhar doses de Bourbon (Rougetet, 2014).

profissionais e pela história do movimento da matemática moderna para possíveis dificuldades em tal implementação.

Este artigo terá as seguintes seções: uma introdução sobre pensamento computacional (PC) e o movimento pela sua inserção nas escolas, em termos globais; uma seção sobre PC na Base Nacional Comum Curricular brasileira (Brasil, 2018); uma exposição sobre a CMSC 2022 e minhas observações; e minhas considerações e analogias ao movimento da matemática moderna.

O PENSAMENTO COMPUTACIONAL

Pela revisão de literatura sobre pensamento computacional (PC) que eu fiz para este artigo, aprendo que tudo começou com uma publicação de Jeannette M. Wing (Wing, 2006). Fui checar a publicação. Não era um artigo de pesquisa. Eram três páginas de “Ponto de Vista”, nome de uma seção do *Communications of the ACM*, o periódico mensal da *Association for Computing Machinery*, que é enviado a todos os membros da associação. O periódico é destinado a leitores com formação em todas as áreas da ciência da computação e sistemas de informação. A expressão já estava lá no título: *Pensamento Computacional*. Essa publicação é amplamente citada como o marco do movimento de inserção do pensamento computacional nas escolas. Wing escreveu:

O pensamento computacional é uma habilidade fundamental para todos, não apenas para cientistas da computação. À leitura, escrita e aritmética, deveríamos adicionar o pensamento computacional à capacidade analítica de cada criança. (Wing, 2006, p. 33, tradução minha)

É claro que créditos também são dados na literatura sobre PC, às vezes, a Seymour Papert⁵, que em 1980 usou o termo pensamento computacional no livro *Mindstorms*:

⁵ Seymour Papert (1928-2016) foi um matemático, cientista da computação e educador sul-africano, amplamente reconhecido por suas contribuições inovadoras no campo da educação e tecnologia. Papert desenvolveu a teoria do construcionismo, uma extensão do construtivismo de Jean Piaget, com quem trabalhou no Centro Internacional de Epistemologia Genética em Genebra. O construcionismo enfatiza a ideia de que as crianças aprendem melhor quando estão ativamente envolvidas na construção de artefatos tangíveis que têm significado para elas. Em colaboração com a equipe do MIT, Papert desenvolveu a linguagem de programação LOGO, uma das primeiras linguagens de programação voltadas para crianças. LOGO foi projetada para permitir que as crianças controlassem a movimentação de uma "tartaruga" gráfica na tela, ajudando-as a aprender conceitos matemáticos e de programação de forma lúdica e interativa. Papert foi professor no Massachusetts Institute of Technology (MIT), onde cofundou o Laboratório de Inteligência Artificial (AI Lab) junto com Marvin Minsky. Ele também foi um membro proeminente do Media Lab do MIT, onde continuou a explorar a interseção entre tecnologia e educação.

Children, Computers, And Powerful Ideas (Papert, 1980). No entanto, a excelente análise de Lodi e Martini (2021), ficamos sabendo que não apenas o termo foi utilizado por Papert naquela obra “*en passant*, depois de muitos outros *alguma coisa* ‘computacional’” (Lodi; Martini, 2021, p. 890, *grifo dos autores*), mas com sentido diferente ao dado por Jeannette Wing ao termo. A diferença entre as nuances dadas à expressão pensamento computacional por Papert e Wing foge ao escopo deste artigo, e dirijo os leitores ao trabalho de Lodi e Martini (2021) para essa análise. Vamos focar aqui o movimento atual de introdução do PC nas escolas, considerando, como escreveram Tedre e Denning (2021), que “[j]á em 1960, educadores que previram a revolução da computação trabalharam arduamente para introduzir cursos de alfabetização em computação e, posteriormente, cursos de fluência em computação nos currículos do ensino fundamental e médio, *mas nunca ganharam muita tração a nível das nações*”⁶ (Tedre; Denning, 2021, p. 1, grifos e tradução meus).

Lodi e Martini (2021) apontam que apesar da imprecisão da proposta de Wing, a posição dela foi tomada como um trampolim para diversas iniciativas para trazer o PC para os níveis fundamental e médio de ensino, em um movimento que atingiu uma escala mundial. As iniciativas propuseram materiais educacionais, definições de PC e métodos de avaliação.

Muitos artigos se preocupam em definir pensamento computacional. E reclamam que não há ainda uma definição definitiva. Há artigos que listam várias definições e as comparam (Haseski *et al.*, 2018; Shute *et al.*, 2017). Não me preocuparei com isso neste artigo. Aliás, não considero que a existência ou não de um consenso quanto a uma definição de PC seja a coisa mais importante com o que nos preocuparmos. Afinal de contas, não há definição para matemática, e nem por isso ela deixa de ser uma disciplina e área de estudos – não que a questão da natureza da matemática não seja importante do ponto de vista filosófico. Mas para não escrever no abstrato, vou colocar aqui a definição a que chegaram Jeannette Wing, Jan Cuny, da National Science Foundation e Larry Snyder, da Universidade de Washington, inspirados em uma troca de e-mails com Al Aho, da Universidade de Columbia:

⁶ "Já em 1960, educadores que previram a revolução da computação trabalharam arduamente para introduzir cursos de alfabetização em computação e, posteriormente, cursos de fluência em computação nos currículos do ensino fundamental e médio, mas nunca ganharam muita tração a nível das nações"(Tedre; Denning, 2021, p. 1).

Pensamento computacional são os processos mentais envolvidos na formulação de problemas e suas soluções de modo que as soluções sejam representadas em uma forma que possa ser efetivamente executada por um agente de processamento de informações. (Wing, 2011, n.p., tradução minha.)

Informalmente, explica Wing (2011), o pensamento computacional descreve a atividade mental na formulação de um problema para admitir uma solução computacional. A solução pode ser realizada por um ser humano ou por uma máquina ou, mais genericamente, por combinações de seres humanos e máquinas. E Wing escreve que a interpretação que ela dá às palavras *problema* e *solução* é ampla; que ela não se refere apenas a problemas matematicamente bem definidos cujas soluções são completamente analisáveis, como uma prova, um algoritmo ou um programa, mas também a problemas do mundo real cujas soluções podem estar na forma de sistemas de software grandes e complexos.

Pensamento computacional em currículos ou diretrizes de alguns países

Belmar (2022) compara o andamento do ensino de PC em em todas as regiões do mundo e afirma que o tema faz parte agora do currículo obrigatório de vários países da Europa e países asiáticos como Japão, Coreia do Sul e China, de modo geral a partir de 2016. Organizações externas aos sistemas educativos formais – tanto ONGs com fins lucrativos quanto sem fins lucrativos – estão envolvidas na promoção da integração do pensamento computacional em estruturas educativas em todo o mundo. Dois exemplos são code.org e CodeMonkey (Hazzan *et al.*, 2020).

As diferenças nas regulamentações de cada país, sem dúvida, influenciam como os pesquisadores e profissionais incorporam o PC no currículo. Isso torna útil comparar a incorporação do PC a diretrizes, documentos curriculares e currículos implementados.

Niemelä *et al.* (2022) resumem a situação da introdução de conceitos e competências do PC na escolaridade obrigatória na Suécia, na Finlândia, na Lituânia e na Estônia. Eles escrevem que o principal dilema que os decisores políticos e os criadores de currículos enfrentam nesse sentido é se o pensamento computacional e as competências digitais devem ser integrados nas várias disciplinas ou fornecidos como uma disciplina separada. Naqueles países, tem havido experiências de ensino onde o PC é disciplina optativa e outras onde PC está em disciplinas obrigatória. Há também casos em que PC é

uma disciplina separada e outros onde o PC foi totalmente integrado a uma ou mais disciplinas anteriormente existentes. A tendência que Niemelä *et al.* viram em sua análise é que esta integração se concentrou mais frequentemente em matemática ou artesanato na Finlândia, tendo a Suécia também feito esforços para incluir alguns conteúdos em disciplinas linguísticas e tecnológicas. Também observam que a integração do PC em outras disciplinas torna a coordenação de conteúdos e resultados de aprendizagem consideravelmente mais complexas, ao mesmo tempo em que oferece a vantagem de aumentar a relevância do PC em contextos familiares aos alunos.

Suarsana *et al.* (2024) escrevem que em vários países, incluindo Japão, Áustria, Dinamarca, Malta, Portugal e Turquia, o PC é integrado especificamente ao ensino de informática. Já em outros países como Finlândia e França, o PC aparece como componente da educação matemática. Os pesquisadores concluem que são necessárias mais pesquisas que identifiquem o nível atual de integração do pensamento computacional na educação matemática nesses países, discernindo lacunas ou discrepâncias nas abordagens de integração, avaliando a eficácia dos métodos atuais e apontando áreas que necessitam de mais pesquisa ou desenvolvimento para superar a disparidade entre o estado atual e o desejado da integração do pensamento computacional aos currículos implementados nas escolas.

No Brasil, o pensamento computacional foi incluído inicialmente na área de matemática, no tocante à Base Nacional Comum Curricular (BNCC) de matemática (Brasil, 2018). Posteriormente, um novo documento foi publicado, definindo as diretrizes para a área de computação e incluindo ali o pensamento computacional.

Pensamento Computacional na BNCC de Matemática

Esta seção discorre sobre o pensamento na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) com o intuito de enriquecer a compreensão do PC no cenário educacional brasileiro.

Inicialmente, a BNCC incorporou elementos do pensamento computacional à área de Matemática. O termo lá aparece nove vezes, em cinco páginas diferentes (páginas 266, 471, 474, 475, 528). O único trecho que desenvolve um pouco o que o documento pretende

a respeito do pensamento computacional está na página 271, na introdução à área da matemática:

Outro aspecto a ser considerado é que a aprendizagem de Álgebra, como também aquelas relacionadas a Números, Geometria e Probabilidade e estatística, podem contribuir para o desenvolvimento do pensamento computacional dos alunos, tendo em vista que eles precisam ser capazes de traduzir uma situação dada em outras linguagens, como transformar situações-problema, apresentadas em língua materna, em fórmulas, tabelas e gráficos e vice-versa.

Associado ao pensamento computacional, cumpre salientar a importância dos algoritmos e de seus fluxogramas, que podem ser objetos de estudo nas aulas de Matemática. Um algoritmo é uma sequência finita de procedimentos que permite resolver um determinado problema. Assim, o algoritmo é a decomposição de um procedimento complexo em suas partes mais simples, relacionando-as e ordenando-as, e pode ser representado graficamente por um fluxograma. A linguagem algorítmica tem pontos em comum com a linguagem algébrica, sobretudo em relação ao conceito de variável. Outra habilidade relativa à álgebra que mantém estreita relação com o pensamento computacional é a identificação de padrões para se estabelecer generalizações, propriedades e algoritmos. (Brasil, 2018, p. 271)

Na seção BNCC do Ensino Médio encontramos um trecho que pode ser tomado como a definição de pensamento computacional no documento:

pensamento computacional: envolve as capacidades de compreender, analisar, definir, modelar, resolver, comparar e automatizar problemas e suas soluções, de forma metódica e sistemática, por meio do desenvolvimento de algoritmos; (Brasil, 2018, p. 474)

Em 3 de outubro de 2022, foi publicado o Parecer nº 02/2022 do Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Básica (Brasil, 2022a). Esse parecer estabelece diretrizes para a inclusão da ciência da computação nas escolas de Educação Básica. A previsão para a introdução da computação já estava presente no Parecer CNE nº 15/2017, que aprovou a BNCC. O artigo 22 do capítulo V do documento afirmava: "O CNE elaborará normas específicas sobre computação, orientação sexual e identidade de gênero" (Brasil, 2017, p. 58). A BNCC Computação foi publicada cinco anos depois (Brasil, 2022b).

A BNCC Computação

Eloy *et al.* (2024) fizeram uma comparação das normas de computação como complemento à Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2022b) com documentos

curriculares similares de outros países. Eles identificaram diferenças entre o documento brasileiro e os demais quanto ao nível de detalhamento e prescrição de habilidades para cada ano escolar (maior detalhamento no documento brasileiro), tipo de verbos usados para descrever habilidades (usaram para isso a taxonomia de Bloom), valorização da perspectiva social da computação, assim de conceitos de programação. É um trabalho informativo que ajuda a indicar potencialidades e oportunidades de aprimoramento do currículo nacional brasileiro, podendo informar programas e políticas impulsionadas a partir de sua criação.

A CMSC 2022

Nesta seção faço o relato de experiência sobre a *6th International Conference on Creative Mathematical Sciences Communication (CMSC 2022)*, em Bergen, na Noruega. Como já escrevi na introdução, eu não conhecia o grupo e não estava familiarizada com o movimento pela introdução do PC nas escolas. Resolvi ir à conferência porque achei a chamada bem interessante. O site do evento explicava que a CMSC tem como objetivo criar atividades para ensinar crianças sem computadores, seguindo a filosofia *Computer Science Unplugged*, uma organização fundada por Tim Bell, da Universidade de Canterbury, Ian Witten da Universidade de Waikato e Michael Fellows, da Charles Darwin University⁷. A chamada incentivava participantes a levar suas ideias, suas tentativas experimentais, e informava que a atmosfera seria casual com foco no *brainstorming*. Encorajava os pesquisadores a pensarem também formas de apresentarem os problemas em que estivessem trabalhando no momento (problemas em aberto) a crianças. A conferência de 2022 foi organizada pela Prof^a. Dra. Frances Rosamond, da Universidade de Bergen.

A série de conferências CMSC começou em 2013 em Darwin, Austrália e foi realizada na Austrália, Índia, Alemanha, Nova Zelândia, Polônia e Noruega. Entre os participantes do ano de 2022 na Noruega estavam cientistas da computação, artistas, matemáticos, formadores de professores e uma ONG que visa a promover o pensamento computacional. A conferência foi marcada para a mesma época Feira de Ciências Comunitária All-Bergen, um festival municipal onde vários departamentos de ciências da

⁷ www.csunplugged.org

Universidade de Bergen, bem como empresas, montam estandes nos quais propõem atividades científicas práticas para adultos e crianças da comunidade. Os participantes da CMSC montaram um estande no festival, sob a coordenação do professor Torstein Stromm, do departamento de informática da Universidade de Bergen.

Senti-me muito bem acolhida pelo grupo, apesar de meu trabalho, como pensado, ter sido trivial para a audiência, pois esta era na sua maioria formada por pesquisadores em alguma área da computação e, meu trabalho, sendo sobre derivados do jogo Nim, não apresentava novidade para eles (Braz Dias, 2022). Além dos pesquisadores, havia um representante de uma empresa na Holanda e duas representantes de uma ONG norueguesa que trabalha com professores do ensino fundamental para levar o pensamento computacional para as escolas.

Resumo dos trabalhos de professores universitários e cientistas da computação

Os trabalhos apresentados foram todos muito interessantes e várias das apresentações foram no estilo de oficina. Durante todo o evento tivemos várias discussões, onde eu pude sentir o entusiasmo daqueles profissionais da ciência da computação e áreas correlatas. Ouvi algumas vezes durante o evento a crença de que atividades mais avançadas de suas áreas poderiam ser adaptadas para crianças, e a crença de que seriam compreensíveis e interessantes para qualquer criança motivada em idade correspondente a alunos da educação infantil. Essa situação me lembrou o início do movimento da matemática moderna, que partiu de pesquisadores em matemática que acreditavam ser possível adaptar conhecimento de ponta ao nível de alunos do ensino médio – o que depois passou para o nível fundamental e até da educação infantil (Phillips, 2014a). Cheguei a levantar esse ponto durante uma das discussões. Voltarei a esse assunto nas considerações finais. A seguir, faço um relato resumido das atividades e apresentações do evento.

Pei An e Alessandro Gelmida, da Libera Università di Bolzano, na Itália, apresentaram um projeto criativo de um livro de aventura ilustrado para crianças do ensino fundamental, desenvolvido por dois doutorandos em Pedagogia na Universidade de Bozen/Bolzano (An; Gelmi, 2022). Inspirado por *kidbots*, a história interativa permite que as crianças ajudem um robô em busca de liberdade, codificando instruções para movê-lo. As escolhas das crianças influenciam o desenrolar da história, que sempre envolve desafios

de programação. O livro serve tanto como uma experiência individual de leitura e jogo quanto como uma ferramenta didática para professores, permitindo conexões interdisciplinares com a educação artística e moral.

Emmanuel Arrighi, da Universidade de Bergen, na Noruega, apresentou um trabalho sobre o uso da placa *Micro Bit* para trazer código para a vida real (Arrighi, 2022). O *Micro Bit*, desenvolvido pela BBC para fins educacionais, é um pequeno dispositivo baseado em máquinas RISC avançadas (ARM), do tamanho de um cartão de crédito, com vários sensores e sistemas de entrada/saída. A palestra demonstrou as possibilidades do *Micro Bit* através de exemplos de projetos.

Malgorzata Bednarska, da Adam Mickiewicz University, na Polônia, apresentou atividades baseadas em jogos combinatórios (como o jogo da velha), formulados em uma linguagem simples, mas por trás dos quais existem conceitos matemáticos não triviais (Bednarska, 2022). As atividades foram feitas tendo em mente um público de crianças de qualquer idade.

Eu (Braz Dias, 2022) também apresentei sobre jogos combinatórios da família Nim, como o *Northcotts*, o *Turning Turtles* e o *Nimble* (Berlekamp *et al.*, 2003). Minha ideia era não mostrar estratégias ganhadoras para esses jogos, senão apresentar um modo de levar os jogadores a perceberem quais seriam essas estratégias, por meio de observações de um modo de jogar específico. Como a platéia já sabia a solução, não deu para apresentar como oficina, e optei por apresentar uma descrição de como eu tentava desenvolver a atividade com minhas alunas de pedagogia.

Michael Fellows e Frances Rosamond, da Universidade de Bergen, na Noruega, apresentaram um desafio sobre árvores (Fellows; Rosamond, 2022a). Fizeram uma breve apresentação sobre o teorema da árvore de Kruskal e convidaram os participantes a contribuir com a decoração de algumas árvores. Fellows e Rosamond trouxeram também a *Sorting Network* (Fellows; Rosamond, 2022b), e nos guiaram na execução da atividade (Figura 1).

Figura 1. Profa. Frances Rosamond, organizadora da conferência, nos leva a experienciar sua Sorting Network (Fellows; Rosamond, 2022b)



Fonte: Meu acervo

Maarten Löffler, da Universidade de Utrecht, na Holanda, apresentou a Experiência de Algoritmos, onde alunos executam manualmente vários algoritmos para obter o mesmo resultado em pequenas entradas (Löffler, 2022). A ideia é permitir que os alunos perceberem as diferenças de tempo e repetição entre os algoritmos, tornando a noção de eficiência mais tangível e compreensível. Nós, os participantes, executamos manualmente (de forma desplugada) vários algoritmos que alcançam o mesmo resultado. Ao fazer isso, pudemos ver que se pode chegar aos mesmos resultados de maneiras diferentes, e que alguns levam mais tempo do que outros. Além disso, pudemos perceber que alguns algoritmos contêm muita repetição desnecessária.

Joek van Montfort, do Liceu Montessori de Amsterdã, na Holanda, apresentou o *Turtlestitch*⁸, um ambiente de codificação on-line que leva a tartaruga do programa Logo (Papert, 1980) máquinas de bordar programáveis. Alguns programas feitos por alunos ensinavam a tartaruga (mais precisamente, nesse caso, a máquina de bordar) a bordar alguns trabalhos do artista Waclaw Szpakowski (van Montfort, 2022).

Pawe Perekietka, do Tarnowo Podgórne Lyceum, e Michael Ren, da Universidade Adam Mickiewicz, na Polônia, usaram um modelo simplificado (e de papel) da máquina

⁸ <https://turtlestitch.org/>

Enigma, que foi decodificada por matemáticos poloneses durante a segunda guerra mundial (Perekietka; Ren, 2022).

Matt Skoss do Centralian Senior College, na Austrália, trouxe para a conferência os Quadrados Panda (Panda Squares), do Dr. David Butler, da Universidade de Adelaide (Skoss, 2022b). Depois de os participantes terem explorado a atividade, o apresentador discutiu a *engenharia reversa* da tarefa, a fim de expor algumas ideias matemáticas que se intersectam com os princípios da ciência da computação. A destilação dessas ideias levou a algumas tarefas subsequentes que se baseiam no quebra-cabeça inicial, utilizando conceitos de liberdade e restrição.⁹ Skoss apresentou também uma maneira rápida de fazer um tapete de dupla face que tem uma rede de ordenação de 8 itens de um lado e uma grade de 10 x 5 do Tapete de Matemática do outro lado (Skoss, 2022a). Ele reportou que havia utilizado a atividade com alunos do 5º ao 6º ano.

Jacqueline Staub, da Universidade de Trier, na Alemanha, demonstrou uma atividade que usa o modelo de um “robô humano” dentro de um labirinto (Staub, 2022). Na atividade, os participantes controlam robô que precisa ser navegado até o final de um labirinto usando apenas um conjunto específico de comandos. As tarefas tornam-se cada vez mais complicadas devido a primeiro reduzir o vocabulário disponível e mais tarde na introdução do conceito de um módulo. A apresentadora reportou que a atividade foi testada por mais de cinquenta crianças em idade escolar de 7 a 12 anos.

Brett Stephenson, da Universidade da Tasmânia, na Austrália, Erlend Raa Vagset e Kenneth Langedal, da Universidade de Bergen, na Noruega, levaram as atividades *Playground Placement* (também conhecido como *Vertex Cover*) e *Adoption Bureau for Cats* (também conhecido como *Independent Set*). Os apresentadores deixaram os participantes jogarem esses dois jogos “diferentes” nos mesmos tabuleiros, esperando assim que os jogadores redescubram uma redução bem conhecida entre esses dois problemas. O jogo também pode levar a muitas outras discussões interessantes sobre vários conceitos em ciência da computação (Stephenson *et al.*, 2022).

Sebastian Wild, da Universidade de Liverpool, no Reino Unido, apresentou uma aventura espacial que ensina metodologia de classificação, envolvendo a identificação de

⁹ Versões grande e de mesa do Panda Squares estão disponíveis em <http://tiny.cc/panda-big> e <http://tiny.cc/panda-small>.

alienígenas amigáveis e hostis (Wild, 2022). Sebastian também apresentou o *Tensorflow Playground* que permite a alunos explorar passo a passo os blocos de construção das redes neurais e criar suas próprias redes de classificação. Uma terceira parte opcional para alunos de 16 a 18 anos orienta os alunos através da implementação da classificação de rede neural em Python.¹⁰

Apresentação de representante de empresa

Eljakim Schrijvers, da organização Cuttle, na Holanda, apresentou sobre o *Bebras* (Schrijvers, 2022). O Bebras é um projeto mundial usado para introduzir o pensamento computacional em todos os níveis escolares usando uma competição anual interativa. Vamos mostrar algumas tarefas de amostra de Bebras que são usadas para introduzir ideias de pensamento computacional e explicou como organizações de outros países podem usar o Bebras.

Apresentação das representantes da Lær Kidsa Koding

A *Lær Kidsa Koding* é uma organização norueguesa que trabalha em prol do movimento de inserção do pensamento computacional nas escolas da Noruega. Duas representantes foram ao evento, Laura Svenheim e Julie Hansson. Em conversa com Laura, ela me contou que ela trabalha muito e por acreditar na causa. Que fica de olho nas notícias sobre políticas educacionais e vai conversar com os representantes políticos para explicar o que ela chama de “o movimento”. Essa parte do evento é a que eu tive mais vontade de contar aqui. Acontece que em conversa em particular, Laura me contou que também ficou surpresa por serem os participantes do evento em sua maioria pesquisadores em computação. Ela pensou que fosse apresentar para professores ou crianças (elas, como eu, havíamos impresso material e levado materiais concretos para trabalhar com crianças). Quando viram que suas atividades seriam muito básicas para o público, diz ela que entrou meio que em “modo desespero” (eu também entrei, mas não tive oportunidade de refazer minha apresentação). Como elas só iriam apresentar no segundo dia, foram à noite para um

¹⁰ Todo o material é liberado sob uma licença Creative Commons e está disponível on-line em <https://tiny.cc/ai-course>.

café e fizeram um brainstorm sobre o que poderiam fazer para aqueles pesquisadores. No dia seguinte, a apresentação delas foi um sucesso.

Elas compraram na noite anterior uns brinquedinhos de montar. Compraram também biscoitos. Fizeram uma atividade na qual nós, na maioria professores de universidade e pesquisadores, fomos divididos em grupos e tínhamos que montar certos bonequinhos. Infelizmente não consegui contactá-las atualmente para que elas me passassem o material. Mas não importa. Era um brinquedo de montar comercial, mesmo, vendido em lojas de brinquedos. A montagem era bastante difícil. Enquanto isso, as duas autoras da atividade ficavam em um canto da sala falando: “Gente, tem biscoito aqui se vocês quiserem!” No entanto todos estavam envolvidos na atividade, tentando montar as tais figuras e não deram atenção aos biscoitos. De vez em quando as apresentadoras nos lembravam dos biscoitos. Anunciavam que eles seriam muito bons para a gente, e que talvez até ajudassem na tarefa em que estávamos envolvidos. Um membro de um grupo foi a elas pegar biscoitos. Nós outros continuamos em nossas tentativas de montar os bonecos. Devido à insistência das criadoras da atividade em nos oferecer os biscoitos e falar o quão bons eles eram, resolvi dar uma pausa na atividade e ir buscar um biscoito. Ao chegar lá, além dos biscoitos a Laura e a Julie me deram um manual que ajudava a montar os bonecos e a realizar a atividade proposta! Levei para o meu grupo e pudemos concluir a atividade rapidamente. Ao final do tempo previsto, os grupos que tinham ido buscar biscoitos tinham conseguido concluir a atividade. Outros grupos tiveram algum progresso. Um grupo conseguiu montar sem ter ido buscar os biscoitos (sem o manual).

Aí veio o fechamento da atividade, onde Laura e Julie expuseram a analogia que objetivaram fazer com a proposta. Elas explicaram que elas acreditam de coração na importância do desenvolvimento do pensamento computacional nas escolas, e mostraram como e o quanto trabalham para isso. A atuação delas inclui o trabalho junto a professores de ensino equivalente ao nosso fundamental e médio. Elas explicaram que o que acontece é análogo ao que aconteceu com a gente, os participantes da conferência. Elas tentam mostrar aos professores essa imensa variedade de recursos que os profissionais da área de computação e correlatas vêm desenvolvendo e o quanto eles podem ser benéficos para que eles, professores, alcancem seus objetivos nas escolas, mas eles muitas vezes não veem a relevância dos recursos para seus objetivos. Da mesma forma como muitos de nós não

quisemos parar o que estávamos fazendo, envolvidos e ocupados como estávamos na execução da atividade, para ir buscar algo que não víamos ser relevante ou relacionado aos nossos objetivos, assim parecia aos professores um tanto incômodo parar suas atividades, para explorar as atividades sobre PC. É claro que os biscoitos foram um exagero, mas elas tinha que escolher algo que parecesse não ter utilidade alguma para o que estávamos fazendo, pois elas viam que era exatamente assim que os professores de ensino básico viam as atividades de desenvolvimento do PC.

O recado dela parece ter feito sentido e ter tido bastante impacto. Eu achei o modo de passar essa informação bem criativa e com envolvimento pessoal.

Artes e extensão comunitária

Na última noite do evento, Verena Specht-Ronique (Teatro de Frankfurt) e Matthias Mnich (Departamento de Ciência da Computação, TU Hamburgo) apresentaram uma peça teatral na Igreja Korskirken, em Bergen. Specht-Ronique e Mnich adaptaram uma novela de mistério de assassinato de Theodor Fontane para mostrar um uso inteligente do pensamento algorítmico para provar o culpado.

No dia seguinte, os participantes do CMSC compartilharam suas atividades na Feira de Ciências Comunitária All-Bergen. Uma equipe do Departamento de Informática da Universidade de Bergen, sob a coordenação do professor Torstein Stromm, montou um estande com algumas atividades. Torstein me sugeriu que incluíssemos o Nim (tema da minha apresentação) no estande, pois de acordo com ele houve um reality show na Noruega que apresentava esse jogo com troncos de árvore (Figura 2). Realmente, vários traseuntes reconheciam o jogo e jogavam em dupla. Outras atividades no estande foram a *Sorting Network* (Figura 3), o problema *Muddy City* da Professora Frances Rosamond e do Prof. Michael Fellows (Figura 4) (Bell *et al.*, 2012) e *Angry Cat*, de Erlend Raa Vågset, um estudante de doutorado em ciência da computação na Universidade de Bergen. Erlend idealizou como um grande grafo em lona poderia ser usado para demonstrar uma redução entre dois problemas fundamentais, Conjunto Independente e Cobertura de Vértices. Esses problemas são frequentemente utilizados para ilustrar a resolução de conflitos. (Figura 5).

Figura 2. Nim de três colunas com ganhos de árvore na feira comunitária All-Bergen



Fonte: Meu acervo.

Figura 3. A Sorting Network



Fonte: Meu acervo.

Figura 4. Muddy City Problem (Problema da Cidade Enlameada)



Fonte: Meu acervo

Figura 5. Angry Cat Problem (Problema do Gato Enfezado)



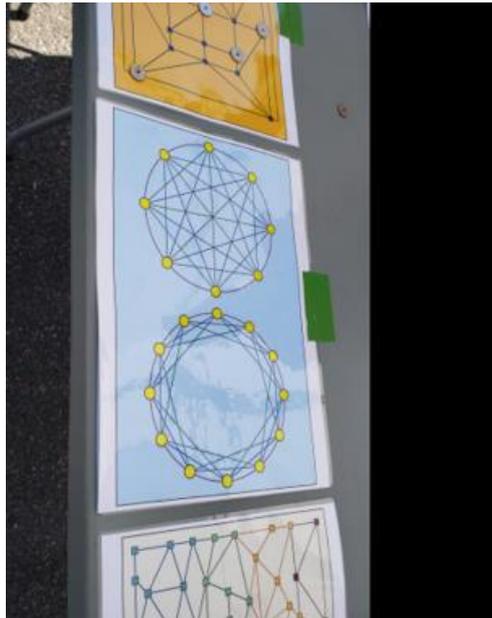
Fonte: Meu acervo

Figura 6.



Fonte: Acervo de Joek Van Montfort.

Figura 7.



Fonte: Meu acervo

O MOVIMENTO DA MATEMÁTICA MODERNA

Nesta seção, ofereço uma breve caracterização do movimento da Matemática Moderna, dado o objetivo deste relato em tecer analogias entre o mesmo e algumas percepções minhas, reiteradas posteriormente por revisão de literatura, do movimento em direção à introdução do pensamento computacional na educação básica.

Iniciado nas décadas de 1950 e 1960, o movimento da Matemática Moderna foi uma tentativa global de reformar a educação matemática, influenciado pela necessidade de atualizar os currículos para refletir avanços contemporâneos na matemática e para melhorar a educação em resposta aos desafios tecnológicos e científicos do pós-guerra. Este movimento teve um impacto significativo em diversos países ao redor do mundo. Buscando substituir os conteúdos tradicionalmente ensinados em matemática até então, que incluía tópicos milenares, por outros que refletissem avanços recentes e novas áreas de pesquisa, incluindo teoria dos conjuntos, estruturas algébricas e topologia, o movimento foi marcado por uma colaboração entre matemáticos, professores, governos e editoras ao redor do mundo.

A Matemática Moderna é frequentemente vista como um movimento internacional unificado. No entanto, alguns autores argumentam que foram movimentos paralelos,

ligados a diferentes sistemas escolares e motivos nacionais. Vanpaemel e De Bock (2019) analisam as principais correntes que definiram a MM na Europa e nos EUA, destacando as diferenças nas motivações e abordagens de cada região. O movimento na Europa foi influenciado pela visão estruturalista do grupo Bourbaki, focando em uma abordagem formal e abstrata. Debates europeus sobre a reforma eram mais relacionados a melhorar o conteúdo matemático para se alinhar com a matemática moderna aplicada nas ciências. Nos EUA, a reforma foi impulsionada por motivos socioeconômicos e políticos, especialmente após o lançamento do Sputnik pela União Soviética, o que gerou uma preocupação com a qualidade da educação matemática para formar futuros cientistas e engenheiros. O governo americano, através da National Science Foundation financiou diversos projetos para revisar e atualizar o currículo de matemática. Grupos como o School Mathematics Study Group (SMSG) foram formados para desenvolver novos materiais didáticos que enfatizavam a abstração e a lógica matemática. Na Europa, a Comissão Internacional para o Estudo e Melhoria do Ensino de Matemática (CIEAEM) liderou debates sobre processos de aprendizagem e o uso de modelos concretos e materiais didáticos. A implementação na Europa foi menos centralizada e menos financiada em comparação com os EUA (Vanpaemel; De Bock, 2019).

A influência dos esforços de reforma nos Estados Unidos e na Europa ocidental levaram à disseminação das ideias da Matemática Moderna para outros países. A implementação variou bastante de acordo com o contexto cultural e educacional de cada país. Vanpaemel e De Bock (2019) escrevem que nos países não membros da OCDE, a adoção de materiais didáticos importados não teve o impacto planejado, e a experiência local frequentemente divergia das intenções originais dos elaboradores das propostas. No entanto, nem mesmo nos Estados Unidos a reforma curricular resultou em um currículo implementado que refletisse a intenção original de seus elaboradores (em sua grande parte pesquisadores em matemática), como veremos mais adiante.

Na América Latina, a disseminação das ideias da Matemática Moderna encontrou desafios específicos, como a falta de recursos e a necessidade de treinamento adequado para professores. No entanto, países como o Brasil, México e Argentina fizeram esforços para modernizar seus currículos. No Brasil, o movimento foi introduzido principalmente através de colaborações com educadores americanos e europeus, além de iniciativas

governamentais e acadêmicas para atualizar os métodos de ensino. A reforma brasileira foi, a princípio, baseada no modelo SMSG. O foco dos materiais SMSG foi repensar o conteúdo da matemática escolar. As influências posteriores na reforma foram as de Gattegno e Dienes e, ao contrário do SMSG, ambos se concentraram na metodologia de ensino (D’Ambrósio, 1991).

Em países africanos e asiáticos, a adoção da Matemática Moderna variou consideravelmente. Na África, programas de ajuda internacional e colaborações com instituições educacionais de países desenvolvidos ajudaram a introduzir essas ideias. No entanto, a implementação foi frequentemente prejudicada por desafios econômicos e estruturais. Na Ásia, países como o Japão e a Índia mostraram um interesse significativo em reformar seus currículos de matemática. No Japão, as reformas foram bem-sucedidas, em grande parte devido ao já alto nível de formação dos professores e ao suporte governamental. Na Índia, embora as reformas tenham encontrado alguns obstáculos, houve esforços contínuos para integrar elementos da Matemática Moderna nos currículos escolares (Vanpaemel; De Bock (2019).

O movimento da Matemática Moderna é amplamente considerado um fracasso por vários motivos. Embora tenha sido uma tentativa inovadora de atualizar e reformar a educação matemática, enfrentou uma série de desafios e críticas que levaram à sua eventual rejeição.

ALGUMAS ANALOGIAS ENTRE O QUE OUVI NA CMSC E O MOVIMENTO DA MATEMÁTICA MODERNA

Ensino de tópicos em áreas de pesquisa de ponta na educação básica

No site da conferência CMSC 2022, pode-se ler:

A CMSC tem como objetivo incentivar pesquisadores a apresentar problemas abertos de suas áreas que sejam acessíveis para engajamento autêntico por crianças, e explorar formas de orientar seu trabalho. Vamos atrair as crianças para problemas abertos, encorajando-as a buscar o ouro. Também buscamos novas maneiras de mostrar os problemas abertos e não resolvidos que os pesquisadores estão investigando. (Tradução minha).

Esse trecho, em conjunto com falas que ouvi durante o evento (como: “Qualquer criança motivada de 7 anos pode fazer esta atividade!) lembrou-me o entusiasmo dos

proponentes da matemática moderna em comunicar a estudantes de escola básica tópicos em suas áreas de pesquisa. Ao retornar e me debruçar sobre este relato de experiência, encontrei postura semelhante na literatura sobre PC: Ao fazer um histórico sobre o movimento do PC nas escolas, Tedre e Denning (2021) argumentam que, apesar das raízes do movimento terem sido amplas, o pensamento computacional passou a ser estreitamente equiparado aos conceitos do currículo da escola básica: abstração, representação de dados, decomposição estruturada de problemas (modularização) e algoritmos, entre outros. Os autores reclamam que essas caracterizações do pensamento computacional foram adaptadas para o público do ensino fundamental e médio, que é formado principalmente por iniciantes e novatos em computação. E que essa que se tornou a face pública do pensamento computacional é na verdade uma visão estreita.

Para esclarecer o que está faltando, faremos uma distinção entre "PC para iniciantes", como no currículo do ensino fundamental e médio, e "PC para profissionais". Profissionais que utilizam computação extensivamente em seu trabalho empregam um tipo de PC que vai muito além do nível iniciante. (...) Os objetivos originais de ensinar a todos a pensar como cientistas da computação e entender como funciona o mundo dos algoritmos não podem ser alcançados apenas com PC para iniciantes.

(...)

Num esforço para adaptar o ensino dos conceitos básicos às mentes jovens, os *designers* de currículo do ensino fundamental e médio têm dado ênfase ao raciocínio lógico. Eles introduziram uma grande quantidade de quebra-cabeças lógicos e jogos porque sabem que as crianças gostam de aprender brincando e se inspiram com quebra-cabeças. No entanto, isso é um problema. Muitos dos quebra-cabeças lógicos não estão fortemente ligados à computação — quebra-cabeças semelhantes têm entretenido crianças e leitores de livros de ciência popular por séculos. (Tedre; Denning, 2021, p. 2, tradução minha.)

Ou seja, Tedre e Denning argumentam que o que tem aparecido como PC nas escolas não é realmente PC. Não é bom o suficiente. Deveria ser mais parecido ao trabalho dos cientistas da computação – no ensino fundamental e médio. Apesar de compreender que o movimento em prol do PC nas escolas pede atividades realmente autênticas e novas, não compreendo por que Tedre e Denning não queiram PC para iniciantes nas escolas, se os alunos são realmente iniciantes.

Tedre e Denning também argumentam:

Após anos de tentativas frustradas de incluir cursos de computação nos currículos do ensino fundamental e médio, por que estamos usando nosso precioso tempo de currículo para discutir questões que não são únicas na

computação? Por que não enfatizar o que é único na computação e que não pode ser encontrado em outras áreas? (Tedre; Denning, 2021, p. 2, tradução minha.)

Concordo que precisamos aproveitar o espaço criado pelo movimento em prol do PC nas escolas. Essa conquista também é celebrada no Brasil por profissionais e licenciados em computação, mas Santos *et al.* (2023) chamam atenção para a necessidade de pensar na etapa de implementação de propostas:

[A] BNCC computação é a oportunidade que muitos licenciados em computação estavam esperando para exercer suas funções e conquistar o espaço nas instituições de Educação Básica. No entanto, também é um cenário rodeado por desafios, que iniciam na sua implementação. Nesse sentido, é necessária uma atenção especial para os próximos passos, para que a implementação da computação de forma prática seja tão eficiente quanto se é no papel. (Santos *et al.*, 2023, p. 53, grifo meu.)

Uma colaboração e um posicionamento reflexivo dos profissionais tanto de educação quanto de ciências matemáticas e computação se torna essencial nesse cenário. Esse ponto será mais detalhado na seção seguinte.

Formação de professores

Polhill (2021) defende que o SMSG oferece um estudo de caso valioso para educadores matemáticos atualmente interessados nos sucessos e fracassos de projetos anteriores. Ela conclui que, apesar de algumas das deficiências do SMSG terem resultado da falta de compreensão dos seus membros sobre as mudanças necessárias na educação matemática, a maior parte da difamação pública do SMSG não resultou de culpa própria, mas das forças que moldaram a organização. Com o benefício de quase meio século de retrospectiva, a autora escreve que um estudo do SMSG pode oferecer lições significativas para os educadores matemáticos de hoje.

A primeira lição diz respeito à incapacidade do SMSG em preparar adequadamente os professores para introduzirem os seus manuais nas salas de aula, apesar do papel vital que os professores desempenham no processo de aprendizagem. Em 1969, Begle tinha reconhecido que as escolhas de reforma da educação matemática dependiam “da eficácia dos professores que serão chamados a implementar as mudanças” (“O Papel da Investigação” 235). Mas especialmente devido à natureza pioneira do trabalho do SMSG e à afiliação do SMSG a matemáticos investigadores e não a educadores matemáticos, as reformas do SMSG apanham os professores despreparados. Esta constatação pode ajudar a explicar as formas pelas quais o SMSG ficou aquém dos seus elevados objetivos. (Pohllill, 2021, p. 17. Tradução minha)

Pensamento semelhante me veio à mente durante a CMSC 2022. A boa intenção e os objetivos dos elaboradores de currículo (pesquisadores em ciências da computação) me lembraram dos primeiros documentos dos proponentes da Matemática Moderna. A ideia em ambos os casos era levar avanços em suas áreas de pesquisa às escolas. Mas nos dois casos não estava-se pensando muito no treinamento de professores. Arrisco-me a dizer que as dificuldades deste não estavam sendo consideradas realisticamente. A apresentação de Laura Svenheim e Julie Hansson, do *Lær Kidsa Koding*, e as reações a ela, reiteram essa minha impressão.

Voltando à história da Matemática Moderna, o SMSG até tinha em mente a necessidade de professores bem preparados para levar a cabo as reformas do projeto. O grupo produziu vários guias para que professores de matemática pudessem aprender melhor os conceitos matemáticos relevantes. Independentemente da produção desses textos, porém, a SMSG teve pouca influência na formação dos professores (Wooton, 1965). Novamente a atividade elaborada por Laura e Julie, na qual poucos professores se interessaram por seus “biscoitos”, leva-me a pensar em uma analogia entre os dois contextos.

Forças e interesses em rápida implementação

O movimento da Matemática Moderna sofreu muita influência dos debates políticos e ideológicos da época, especialmente nos Estados Unidos durante a Guerra Fria. A percepção de uma necessidade de melhorar a educação para competir com a União Soviética levou a uma pressão adicional para implementar mudanças rapidamente, sem a devida avaliação e ajuste.

Em 21 de fevereiro de 1958, a *National Science Foundation* (NSF) realizou uma conferência na Universidade de Chicago que tinha como objetivo pesquisar o problema da oferta e da procura no que diz respeito aos pesquisadores em matemática. Posteriormente referida como Conferência de Chicago sobre Potencial de Pesquisa e Treinamento, o grupo reconheceu a necessidade de reformas em grande escala na educação matemática nas escolas públicas dos Estados Unidos, a fim de promover o fortalecimento da pesquisa matemática. A conferência solicitou à *American Mathematical Society* (AMS) que trabalhasse com a *Mathematical Association of America* (MAA) e o *National Council of*

Teachers of Mathematics (NCTM) para criar um comitê dedicado a melhorar o currículo de matemática (Polhill, 2021).

Lembrado por alguns como um programa fortemente patrocinado desenvolvido no meio das ansiedades da Guerra Fria, o SMSG produziu os seus materiais com uma rapidez quase impossível (Walmsley, 2003). As enormes equipes de redação e os orçamentos enormes do SMSG contribuíram para este rápido desenvolvimento.

A rápida implementação do currículo da Matemática Moderna não permitiu uma avaliação e ajuste a longo prazo suficientes. À medida que os problemas se tornavam evidentes, muitas vezes havia pouco tempo ou disposição para modificar a abordagem, levando a uma desilusão ainda maior.

Um comentário que considero relevante para esse cenário foi feito por de Paula *et al.* (2023) com relação ao ensino de matemática financeira. Os autores apontam que por ser aquele também um tópico relativamente novo, professores podem ter dificuldades para trabalhar com a temática. Mais ainda, apontam que a escassez de materiais pode levar professores a utilizar materiais disponibilizados por instituições privadas com objetivos questionáveis. Penso que também com relação aos recursos para o desenvolvimento do pensamento computacional precisamos ficar atentos às intenções dos envolvidos, pois há possibilidade de exploração do movimento para fins lucrativos. Instituições e documentos com o discurso de modernização (à época da Matemática Moderna) e do desenvolvimento de habilidades para o século 21 (Brasil, 2018) podem igualmente levar a investimentos que procurem retornos rápidos, tanto econômicos quanto educacionais. Uma implementação rápida possibilitada pela existência de fontes de financiamento já mostrou-se ser problemática para a Matemática Moderna (Walmsley, 2003), e demanda cautela também para o projeto atual de introdução do Pensamento Computacional nas escolas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para aqueles que desenvolvem as atividades sobre PC, às vezes não passa pela cabeça que coisas tão interessantes, inteligentes, criativas e chamativas não vão interessar crianças e, conseqüentemente, professores. Mas somente quem já trabalhou diretamente com a implementação de propostas de ensino sabe que existem certas dificuldades que precisam ser superadas.

A riqueza das atividades desplugadas é indiscutível, pois representam o trabalho de profissionais da ciência da computação. Sua atratividade também é evidente, pelo número de pessoas, inclusive crianças, que se interessaram por elas durante a feira de ciências comunitária All-Bergen. No entanto, o sucesso das mesmas com pequenos grupos de pessoas não necessariamente vai se traduzir em sucesso na implementação em massa nas escolas. Para isso, é muito importante o trabalho conjunto entre educadores e profissionais e pesquisadores das áreas do conteúdo desenvolvido. O espírito da CMSC é esse de colaboração entre pessoas de formações e profissões diferentes. A chamada convidou professores e artistas, além de pesquisadores e professores universitários. A atmosfera foi de real diálogo, e indica que em futuras iterações da conferência possa haver maior avanço, principalmente se conseguirem juntarem esses profissionais com bagagens diferentes.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Central Michigan University (CMU). Financiamento para a participação no evento CMSC 2022 foi concedido por meio de bolsa Premier Display - Faculty Research and Creative Endeavors da CMU, e por fundos provenientes da Innovation Grant do Center for Learning through Games and Simulations (CLGS), também da CMU.

REFERÊNCIAS

AN, Pei; GELMI, Alessandro. **An interactive adventure book for elementary school children.** *In:* 6TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON CREATIVE MATHEMATICAL SCIENCES COMMUNICATION, 2022, Bergen, Noruega. 20 de abril de 2022. **Resumos da 6th International Conference on Creative Mathematical Sciences Communication** Disponível em: <https://cm-sc-uib.org/speakers-and-attendees/>

ARRIGHI, Emmanuel. **Using the Micro Bit board to bring code into real life.** *In:* 6TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON CREATIVE MATHEMATICAL SCIENCES COMMUNICATION, 2022, Bergen, Noruega. 20 de abril de 2022. **Resumos da 6th International Conference on Creative Mathematical Sciences Communication** Disponível em: <https://cm-sc-uib.org/speakers-and-attendees/>

BEDNARSKA, Malgorzata. **Combinatorial games as reasoning training.** *In:* 6TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON CREATIVE MATHEMATICAL SCIENCES COMMUNICATION, 2022, Bergen, Noruega. 20 de abril de 2022. **Resumos da 6th International Conference on Creative Mathematical Sciences Communication** Disponível em: <https://cm-sc-uib.org/speakers-and-attendees/>

BELL, Tim; LODI, Michael. Constructing computational thinking without using computers. **Constructivist foundations**, 14, n. 3, p. 342-351, 2019.

BELL, Tim; ROSAMOND, Frances; CASEY, Nancy. **Computer science unplugged and related projects in math and computer science popularization. The multivariate algorithmic revolution and beyond: Essays dedicated to Michael R. Fellows on the occasion of his 60th Birthday**, p. 398-456, 2012.

BELMAR, Héctor. Review on the teaching of programming and computational thinking in the world. **Frontiers in Computer Science**, 4, p. 1-19, 2022.

BERLEKAMP, Elwyn R.; CONWAY, John H.; GUY, Richard K.. **Winning ways for your mathematical plays**, volume 3. 2ª edição. New York: A K Peters/CRC Press, 2003.

BOSSÉ, M. J. The NCTM standards in light of the new math movement: A warning! **The Journal of Mathematical Behavior**, 14, n. 2, p. 171-201, 1995.

BOUTON, C. L. Nim, a game with a complete mathematical theory. **Annals of Mathematics**, v. 3, n. 1/4, p. 35-39, 1901-1902.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Educação é a Base**. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2018. Disponível em: <https://bit.ly/3MDvWYl>.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **BNCC Computação - Complemento**. 2022b. Disponível em: <https://bit.ly/42ihWJy>.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Parecer CNE/CP n. 15/2017**. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Brasília, DF: MEC; CNE, 2017. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/dezembro-2017-pdf/78631-pcp015-17-pdf/file>.

BRASIL. **Parecer CNE/CEB nº 2/2022**, aprovado em 17 de fevereiro de 2022 – Normas sobre Computação na Educação Básica – Complemento à Base Nacional Comum Curricular (BNCC). 2022a. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=235511-pceb002-22&category_slug=fevereiro-2022-pdf&Itemid=30192

BRAZ DIAS, Ana Lúcia. **The underlying structures of some games of no chance**. In: 6TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON CREATIVE MATHEMATICAL SCIENCES COMMUNICATION, 2022, Bergen, Noruega. 20 de abril de 2022. **Resumos da 6th International Conference on Creative Mathematical Sciences Communication** Disponível em: <https://cm-sc-uib.org/speakers-and-attendees/>

D'AMBROSIO, B. S. The modern mathematics reform movement in Brazil and its consequences for Brazilian mathematics education. **Educational Studies in Mathematics**, 22, n. 1, p. 69-85, 1991.

D'AMBROSIO, Beatriz Silva. The modern mathematics reform movement in Brazil and its consequences for Brazilian mathematics education. **Educational Studies in Mathematics**, 22, n. 1, p. 69-85, 1991.

DE PAULA, Enio Freire; PAZUCH, Vinícius; MAZZI, Lucas Carato. Conhecimentos próprios da docência na Licenciatura em Matemática. **Revista de Educação Matemática**, 20, n. Edição Especial:, p. e023090, 09/28 2023.

ELOY, Adelmo; ALVES, Luiz; BLIKSTEIN, Paulo; DE DEUS LOPES, Roseli, 2024, **Posicionando a BNCC Computação: uma comparação com documentos curriculares internacionais**. SBC. 273-280.

FELLOWS, Michael; ROSAMOND, Frances. **A challenge on trees: infinity and well-quasi-ordering of trees**. *In: 6TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON CREATIVE MATHEMATICAL SCIENCES COMMUNICATION*, 2022A, Bergen, Noruega. 20 de abril de 2022. **Resumos da 6th International Conference on Creative Mathematical Sciences Communication** Disponível em: <https://cm-sc-uib.org/speakers-and-attendees/>

FELLOWS, Michael; ROSAMOND, Frances. **Sorting Network**. *In: 6TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON CREATIVE MATHEMATICAL SCIENCES COMMUNICATION*, 2022, Bergen, Noruega. 20 de abril de 2022b. **Resumos da 6th International Conference on Creative Mathematical Sciences Communication** Disponível em: <https://cm-sc-uib.org/speakers-and-attendees/>

HASESKI, Halil İbrahim; İLIC, Ulaş; TUĞTEKIN, Ufuk. Defining a new 21st century skill-computational thinking: concepts and trends. **International Education Studies**, 11, n. 4, p. 29-42, 2018.

HAZZAN, Ori; RAGONIS, Noa; LAPIDOT, Tami. **Guide to teaching computer science: an activity-based approach**. Cham: Springer, 2020.

KOLATA, G. B. Aftermath of the new math: its originators defend it. **Science**, 195, n. 4281, p. 854-857, 1977.

LODI, Michael; MARTINI, Simone. Computational thinking, between Papert and Wing. **Science & Education**, 30, n. 4, p. 883-908, 2021.

LÖFFLER, Maarten. **The algorithm experience**. *In: 6TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON CREATIVE MATHEMATICAL SCIENCES COMMUNICATION*, 2022, Bergen, Noruega. 20 de abril de 2022. **Resumos da 6th International Conference on Creative Mathematical Sciences Communication** Disponível em: <https://cm-sc-uib.org/speakers-and-attendees/>

NIEMELÄ, Pia; PEARS, Arnold; DAGIENĖ, Valentina; LAANPERE, Mart. Computational thinking – Forces shaping curriculum and policy in Finland, Sweden and the Baltic countries. *In: Passey, D.; Leahy, D., et al (Ed.). Digital Transformation of*

Education and Learning - Past, Present and Future. Cham: Springer International Publishing, 2022. v. 642, p. 131-143.

PAPERT, Seymour. **Mindstorms: children, computers, and powerful ideas.** New York: Basic Books, 1980.

PEREKIETKA, Paweł; REN, Michael. **An Enigma machine.** *In: 6TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON CREATIVE MATHEMATICAL SCIENCES COMMUNICATION, 2022, Bergen, Noruega. 20 de abril de 2022. Resumos da 6th International Conference on Creative Mathematical Sciences Communication* Disponível em: <https://cm-sc-uib.org/speakers-and-attendees/>

PHILLIPS, Christopher J. **The New Math: a political history.** Reprint ed. Chicago, IL: The University of Chicago Press, 2014a. 978-0226184968.

PHILLIPS, Christopher J. In accordance with a “more majestic order”: the new math and the nature of mathematics at midcentury. *Isis*, 105, n. 3, p. 540-563, 2014b.

POLHILL, M. The School Mathematics Study Group: lessons in mathematics education. *In: ARTS & SCIENCES STUDENT SYMPOSIUM, 2021, Richmond, Virginia. UR Scholarship Repository, Abril, 2021. Programa do 2021 Arts & Sciences Student Symposium.* Disponível em: <https://scholarship.richmond.edu/as-student-symposium/2021/Program/2/>. Acesso em 19/06/2024.

ROUGETET, Lisa. A Prehistory of Nim. *The College Mathematics Journal*, v. 45, n. 5, p. 358-363, 2014.

SANTOS, Ana Cláudia Guimarães; DO NASCIMENTO, Isabelle Melo; OLIVEIRA, Wilk, 2023, evento online. **Da BNCC à BNCC Computação: histórico, afinidades e desafios na implementação de um currículo único.** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação. 52-53. Disponível em: https://sol.sbc.org.br/index.php/educomp_estendido/article/view/24156. Acesso em: 29/05/2024.

SCHRIJVERS, Eljakim. **Computational thinking in the classroom using Bebras.** *In: 6TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON CREATIVE MATHEMATICAL SCIENCES COMMUNICATION, 2022, Bergen, Noruega. 20 de abril de 2022. Resumos da 6th International Conference on Creative Mathematical Sciences Communication* Disponível em: <https://cm-sc-uib.org/speakers-and-attendees/>

SHUTE, Valerie J.; SUN, Chen; ASBELL-CLARKE, Jodi. Demystifying computational thinking. *Educational Research Review*, 22, p. 142-158, 2017/11/01/ 2017.

SKOSS, Matt. **Making Sorting Networks and Maths Mats.** *In: 6TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON CREATIVE MATHEMATICAL SCIENCES COMMUNICATION, 2022, Bergen, Noruega. 20 de abril de 2022. Resumos da 6th International Conference*

on Creative Mathematical Sciences Communication Disponível em: <https://cm-sc-uib.org/speakers-and-attendees/>

SKOSS, Matt. **Panda Squares and reverse engineering**. *In: 6TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON CREATIVE MATHEMATICAL SCIENCES COMMUNICATION, 2022, Bergen, Noruega. 20 de abril de 2022. Resumos da 6th International Conference on Creative Mathematical Sciences Communication* Disponível em: <https://cm-sc-uib.org/speakers-and-attendees/>

STAUB, Jacqueline. **The human-robot-workshop**. *In: 6TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON CREATIVE MATHEMATICAL SCIENCES COMMUNICATION, 2022, Bergen, Noruega. 20 de abril de 2022. Resumos da 6th International Conference on Creative Mathematical Sciences Communication* Disponível em: <https://cm-sc-uib.org/speakers-and-attendees/>

STEPHENSON, Brett; VÅGSET, Erlend Raa; LANGEDAL, Kenneth. **Playground Placement and Adoption Bureau for Cats**. *In: 6TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON CREATIVE MATHEMATICAL SCIENCES COMMUNICATION, 2022, Bergen, Noruega. 20 de abril de 2022. Resumos da 6th International Conference on Creative Mathematical Sciences Communication* Disponível em: <https://cm-sc-uib.org/speakers-and-attendees/>

SUARSANA, I. Made; HERMAN, Tatang; NURLAELAH, Elah; IRIANTO *et al.* Computational thinking in mathematics education across five nations. **Indonesian Journal of Educational Research and Review**, 7, n. 1, p. 26-35, 04/27 2024.

VAN MONTFORT, Joek. **Turtlestitch**. *In: 6TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON CREATIVE MATHEMATICAL SCIENCES COMMUNICATION, 2022, Bergen, Noruega. 20 de abril de 2022. Resumos da 6th International Conference on Creative Mathematical Sciences Communication* Disponível em: <https://cm-sc-uib.org/speakers-and-attendees/>

VANPAEMEL, G.; DE BOCK, D. New Math, an international movement. *In: Proceedings of the Eighth European Summer University on History and Epistemology in Mathematics Education*, 2019, p. 801-812.

WALMSLEY, Angela Lynn Evans. **A history of the "new mathematics" movement and its relationship with current mathematical reform**. Lanham, MD: University Press of America, 2003.

WILD, Sebastian. **Demystifying neural networks for high school children**. *In: 6TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON CREATIVE MATHEMATICAL SCIENCES COMMUNICATION, 2022, Bergen, Noruega. 20 de abril de 2022. Resumos da 6th International Conference on Creative Mathematical Sciences Communication* Disponível em: <https://cm-sc-uib.org/speakers-and-attendees/>

WING, Jeanette. Research notebook: Computational thinking—what and why. **The link magazine**, 6, p. 20-23, 2011.

WING, Jeannette M. Computational thinking. **Communications of the ACM**, 49, n. 3, p. 33-35, 03// 2006. Article.

WOOTON, William. **SMSG: The Making of a Curriculum**. New Haven, CT: Yale University Press, 1965.