

Integração do Pensamento Computacional nos Livros Didáticos de Matemática do PNLD 2021

Camille Rodrigues Costa
 ORCID: 0009-0000-6336-1880
 Universidade Estadual do Sudoeste da
 Bahia - UESB
 Vitória da Conquista - BA
 camillecosta123@gmail.com

Ana Paula Perovano
 ORCID: 0000-0002-0893-8082
 Universidade Estadual do Sudoeste da
 Bahia – UESB
 Vitória da Conquista – BA
 apperovano@uesb.edu.br

Resumo — O Pensamento Computacional (PC) é uma habilidade essencial para a resolução de problemas, estruturada em quatro pilares fundamentais: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmos. Esses pilares são aplicáveis não apenas na computação, mas também em diversas áreas como engenharias, ciências humanas e educação. A integração do PC nos livros didáticos é recomendada pela Base Nacional Comum Curricular, que destaca a importância de incorporar essa habilidade no processo educativo. Este estudo tem como objetivo analisar a abordagem do PC em livros didáticos de Matemática do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) 2021, utilizando uma abordagem qualitativa com delineamento de análise documental. O livro "Pensamento Computacional e Fluxogramas" da coleção "Ser Protagonista" foi escolhido como objeto de pesquisa por ser o único, entre as obras didáticas aprovadas para o componente curricular de Matemática no Ensino Médio, que menciona explicitamente o tema no título. Os resultados indicam que, embora os livros didáticos integrem algumas atividades relacionadas ao PC, a abordagem tende a ser mais introdutória, com uma predominância no reconhecimento de padrões, enquanto outros pilares, como decomposição e abstração, são menos explorados. A análise revelou que, apesar do esforço para alinhar os livros didáticos às diretrizes da BNCC, ainda há espaço para melhorias na integração mais profunda e equilibrada dos conceitos do PC. Este estudo visa contribuir para o entendimento da integração do Pensamento Computacional nos livros didáticos de Matemática, identificando lacunas e potencialidades nas abordagens apresentadas nesses materiais, reverberando num ensino mais alinhado às demandas educacionais contemporâneas.

Keywords — *Pensamento Computacional, Ensino de Matemática, PNLD, resolução de problemas.*

I. INTRODUÇÃO

O Pensamento Computacional (PC) é uma habilidade para a resolução de problemas e sua aplicabilidade abrange muitos conceitos como: coleta, análise e representação de dados, decomposição de problema, abstração, algoritmos, automação, paralelização e simulação. Ele é estruturado em quatro pilares fundamentais: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmos. Esses pilares possibilitam o desenvolvimento de soluções compreensíveis tanto para humanos quanto para máquinas, demonstrando que o PC não é uma exclusividade de cientistas da computação [1]. Além disso, essa habilidade não se limita apenas ao campo da computação, ela é amplamente aplicável a diversas áreas do conhecimento como Engenharias e Ciências Humanas [2].

A interface do PC com a Educação é justificada pois além de promover o desenvolvimento de habilidades essenciais para a resolução de problemas complexos, ensinar habilidades computacionais desde os primeiros anos escolares prepara os estudantes para um mundo onde

as inovações tecnológicas se tornarão mais relevantes, conforme apontam Barr e Stephenson [3]. Como o que se busca por meio do PC são reflexões lógicas para a resolução de problemas, certamente esta compreensão contribuirá para o aprendizado.

O PC possui estreita relação com o componente curricular de Matemática, pois conforme descreve Moursund [4], a matemática emprega abstrações e busca de estratégias heurísticas para solucionar problemas. Isso inclui a decomposição do problema em etapas menores, o reconhecimento de padrões e regularidades, a abstração para generalizar conceitos e o desenvolvimento de algoritmos que orientem a resolução de forma lógica. Essas competências são características tanto da Matemática quanto do PC, pois ambos demandam organização e uma abordagem sistemática para solucionar desafios.

A conexão entre o PC e a Matemática possibilita que os livros didáticos dessa disciplina integrem atividades e estratégias que promovam o desenvolvimento de competências computacionais nos alunos. Essa integração está alinhada às diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que destaca a importância de incorporar o PC no processo educativo. Entretanto, de acordo com a Sociedade Brasileira de Computação (2018) o PC é apresentado de forma superficial na BNCC e como os livros didáticos traduzem aos professores as prescrições curriculares, torna-se relevante investigar como o PC tem sido incorporado nestes materiais.

Assim, esse texto apresenta um recorte do estudo que se propõe analisar como o Pensamento Computacional é abordado nos livros didáticos de Matemática do Programa Nacional do Livro e do Material Didático – PNLD 2021. O estudo, de abordagem qualitativa, está sendo desenvolvido por meio de análise documental a partir da análise de uma coleção de livros didáticos de Matemática. Espera-se que a análise contribua para compreender em que medida os livros didáticos do PNLD 2021 promovem o desenvolvimento do PC no ensino de Matemática, alinhando-se às demandas educacionais contemporâneas.

II. PENSAMENTO COMPUTACIONAL

O PC é uma abordagem eficiente para resolução de problemas. Contudo, seu objetivo não é que os seres humanos pensem como máquinas, mas que apliquem os conceitos fundamentais da computação para desenvolver soluções que possam ser facilmente compreendidas [1]. Contrariamente ao que o nome sugere, não se limita simplesmente ao uso de computadores ou à programação em linguagens específicas. Pelo contrário, é uma habilidade que permeia todas as áreas do conhecimento,

mesmo que de forma sutil, não se limitando à área tecnológica. Como afirmado por Wing [1, p. 2], "O pensamento computacional é uma capacidade fundamental para qualquer pessoa, e não apenas para os cientistas da computação".

Embora o PC seja focado na resolução de problemas, sua aplicação vai além disso. O PC é uma habilidade que foi se ampliando com o passar dos anos e não está limitada apenas à resolução de problemas [5]. Complementando essa perspectiva, Wing [6] argumenta que o PC também estaria relacionado à formulação de problemas, evidenciando sua relevância na identificação e estruturação de questões a serem resolvidas. Nesse sentido, pode-se perceber a abrangência da aplicabilidade dessa habilidade em diversos contextos no cotidiano.

Dada a importância do PC e os aspectos já discutidos, torna-se imprescindível sua inclusão no currículo do Ensino Fundamental e Médio. "Todos os alunos de hoje terão uma vida fortemente influenciada pela computação, e muitos trabalharão em áreas que envolvem ou são influenciadas pela computação" [3, p. 112]. Nesse contexto, é fundamental que os estudantes comecem a desenvolver o PC desde cedo. Essa prática não apenas amplia e fortalece suas capacidades cognitivas e acadêmicas, mas também os prepara para enfrentar os desafios de uma sociedade cada vez mais influenciada pelos avanços tecnológicos e pela necessidade de habilidades relacionadas à resolução de problemas e ao pensamento lógico.

De acordo com a BBC Learning [7], o PC é fundamentado em quatro pilares essenciais: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmos, os quais são indispensáveis para a aplicação efetiva dessa habilidade. Esses pilares estão representados na Figura 1.

Fig. 1. Pilares do Pensamento Computacional



Fonte: Adaptado de BBC Learning (2015).

Conforme ilustrado na Figura 1, os pilares que estruturam o PC desempenham papéis complementares e interconectados, conforme apresentamos a seguir:

A. Decomposição

A decomposição envolve fragmentar um problema em partes menores e mais gerenciáveis, o que permite uma

análise detalhada de cada componente. Esse processo facilita a compreensão da problemática como um todo, tornando sua resolução mais simples [7]. A relevância da decomposição está diretamente relacionada à sua contribuição para a resolução de problemas complexos. Quando um problema não é devidamente decomposto, sua solução se torna consideravelmente mais desafiadora. Portanto, dividir um sistema complexo em partes menores facilita significativamente a compreensão do seu funcionamento.

B. Reconhecimento de Padrões

O reconhecimento de padrões é um dos quatro fundamentos do PC. Esse pilar consiste em identificar semelhanças ou padrões entre problemas menores, que vieram do processo de decomposição, o que pode contribuir para a resolução mais eficiente de problemas complexos [7].

Na perspectiva de Liukas [8, p. 111] o reconhecimento de padrões é descrito como "Encontrar semelhanças e padrões para resolver problemas complexos com mais eficiência. Para encontrar padrões nos problemas, procuramos coisas que são iguais (ou muito semelhantes) em cada problema.". Dessa forma, esse processo permite desenvolver estratégias que podem ser aplicadas de forma mais ampla.

C. Abstração

Segundo Wing [6]: "O processo de abstração - decidir que detalhes devemos realçar e que detalhes podemos ignorar - está na base do pensamento computacional." A abstração é fundamental para diminuir a complexidade dos problemas, tendo em vista que ela filtra os elementos, separando os que são importantes dos irrelevantes, concentrando-se apenas nos que são essenciais para resolução dos mesmos.

Além disso, a abstração "é o mecanismo crítico que permite à mente construir as entidades mentais que os indivíduos usam para raciocinar sobre suas 'realidades matemáticas'" [18, p. 429]. Com isso, os estudantes conseguem generalizar e aplicar soluções a diferentes contextos.

D. Algoritmos

De acordo com a BBC Learning [7]: "Um algoritmo é um plano, um conjunto de instruções passo a passo para resolver um problema". Seguindo essa lógica, em um algoritmo cada instrução deve ser identificada e devem ser executadas seguindo uma ordem. Consequentemente, os algoritmos possibilitam uma abordagem mais organizada e eficiente para a resolução dos problemas.

No entanto, como salienta Smole et al. [9, p. 26], "Apesar de os algoritmos serem passos de como resolver algo, é preciso saber qual algoritmo deve ser utilizado em cada situação. É fundamental saber se é ou não possível utilizar um procedimento para solucionar determinada situação". Essa observação ressalta a importância não apenas de entender o funcionamento dos algoritmos, mas também de selecionar o algoritmo adequado para cada problema específico, pois cada desafio pode demandar uma abordagem distinta para encontrar a solução mais eficaz.

Conforme a BBC Learning [7], o PC permite abordar um problema complexo, compreender sua natureza e elaborar diversas soluções viáveis. Essas soluções podem ser expressas de maneira compreensível tanto para computadores quanto para seres humanos, ou até mesmo para ambos.

Além disso, conforme apontam Voskoglou et al. [10], o Pensamento Computacional (PC) oferece uma abordagem integrada que combina o raciocínio lógico com técnicas da ciência da computação. Assim, torna-se possível utilizar tecnologias de processamento de informações para analisar e resolver problemas de maneira mais ágil e eficiente [10].

Nesse contexto, a opção por adotar os pilares da BBC Learning é justificável, uma vez que eles enfatizam a estruturação do pensamento e a resolução de problemas por meio de processos mentais. Essa abordagem abrangente, promovida pela BBC Learning, oferece uma visão ampla e compreensiva do PC, fornecendo uma estrutura aplicável a diferentes áreas do conhecimento.

III. PENSAMENTO COMPUTACIONAL E OUTRAS ÁREAS

O PC tem se consolidado como uma habilidade essencial no mundo contemporâneo, transcendendo os limites da Ciência da Computação e impactando diversas áreas do saber. Sua natureza interdisciplinar permite que seja aplicado em múltiplos contextos, promovendo o desenvolvimento de soluções inovadoras e o avanço do conhecimento.

Nesse sentido, autores como Bundy [2] e Wing [1] [10] enfatizam o papel central do PC na formação de indivíduos e no progresso científico e tecnológico. "O pensamento computacional está a influenciar a investigação em quase todas as disciplinas, tanto nas ciências como nas humanidades" [2]. Wing [1, p. 33] também destaca: "à leitura, à escrita e à aritmética, deveríamos adicionar o pensamento computacional à capacidade analítica de cada criança".

Seguindo essa lógica, o PC permeia diversas áreas do conhecimento, estabelecendo conexões com diversas áreas como Ciências Exatas e da Terra, Engenharias, Ciências da Saúde, Ciências Agrárias, Linguísticas, Letras e Artes, Ciências Sociais Aplicadas e Ciências Humanas, como pode ser visto na Figura 2. Assim, se o PC for utilizado em todos esses contextos, ele acabará impactando a todos, direta ou indiretamente [10].

Fig. 2. Conexão do PC com outras áreas



De acordo com o Wing [10], a necessidade de incorporar o PC em outras áreas não é para resolver um determinado problema, mas sim desenvolver um raciocínio geral para resolver uma variada gama de situações. Nesse sentido, o PC oferece uma abordagem metodológica que, ao ser aplicada em diferentes contextos, pode enriquecer o conhecimento, estimulando a criatividade e impulsionando a inovação em diversas áreas, ultrapassando os limites da computação.

Nesse contexto, o PC tende a ser aplicado em todas as áreas, sendo utilizado por todos, muitas vezes de forma inconsciente. Alguns exemplos de aplicações do PC nessas respectivas áreas podem ser visualizados abaixo:

A. Ciências Exatas e da Terra

De acordo com Wing [12], o Pensamento Computacional tem sido essencial na biologia, sendo utilizado em aplicações como o algoritmo Shotgun, que acelera o sequenciamento do DNA, e nas redes booleanas, que modelam a dinâmica das interações genéticas. Além disso, a cinética das proteínas também pode ser modelada computacionalmente, permitindo previsões mais precisas sobre processos biológicos.

Na Astronomia, é possível analisar grandes volumes de dados, como no caso do projeto Sloan Digital Sky Survey (SDSS), que tem como objetivo criar um mapa detalhado do universo. Nesse contexto, o PC também facilita a descoberta de anãs marrons e fósseis galácticos, que podem contribuir para entender a formação das galáxias [12].

Na Meteorologia, o PC está sendo utilizado para prever chuvas fortes com base em imagens de satélites de sensoriamento remoto [13], bem como o SAX (Symbolic Aggregate approXimation) que é uma técnica de análise temporais que permite transformar a série temporal em uma sequência de símbolos, facilitando a identificação de padrões e análise de fenômenos climáticos [12].

O PC na Química é empregado nos cálculos atomísticos, com o intuito de explorar a interação entre átomos e moléculas, permitindo simular e prever reações químicas de forma precisa. Além disso, algoritmos de otimização e busca são utilizados para identificar os melhores compostos químicos e condições de reação [12].

B. Engenharias

Segundo Wing [12], o Pensamento Computacional (PC) pode ser aplicado em diversas áreas da engenharia, como elétrica, civil, mecânica, aeronáutica e aeroespacial, sendo utilizado para realização de cálculos mais complexos, com objetivo de obter resultados mais precisos. Tendo como exemplo notável o Boeing 777, que foi testado exclusivamente por simulações de computador, sem a necessidade de testes em túnel de vento [12]. Dessa forma, fica evidente que o PC contribui para a otimização de processos e a redução de custos.

C. Ciências da Saúde

O PC tem revolucionado a Medicina, sendo aplicado no desenvolvimento de anti-inflamatórios, com a previsão da eficácia de novos compostos; na análise de hepatite crônica, permitindo a avaliação de grandes volumes de dados clínicos; em diagnósticos de mamografias, por meio

do uso de aprendizado de máquina para detectar padrões; e no tratamento de falência renal e respiratória, com a criação de modelos preditivos para auxiliar nas intervenções [12].

Na Neurociência, a habilidade em questão é utilizada especialmente na análise de dados fMRI (Ressonância Magnética Funcional), utilizando aprendizado de máquina para identificar e entender processos cognitivos em indivíduos tanto neurologicamente normais quanto anormais [14], permitindo detectar padrões no cérebro.

D. Ciências Agrárias

O pensamento computacional tem se integrado às Ciências Agrárias, especialmente na agricultura de precisão. Tecnologias como drones, sensores e aprendizado de máquina, juntamente com inovações como a Internet das Coisas (IoT) e Big Data, são empregadas para processar grandes volumes de dados de forma rápida e eficiente. Isso resulta em melhores rendimentos das colheitas, redução de desperdícios e aumento da produtividade [15].

E. Linguísticas, Letras e Artes

O PC tem sido amplamente empregado nas áreas de Linguística, Artes e Letras, com aplicações tanto no ensino quanto na pesquisa. Na Linguística e Letras, o aprendizado de máquina é amplamente utilizado no processamento de linguagem natural (PLN), permitindo a análise de grandes volumes de dados linguísticos e a identificação de padrões, como na tradução automática e na análise de sentimentos em textos [16]. Já na área das Artes, o pensamento computacional possibilita a criação de arte digital por meio de algoritmos, oferecendo novas perspectivas para a criatividade [17].

F. Ciências Sociais Aplicadas

O PC no Direito, integra abordagens como inteligência artificial, lógica temporal, máquinas de estado, álgebras de processos e redes de Petri para resolver problemas jurídicos e otimizar processos [12]. Esses sistemas permitem maior eficiência ao processar grandes quantidades de informações legais, reduzindo o tempo e os custos associados.

G. Ciências Humanas

Em sua pesquisa, Wing [12] questiona: "O que você poderia fazer com um milhão de livros?". Essa informação destaca a utilidade do PC na análise de um vasto acervo literário. Utilizando técnicas computacionais como aprendizado de máquina, é possível explorar e analisar grandes acervos literários para identificar padrões temáticos, fazer conexões entre obras, e também entender mudanças culturais ao longo do tempo

É perceptível que o PC pode ser desenvolvido em diversas áreas. No entanto, como o foco desta pesquisa são os livros didáticos de Matemática, a próxima seção será dedicada exclusivamente ao PC na Educação Matemática.

IV. PENSAMENTO COMPUTACIONAL NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Além das áreas citadas anteriormente, o PC é aplicado principalmente na Matemática. Como afirma Moursund, (2006) "o pensamento computacional sempre foi parte da matemática e da educação matemática." A informática

recorre inerentemente ao pensamento matemático, dado que, tal como todas as ciências, os seus fundamentos assentam na matemática [1]. Ao discutir a relevância do pensamento computacional é pertinente considerar a Matemática, que já faz uso de abstrações para resolver problemas.

Segundo Moursund [4], a Educação Matemática utiliza várias estratégias heurísticas para resolver problemas, como desenhar imagens, decompor problemas, abstração, tentativa e erro, e coleta de dados. Complementando essa ideia, Battista [18, p. 428] afirma: "fazemos matemática quando reconhecemos e descrevemos padrões; estruturamos modelos físicos e/ou conceituais de fenômenos; criamos sistemas de símbolos para nos ajudar a representar, manipular e refletir sobre ideias; e inventamos procedimentos para resolver problemas." Essas estratégias seguem os pilares do PC, citados anteriormente. Assim, podemos ver que o PC e a Matemática estão interligados, com um contribuindo para o desenvolvimento do outro.

Em um estudo realizado por Yadav [19], foi observado que os professores relataram que o PC incluía diversas formas de pensar, incluindo o pensamento matemático. De acordo com eles, o PC permite ações como: refletir sobre números e equações, realizar cálculos numéricos e usar fórmulas. Muitos também afirmaram que o PC está relacionado à Matemática devido ao seu aspecto de resolução de problemas.

Embora o PC tenha uma forte conexão com a Matemática, é importante considerar também os métodos tradicionais de ensino dessa disciplina, que muitas vezes desestimulam os alunos a aprender e influenciam no aprendizado do PC. A Matemática escolar, frequentemente, é vista como uma sequência interminável de memorização de fórmulas e repetição de exercícios que não fazem sentido para os estudantes. Como observa Battista [18, p. 426], "embora os mesmos tópicos sejam ensinados e reensinados ano após ano, os alunos não os aprendem". Consequentemente, acaba influenciando negativamente o desenvolvimento das habilidades de resolução de problemas dos indivíduos.

Segundo Battista [18, p. 426], "a falta de educação matemática é como uma doença oculta de longo prazo que gradualmente incapacita suas vítimas." Essa comparação revela como a ausência da educação matemática pode impactar negativamente o desenvolvimento dos alunos, especialmente em relação à sua formação continuada. Quando se utilizam métodos tradicionais de ensino, os estudantes muitas vezes não têm a oportunidade de desenvolver o PC, o que os impede de raciocinar de maneira independente.

A aplicação do PC e de seus princípios, como cálculos e algoritmos, em sala de aula frequentemente ocorre de maneira vaga, levando os estudantes a simplesmente executar operações sem entender o porquê ou como elas funcionam [18]. Isso ocorre devido à precariedade do ensino, que favorece a resolução mecânica de problemas em vez de promover a compreensão profunda dos conceitos. Um exemplo disso é quando os alunos são frequentemente orientados a decorar a tabuada de multiplicação. Embora consigam memorizar os resultados, eles não compreendem o raciocínio por trás desses

cálculos, o que impede o desenvolvimento de habilidades analíticas que vão além da simples repetição.

Com os avanços tecnológicos, é possível obter informações de maneira rápida e eficiente. No entanto, de que adianta ter acesso a essas informações se os alunos não saberão interpretá-las adequadamente? Esse é um reflexo da má educação matemática, que falha em preparar os alunos para lidar com situações do cotidiano de forma crítica e analítica.

Seguindo essa lógica, é fundamental que o PC, integrado à Matemática, seja incorporado nas salas de aula, permitindo que os estudantes desenvolvam seu próprio raciocínio. Isso os capacita a aplicar o conhecimento matemático em diversas situações do cotidiano. Assim, como afirma Battista [18, p. 428], “Eles não estão seguindo cegamente regras inventadas por outros. Em vez disso, estão dando sentido pessoal às ideias.”

Em relação ao PC nas salas de aula e sua aplicação em diversas disciplinas, é notável que a BNCC enfatiza particularmente o papel do PC na área da matemática. “[...] Utilizar conceitos, procedimentos e estratégias não apenas para resolver problemas, mas também para formulá-los, descrever dados, selecionar modelos matemáticos e desenvolver o pensamento computacional, por meio da utilização de diferentes recursos da área [20, p. 470].” Essa ênfase ressalta a integração do PC não apenas como uma ferramenta complementar, mas como parte integrante do processo de aprendizagem da matemática, evidenciando sua importância no desenvolvimento de habilidades analíticas e de resolução de problemas dos alunos.

No entanto, a Sociedade Brasileira de Computação (SBC) discorda da forma como o PC foi introduzido na BNCC [20]. Segundo a SBC, “não há nenhum objeto de conhecimento ou habilidade que trabalhe os princípios do pensamento computacional” [21, p. 2] após análise da documentação. Além disso, a construção de algoritmos, um dos principais pilares do PC, também é criticada. A SBC aponta que a BNCC assume que os alunos aprenderão esse conteúdo apenas por meio da prática, sem a devida apresentação das técnicas para construir algoritmos. A crítica também se estende à sugestão da BNCC de usar fluxogramas como linguagem para o ensino do PC. A SBC argumenta que essa abordagem não estimula o desenvolvimento das habilidades de resolução de problemas de maneira eficaz, já que essa linguagem segue o paradigma de programação estruturada [21].

V. METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa qualitativa que se destaca por sua ênfase no aprofundamento de aspectos específicos do objeto de estudo, sem a necessidade de representatividade numérica abrangente [22]. Neste estudo, os dados são produzidos a partir da análise de uma coleção de livros didáticos empregando uma abordagem indutiva. Após identificar os dados nos livros, cada informação é dividida em partes distintas para verificar sua conformidade com os princípios dos quatro pilares do PC.

A pesquisa adota o modelo emergente, levando em consideração que a possibilidade da alteração da perspectiva sobre o objeto de estudo à medida que novos dados são examinados e novos vieses são apresentados.

Essa pesquisa possui também delineamento da análise documental [23] que examina o contexto no qual o documento foi produzido, considerando o autor e os atores sociais envolvidos, além de avaliar a confiabilidade, a natureza e a lógica interna do documento em questão.

Para selecionar o objeto de estudo, foram examinadas as 10 coleções de livros didáticos aprovadas no Programa Nacional do Livro e do Material Didático – PNLD 2021 da área de Matemática e suas Tecnologias.

É por meio do PNLD que obras didáticas, pedagógicas e literárias, dentre outros materiais de apoio à prática educativa, podem ser encontradas, de forma expressiva, em escolas públicas brasileiras, instituições comunitárias, organizações confessionais ou filantrópicas sem fins lucrativos e conveniadas com o Poder Público. O PNLD 2021 é destinado ao Ensino Médio e as coleções contêm seis obras didáticas por área de conhecimento. A seriação presente em edições anteriores do PNLD foi eliminada, resultando em livros que são agora autocontidos.

Dentre os livros aprovados, selecionou-se o “Pensamento Computacional e Fluxogramas” da coleção “Ser Protagonista: matemática e suas tecnologias”, por possuir um livro específico sobre o PC. A Figura 3 ilustra a capa do livro.

Fig. 3. Livro “Pensamento Computacional e Fluxogramas”



Fonte: Smole et al. [9].

A versão analisada corresponde ao Manual do Professor, que não só oferece orientações detalhadas para este profissional, mas também inclui uma réplica do Livro do Estudante. Foram examinadas seções, informações teóricas e atividades que apresentem indícios de abordagem do PC tendo em vista, como já afirmado por Luci [24], os livros didáticos são fontes de conhecimento e moldam a experiência educacional. Além disso, é importante de uma análise crítica para entender como esses materiais engajam os alunos e como abordam competências cognitivas [25] que pode se articular aos pilares do PC.

VI. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção será apresentado a análise feita a partir do livro “Pensamento Computacional e Fluxogramas” da coleção “Ser Protagonista”, fazendo um recorte para o Livro do Estudante.

A obra em análise foi escrita por Katia Stocco Smole, Diretora do Mathema, ex-Secretária de Educação Básica do MEC (Ministério da Educação), ex-Membro do Conselho Nacional de Educação e Membro do Movimento pela Base, e Maria Inez Diniz, doutora em Matemática pelo Instituto de Matemática e Estatística da USP (1984) e professora aposentada do mesmo instituto, com experiência em Análise Funcional, e coordenadora do grupo Mathema de pesquisa em formação de professores e ensino de Matemática.

O título do livro sugere um foco PC. No entanto, ao analisar o sumário (Figura 4), observa-se que apenas dois capítulos abordam essa habilidade, enquanto os demais tratam de temas como sistemas lineares e projeções cartográficas, sem estabelecer conexão explícitas com o PC. Além disso, o termo "Pensamento Computacional" é mencionado 12 vezes no Livro do Aluno. Esses elementos indicam que o PC é tema central da obra.

Fig. 4. Conexão do PC com outras áreas

UNIDADE 1	Código de barras	44	Adição de matrizes	95
14	Fluxogramas	52	Matrizes de matrizes	97
Programação e pensamento computacional	Elementos de um fluxograma	53	Matriz identidade	100
CAPÍTULO 1 - Pensamento computacional	Matemática e tecnologia	54	Matriz inversa	101
16	Por dentro do Enem e dos vestibulares	68	Matrizes e sistemas lineares	102
18	UNIDADE 2	71	Matemática e tecnologia	111
19	CAPÍTULO 2 - Sistemas lineares e projeções cartográficas	72	CAPÍTULO 4 - Projeções cartográficas	113
25	74	75	Cartografia e geoprocessamento	114
25	76	77	Geometria na esfera	116
25	81	82	Soma dos ângulos internos de um triângulo na esfera	117
4	82	87	Posições relativas entre plano e esfera	120
32	87	92	Projeções cartográficas	121
36	92	93	Classificação e características das projeções cartográficas	123
36	93	139	Marcações de Tissot	131
37	99	141	Matemática e tecnologia	136
40	100	141	Por dentro do Enem e dos vestibulares	139
42	101	141	Lista de siglas	141
44	102	141	Bibliografia comentada	141

Fonte: Smole et al. [9, p. 6].

Ao analisar o capítulo I, intitulado “Programação e Pensamento Computacional” observa-se que as autoras definem a programação de computadores de uma forma restrita, apresentando-a como um processo de simples transmissão de instruções ao computador, conforme ilustrado na Figura 5.

Fig. 5. Definição de programação de computadores

A programação de computadores, ou codificação, é o modo como instruímos a máquina para a execução de uma tarefa. A instrução é dada por comandos que são interpretados e executados. Saber programar é conhecer a linguagem que estabelece essa comunicação entre o homem e a máquina.

Fonte: Smole et al. [9, p. 18].

No entanto, a programação de computadores vai muito além dessa definição apresentada. Sobre o uso da codificação, Resnick [26, p. 2] afirma: “Elas não estão apenas aprendendo a codificar, elas estão codificando para aprender.”. Ao realizar o ato de codificar, o indivíduo está desenvolvendo estratégias como raciocínio lógico, projeção de ideias e resolução de problemas. Consequentemente, as autoras ao limitarem o conceito de programação, podem estar restringindo o uso desse processo, influenciando no desenvolvimento dos alunos.

Além disso, Bombasar et al. [27] concluíram em sua pesquisa que uma das estratégias mais importantes para desenvolver o PC seria a programação, contradizendo então a ideia apresentada no livro.

No primeiro capítulo do Livro do Aluno, Smole et al. [9, p. 25] apresentam uma definição para o termo “pensamento computacional”, afirmando: “Uma maneira de pensar para resolver um problema é chamada de pensamento computacional e, provavelmente, você já faz uso dela, mas talvez não a conheça por esse nome.” Nesse contexto, o PC é de fato empregado mesmo que a pessoa não esteja ciente de que está utilizando essa habilidade, já que essa metodologia existe há muito tempo, embora não estivesse sendo reconhecida por esse nome. Anteriormente, ela era conhecida como “pensamento algorítmico”, que se refere ao uso de algoritmos para transformar entradas em saídas [28].

Ao apresentar os pilares do PC, o livro segue a mesma lógica apresentada pela BBC Learning [7], sendo possível visualizar na Figura 6.

Fig. 6. Pilares do PC

Portanto, as principais características do pensamento computacional são: reconhecimento de padrões, decomposição, algoritmo e abstração.

Fonte: Smole et al. [9, p. 27]

As autoras trazem uma pequena definição de cada pilar complementando com exemplos para situar o estudante. Ao abordar o reconhecimento de padrões, elas explicam que esse pilar pode ser encontrado em diferentes problemas matemáticos e até no ritmo de uma música, onde se pode identificar um padrão na repetição das notas musicais. Dessa forma, elas ampliam o uso desse conceito, também relacionando-o à área das Artes.

No caso da decomposição, o livro utiliza o exemplo do Scratch, uma programação visual baseada em blocos, além de mencionar o uso de figuras para interpretar um problema. Além desse exemplo, as autoras conectam o pilar à área da Engenharia, ao refletirem sobre como cada peça de um motor deve funcionar de modo que facilite o conserto.

Quanto ao algoritmo, definido como uma sequência ordenada de passos [9], o livro indica que pode ser usado em cálculos básicos e exemplifica seu uso com a noção de receita culinária, que precisa ser seguida em etapas precisas para alcançar o resultado desejado. Esse conceito pode ser relacionado a diversas áreas, como a Química, no contexto das Ciências Exatas e da Terra, onde é essencial seguir uma sequência correta de passos para realizar reações químicas conforme o esperado.

Por fim, a abstração é associada à Matemática, Geometria e Álgebra, sendo vista como a habilidade de ignorar detalhes irrelevantes para alcançar uma solução. O livro também explora seu uso no cotidiano, ao exemplificar a comparação de frutas na feira, onde o indivíduo faz abstrações para identificar a fruta que corresponde à sua ideia de perfeição.

Nesse sentido, ao apresentar os pilares do PC dessa forma, as autoras podem estar ampliando o pensamento sobre a usabilidade dessa habilidade pelos alunos, podendo influenciar numa futura reflexão ao realizar tarefas do

cotidiano. Além disso, integrar esses pilares com a Matemática evidenciada como o PC pode influenciar positivamente a aplicação de conceitos matemáticos.

Após a apresentação dos pilares do pensamento computacional, o livro traz uma curiosidade sobre o funcionamento da biometria, destacando-a como um exemplo de reconhecimento de padrões [9]. No entanto, a biometria também envolve outros pilares do PC. Por exemplo, em relação à decomposição, o processo biométrico é dividido em quatro etapas: captura, extração, reconhecimento de padrões e comparação. No caso do algoritmo, para reconhecer ou autenticar um indivíduo, é necessário transformar dados brutos em informações úteis por meio de algoritmos complexos. Quanto à abstração, ao realizar a biometria de uma impressão digital, por exemplo, os detalhes da pele são ignorados e o foco recai sobre os padrões únicos de linhas e curvaturas. Dessa forma, observa-se que o exemplo proposto é eficaz para despertar a curiosidade dos estudantes, mas não explora o PC em sua totalidade.

Ao continuar a análise, é possível perceber a integração da biologia com o PC, uma vez que a biometria envolve a análise de características biológicas dos seres humanos. Além disso, as autoras especulam que, devido aos avanços tecnológicos, o reconhecimento de DNA possa se tornar uma realidade no futuro, aprofundando ainda mais essa interseção entre a biologia e o PC.

Os exercícios apresentados no capítulo I, destinados à prática dos conceitos abordados ao longo do conteúdo, estão organizados em quatro seções: problemas e exercícios propostos, para recordar, cálculo rápido e foco no raciocínio lógico.

Na seção "Problemas e Exercícios Propostos", foram recomendadas quatro atividades para resolução. A primeira e a segunda atividades estão relacionadas ao reconhecimento de padrões, pois o jogo que está presente nas duas questões, podendo ser observado na Figura 7, consiste em acertar uma sequência de três cores. Para isso, é necessário analisar o emoji na tabela: se o emoji estiver sorrindo, a cor está correta; se o emoji estiver triste, a cor está errada.

Fig. 7. Exercício 1 da seção “Problemas e Exercícios Propostos”

1 Um jogo consiste em acertar uma sequência de três cores. Cada vez que um jogador acertar uma das cores na posição correta, aparecerá um emoji sorrindo 😊 e, quando errar, aparecerá um emoji triste ☹️.

Observe como foi o desempenho de um jogador.

Tentativa	Posição 1	Posição 2	Posição 3	Verificação
1	Amarelo	Vermelho	Verde	☹️☹️☹️
2	Vermelho	Verde	Amarelo	☹️☹️
3	Verde	Vermelho	Amarelo	☹️☹️☹️
4	Amarelo	Vermelho	Verde	😊☹️☹️
5	?	?	?	😊😊😊

Fonte: Smole et al. [9, p. 28].

A atividade apresentada acima estimula a análise lógica e a capacidade de reconhecer padrões. Dessa forma, os alunos conseguem praticar um dos pilares do PC.

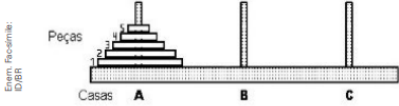
Por outro lado, a terceira atividade, representada na Figura 8, aborda todos os pilares do PC utilizando o desafio da Torre de Hanói. Durante a realização, os alunos exercitam o reconhecimento de padrões ao identificar as repetições nos movimentos necessários para resolver a problemática da torre. Também aplicam a decomposição

ao dividir o problema em partes menores, como mover alguns discos para uma haste auxiliar antes de posicionar o maior disco na haste principal. Os algoritmos são utilizados ao seguir uma sequência lógica de passos para alcançar a solução, enquanto a abstração é empregada ao relacionar o número de discos com o menor número de movimentos possíveis.

Fig. 8. Exercício 3 da seção “Problemas e Exercícios Propostos”

3 Resolva a atividade a seguir e indique no caderno a alternativa correta.

(Enem) A torre de Hanói é um jogo que tem o objetivo de mover todos os discos de uma haste para outra, utilizando o menor número possível de movimentos, respeitando-se as regras.



As regras são:

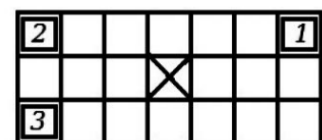
- 1) Um disco maior não pode ser colocado sobre um disco menor;
- 2) Pode-se mover um único disco por vez;
- 3) Um disco deve estar sempre em uma das três hastes ou em movimento.

Fonte: Smole et al. [9, p. 29]

Seguindo a mesma lógica da atividade anterior, o quarto exercício, apresentado na Figura 9, abrange todos os pilares do PC. A atividade consiste em um jogo de tabuleiro no qual o objetivo é movimentar bloquinhos até um local determinado, respeitando as regras estabelecidas. Durante a execução, utiliza-se a decomposição para analisar os movimentos possíveis de cada bloquinho. O reconhecimento de padrões é empregado na identificação de movimentos repetitivos, permitindo planejar jogadas futuras. A abstração entra em cena ao desconsiderar o tabuleiro como um todo, focando apenas na posição dos bloquinhos e no caminho necessário para alcançar o objetivo. Por fim, o algoritmo é aplicado na criação de uma sequência lógica de passos que leva ao final do jogo.

Fig. 9. Exercício 4 da seção “Problemas e Exercícios Propostos”

4 (Obmep) Um jogo de computador consiste de uma tela em forma de tabuleiro 3 x 3, no qual há três bloquinhos deslizantes 1, 2 e 3, ocupando os quadradinhos 1 x 1. O jogo começa conforme a figura abaixo e cada jogada consiste em escolher um bloquinho e “empurrá-lo” para cima ou para baixo. Após ser empurrado, um bloquinho não pode passar quando encontrar a borda do tabuleiro ou outro bloquinho. Por exemplo, se escolhermos o bloquinho 3, poderemos mandá-lo para o quadradinho inferior direito ou para cima encontrando o bloquinho 2. Dois bloquinhos não podem ocupar o mesmo quadradinho e quando dois bloquinhos se chocarem eles não continuam a se mover. O objetivo é fazer com que algum dos bloquinhos fique parado sobre a casinha marcada no centro do tabuleiro. Mostre como isso pode ser feito.



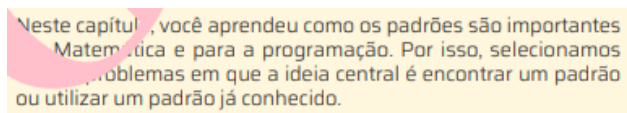
Fonte: Smole et al. [9, p. 29].

Dessa forma, ao analisar as questões apresentadas nessa seção, a atividade estimula os alunos a desenvolverem, de forma prática, todas as habilidades essenciais do PC. No entanto, é perceptível um foco predominante no reconhecimento de padrões, uma vez que

50% das questões vai tratar exclusivamente desse pilar e os outros 50% vai abranger todos os outros.

Na seção “Para Recordar”, espera-se que as atividades abordem os temas tratados no Capítulo I, ajudando a reforçar e melhorar a compreensão dos mesmos. No entanto, a descrição da seção foca exclusivamente no reconhecimento de padrões, como se esse fosse o único pilar do pensamento computacional tratado no capítulo, conforme ilustrado na Figura 10. Além disso, as cinco questões apresentadas destacam apenas esse tema específico.

Fig. 10. Descrição da seção “Para Recordar”



Fonte: Smole et al. [9, p. 29]

Nesse contexto, analisando as sessões “Problemas e Exercícios Propostos” e “Para Recordar” surge a seguinte indagação: por que o reconhecimento de padrões está sendo tratado como mais importante em relação aos demais pilares do PC?

Quanto às seções “Cálculo Rápido” e “Foco no Raciocínio Lógico”, as autoras afirmam que as questões não estão diretamente relacionadas ao conteúdo do capítulo, tendo como objetivo apenas desenvolver a capacidade de cálculo mental e o pensamento lógico dedutivo, respectivamente. No entanto, é possível conectar as questões ao PC, uma vez que ele está integrado à matemática, focando na resolução de problemas e no desenvolvimento do raciocínio lógico.

O primeiro capítulo do Livro do Aluno apresenta uma introdução ao PC, destacando sua integração com outras áreas, especialmente no ensino da Matemática. No entanto, a abordagem tende a ser mais introdutória, sem um aprofundamento adequado. As questões propostas focam principalmente no reconhecimento de padrões, negligenciando os outros pilares do PC ou não fazendo a devida integração com essas habilidades. Embora o capítulo forneça informações essenciais para compreender o PC, ele falha em abordá-lo de maneira mais abrangente, deixando de tratar todos os pilares com a mesma relevância.

No segundo capítulo, “Algoritmos e Fluxogramas”, retoma-se a importância dos algoritmos, destacando-os como um dos pilares do PC. Entretanto, o foco se concentra principalmente na esfera computacional, abordando temas como conversões no sistema binário e armazenamento de dados, tendo muitas atividades relacionadas a esses determinados temas. No entanto, não faz uma relação com o PC, uma vez que informa que essas temáticas servem apenas para entender como funciona a comunicação com o computador [9].

Ao abordar sobre algoritmos, as autoras apresentam dois exemplos, sendo eles os verificadores de códigos de barras e Scratch. Entretanto esse foco, em apenas esses métodos, reduz significativamente a abrangência do conceito de algoritmo. Tendo em vista, que a exposição a esses dois únicos exemplos, corre o risco de simplificar excessivamente o tema e induzir o aluno a uma

compreensão parcial e, possivelmente, equivocada sobre a natureza e a aplicabilidade dos algoritmos em diversas áreas.

Após a apresentação dos conceitos sobre algoritmos, são introduzidas três seções de “Problemas e Exercícios Propostos”, abordando temas como conversão binária, armazenamento de dados e leitura de código de barras. As três seções somam um total de onze questões. No entanto, embora envolvam o uso de algoritmos, essas questões não se concentram diretamente na construção e análise algorítmica. Apenas a questão dez propõe o desenvolvimento de um algoritmo como técnica para resolução de problemas, ao solicitar a criação de uma trajetória para um robô encontrar seu ponto final em determinado período de tempo. Isso acaba prejudicando o aprendizado do pilar algorítmico pelos alunos, uma vez que o foco principal não está na aplicação prática dos conceitos algorítmicos.

Além de trazer informações sobre os algoritmos, também é tratado sobre os fluxogramas, sendo definido como: “diagrama utilizado para representar graficamente a sequência de etapas para que uma atividade seja realizada, isto é, as etapas de um algoritmo” [9, p. 52]. Ademais, ao trazer representações de fluxogramas as autoras afirmam que, mesmo para aqueles que não compreendem totalmente o que cada símbolo do diagrama representa, ainda é possível entender o funcionamento geral [9].

No entanto, a SBC contradiz o que é apresentado neste capítulo sobre essa linguagem, pois afirma que o fluxograma não estimula as principais técnicas dos pilares do pensamento computacional para a resolução de problemas. Isso, por sua vez, prejudica o desenvolvimento da habilidade estudada e impacta negativamente no aprendizado de fluxogramas pelos alunos [21].

O segundo capítulo aborda a importância dos algoritmos e fluxogramas, destacando-os como fundamentais no PC. No entanto, ele se concentra mais em aspectos técnicos, como conversões binárias e armazenamento de dados, sem conectar esses temas ao PC. A limitação dos exemplos de algoritmos pode simplificar excessivamente o conceito, levando a uma compreensão parcial e influenciando no aprendizado dos discentes.

VII. CONCLUSÃO

Conforme já mencionado anteriormente, o PC é uma habilidade fundamental para a resolução de problemas que se estende além da computação, sendo relevante em diversas áreas do conhecimento, como engenharias e ciências humanas.

A interface do PC com a educação é justificada não apenas por promover habilidades essenciais para resolver problemas complexos, mas também por preparar os estudantes para um futuro repleto de inovações tecnológicas, conforme destacado por Barr e Stephenson. Tanto a matemática quanto o PC demandam organização e uma abordagem sistemática para solucionar desafios, e isso se reflete na estrutura dos livros didáticos, que passam incorporar o PC a partir da BNCC.

Este estudo qualitativo buscou analisar como o Pensamento Computacional é abordado nos livros didáticos de Matemática do Programa Nacional do Livro e

do Material Didático – PNLD 2021, através de uma análise documental.

Por meio da análise, destaca-se que o equilíbrio na abordagem dos quatro pilares do Pensamento Computacional é essencial para construir uma base sólida na resolução de problemas. Contudo, o livro analisado apresenta uma ênfase desproporcional no reconhecimento de padrões, relegando os demais pilares a um papel secundário. Essa abordagem limita o potencial do Pensamento Computacional como uma ferramenta abrangente e integrada, restringindo seu impacto no desenvolvimento cognitivo dos alunos.

Considera-se que ao desenvolver o PC desde cedo, os estudantes podem ampliar suas capacidades cognitivas e acadêmicas, preparando-se para os desafios de uma sociedade cada vez mais influenciada pela tecnologia e pela necessidade de habilidades relacionadas à resolução de problemas e ao pensamento lógico.

REFERENCES

- [1] Wing, Jeannette M. Computational thinking. *Communications of the ACM*, v. 49, n. 3, p. 33-35, 2006.
- [2] Bundy, Alan. Computational thinking is pervasive. *Journal of Scientific and Practical Computing*, v. 1, n. 2, 2007.
- [3] Barr, Valerie; Stephenson, Chris. Bringing computational thinking to K-12: What is involved and what is the role of the computer science education community?. *ACM inroads*, v. 2, n. 1, p. 48-54, 2011.
- [4] Morsund, David G. Computational thinking and math maturity: Improving math education in K-8 schools. D. Moursund, 2006.
- [5] Selby, Cynthia; Wollard, John. Computational thinking: the developing definition. 2013.
- [6] Wing, Jeannette M. Computational thinking benefits society. 40th anniversary blog of social issues in computing, v. 2014, p. 26, 2014.
- [7] BBC Learning, Bitesize. Introduction to computational thinking, 2015. London. Disponível em: <http://www.bbc.co.uk/education/guides/zp92mp3/revision>. Acesso em: 20 de novembro de 2024.
- [8] Liukas, Linda. Hello Ruby: adventures in coding. Feiwel & Friends, 2015.
- [9] Smole, Katia S.; Diniz, Maria I. Ser protagonista: matemática e suas tecnologias: pensamento computacional e algoritmos. São Paulo. Edições SM, 2020.
- [10] Voskoglou, Michael; Buckley, Sheryl. Problem solving and computational thinking in a learning environment. *arXiv preprint arXiv:1212.0750*, 2012.
- [11] Wing, Jeannette M. Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, v. 366, n. 1881, p. 3717-3725, 2008.
- [12] Wing, Jeannette. Computational thinking. *Journal of computing sciences in colleges*, v. 24, n. 6, p. 6-7, 2009.
- [13] Yang, Yubin; Lin, Hui; Guo, Zhongyang; Jiang, Jixi. A data mining approach for heavy rainfall forecasting based on satellite image sequence analysis. *Computers & geosciences*, v. 33, n. 1, p. 20-30, 2007.
- [14] Mitchell, Tom M. et al. Classifying instantaneous cognitive states from fMRI data. In: *AMIA annual symposium proceedings*. American Medical Informatics Association, 2003. p. 465.
- [15] Karunathilake, E. M. B. M. et al. The path to smart farming: Innovations and opportunities in precision agriculture. *Agriculture*, v. 13, n. 8, p. 1593, 2023.
- [16] Szpakowicz, Stan; Feldman, Anna; Kazantseva, Anna. Computational linguistics and literature. *Frontiers in Digital Humanities*, v. 5, p. 24, 2018.
- [17] McCormack, Jon; Gifford, Toby; Hutchings, Patrick. Autonomy, authenticity, authorship and intention in computer generated art. In: *International conference on computational intelligence in music, sound, art and design (part of EvoStar)*. Cham: Springer International Publishing, 2019. p. 35-50.
- [18] Battista, Michael T. The Mathematical Miseducation of America's Youth: Ignoring Research and Scientific Study in Education. *Phi Delta Kappan*, Vol. 80, No. 6, 1999, pp. 425-433.
- [19] Yadav, Aman; Stephenson, Chris; Hong, Hai. Computational thinking for teacher education. *Communications of the ACM*, v. 60, n. 4, p. 55-62, 2017.
- [20] Brasil. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 19 de novembro de 2024.
- [21] SBC. Nota Técnica da Sociedade Brasileira de Computação sobre a BNCC-EF e a BNCC-EM, 2018. Disponível em: <https://www.sbc.org.br/institucional>. Acesso em: 19 de novembro de 2024.
- [22] Goldenberg, Mirian. A Arte de Pesquisar. Ed. Record, São Paulo, edição 9, 2005.
- [23] Cellard, André. et al. A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.
- [24] Marqueti, Luci. O Livro Didático como fonte e objeto de pesquisa histórica. *Revista Caminhos Do Pampa*, V. 2, N. 1. Jan.-Jun. 2023.
- [25] Bittencourt, Circe. Livros didáticos entre textos e imagens. Saber histórico na sala de aula, 1997.
- [26] Resnick, Mitchel. Learn to code, code to learn. EdSurge, May, v. 54, 2013.
- [27] BOMBASAR, James et al. Ferramentas para o ensino-aprendizagem do pensamento computacional: onde está Alan Turing?. In: *Brazilian symposium on computers in education (simpósio brasileiro de informática na educação-sbie)*. 2015. p. 81.
- [28] Denning, Peter J. The profession of IT Beyond computational thinking. *Communications of the ACM*, v. 52, n. 6, p. 28-30, 2009.