

Redes de Cafés: Uma abordagem de Computação Desplugada para o ensino de arquitetura cliente-servidor

Andressa Mota da Silva Santos¹, Rulian de Jesus Cruz¹, Luis Gustavo de Jesus Araujo¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA)
44700-000 – Jacobina – BA – Brasil

dhee.andressa@gmail.com, rulian.cruz@ifba.edu.br, luisaraujo@ifba.edu.br

Abstract. *Unplugged Computing involves presenting computational concepts without the use of a computer. This type of activity has proven to be quite suitable for developing Computational Thinking and enabling the teaching of Computing in resource-limited environments. For the creators of Unplugged Computing, Computing can be playful, and its concepts are more easily explained using simple materials like paper and crayons. On the other hand, few unplugged activities are available, considering the breadth of existing computational concepts. In areas like Computer Networks, the number of activities is even smaller. With the creation of the BNCC Computing, the need for more activities has intensified. Therefore, this paper aims to present an unplugged activity for educational practice on the client-server architecture, based on the BNCC Computing, designed and evaluated in the context of teacher training in Computing Degree. The results show the activity's suitability for the proposed grade level and topic, as well as the playful nature present in original unplugged activities.*

Resumo. A Computação Desplugada consiste em apresentar conceitos computacionais sem o uso de computador. Este tipo de atividade tem se mostrado bastante adequada para o desenvolvimento do Pensamento Computacional, além de viabilizar o ensino de Computação em ambientes com poucos recursos. Para os criadores da Computação Desplugada, a Computação pode ser lúdica e seus conceitos são mais facilmente explicados com uso de materiais simples como papel e giz de cera. Por outro lado, existem poucas atividades desplugadas disponíveis, se considerarmos a amplitude dos conceitos computacionais existentes. Para áreas como Redes de Computadores, o número de atividades é consideravelmente menor. Com a criação da BNCC Computação, a necessidade por mais atividades foi intensificada. Desse modo, este artigo visa apresentar uma atividade desplugada para a prática educativa sobre a arquitetura cliente-servidor, baseada na BNCC Computação, concebida e avaliada em um contexto de formação de professores do curso de Licenciatura em Computação do IFBA. Os resultados apresentam adequação da atividade ao ano e tema proposto, além do caráter lúdico presente nas atividades desplugadas originais.

1. Introdução

A Computação Desplugada é uma metodologia de ensino proposta por Tim Bell e colaboradores. O uso da Computação Desplugada, inicialmente, deu-se a partir das atividades

disponibilizadas pelo livro *CS Unplugged*, publicado em 1998 [Bell et al. 1998]. Com a sua popularização, diversos professores e pesquisadores têm utilizado estas atividades em suas práticas e compartilhado os resultados com a comunidade, demonstrando a adequação desta metodologia. Além das atividades clássicas, pesquisadores tem criado, aplicado e avaliado atividades desplugadas para outros conceitos.

O trabalho Santana e outros (2020) apresenta uma atividade desplugada que aborda defeitos e tarefas computacionais. Nesta atividade, os estudantes interagem com um tabuleiro e são desafiados a executar tarefas ou solucionar problemas com uso de cartas que sintetizam ações [Santana et al. 2020]. Silva e colaboradores (2019) utilizaram atividades do livros *CS Unplugged*, em turmas no novo ano, visando trabalhar conceitos computacionais e o desenvolvimento do Pensamento Computacional [Silva et al. 2019]. O trabalho de Rosa, Silva e Marques (2023), realizado no quinto ano do Ensino Fundamental, visou abordar a criação e simulação de algoritmos representados em linguagem oral, escrita ou pictográfica, usando o livro *CS Unplugged Classic* e AlgoCards [Rosa et al. 2023].

No Brasil, a maioria das atividades desplugadas aplicadas e relatadas são provenientes no livro *CS Unplugged*, que possui uma lista limitada de conceitos [Dos Santos et al. 2018]. Dada esta limitação, membros da comunidade têm proposto novas atividades [Sassi et al. 2021]. Outro esforço da comunidade tem sido na tradução das atividades do site *CS Unplugged*, permitindo o seu uso em diversos países, como é o caso do projeto conduzido na UNICAMP [Barichello et al. 2020]. No entanto, as atividades desplugadas existentes ainda não dão conta da amplitude dos conceitos computacionais. A Revisão Sistemática realizada por Sassi e outros (2021) aponta que dos 75 estudos selecionados, três trabalhos abordam o tema de Redes de Computadores e apenas um foi aplicado em componente próprio [Sassi et al. 2021]. Além disso, a necessidade por materiais desplugados para o ensino de computação foi amplificada pela homologação da BNCC Computação, que visa estabelecer o ensino da Computação na Educação Básica no território nacional [Brasil 2022, Santos et al. 2023]. Do ponto de vista da avaliação desses materiais, os trabalhos publicados concentram-se no uso exclusivo de uma abordagem qualitativa, não permitindo uma compreensão mais profunda sobre a adequação das atividades [Dos Santos et al. 2018].

Diante disso, este trabalho tem o objetivo de apresentar uma nova atividade desplugada para o ensino de arquitetura cliente-servidor, colaborando para a disseminação de atividades relacionadas à área de Redes de Computadores. A presente atividade é voltada para o oitavo ano do Ensino Fundamental, conforme habilidade EF08CO06 (Entender como é a estrutura e funcionamento da internet) presente na BNCC Computação, visando fortalecer a implementação da computação no Ensino Básico [Brasil 2022]. O protótipo da atividade foi testado em uma turma do curso de Licenciatura em Computação, no contexto de formação de professores. Os participantes possuíam experiência com o público-alvo por meio de estágios e participação no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID). O presente artigo está dividido em seis seções. A primeira visa apresentar o contexto e o objetivo do artigo, a segunda apresenta a fundamentação teórica. A terceira seção aborda os procedimentos metodológicos. A atividade desplugada é apresentada na quarta seção. A quinta seção apresenta os resultados e, por fim, a sexta apresenta a conclusão deste trabalho.

2. Trabalhos Relacionados

Computação Desplugada é um conceito introduzido em 1998, por meio do livro “*Computer Science Unplugged: off-line activities and games for all ages*” de Tim Bell, Ian Witten e Mike Fellows. O livro publicado contém vinte atividades desplugadas que visam representar conceitos computacionais e apoiar a aprendizagem. Caracteriza-se por Computação Desplugada atividades que apresentam conceitos computacionais sem o uso do computador. Bell e colaboradores tinham como objetivo apresentar as ideias e questões da Ciência da Computação, que, segundo os autores, são frequentemente mais fáceis de explicar com papel e giz de cera, materiais comuns e atividades simples. Os criadores do conceito afirmam ainda que o principal motivo para a criação do livro foi demonstrar que a computação é divertida. Assim, as atividades de Computação Desplugada possuem, além de um caráter pedagógico, características lúdicas [Bell et al. 1998].

No Brasil, diante das limitações de infraestrutura em escolas, as atividades desplugadas se tornaram importantes ferramentas para o fazer pedagógico dos professores de computação. Além de atender a esta necessidade, as atividades desplugadas vem se mostrando adequadas para o ensino na área da computação, pois permitem que os estudantes compreendam conceitos complexos de forma prática. O estudo de Dos Santos e outros apresenta uma tendência de crescimento das publicações relacionadas à Computação Desplugada, demonstrando um interesse dos professores e pesquisadores brasileiros [Dos Santos et al. 2018].

Diversos estudos reforçam os aspectos positivos da Computação Desplugada, tal como o trabalho de Silva e outros (2021). Neste trabalho os autores aplicaram algumas atividades desplugadas disponíveis no livro *Computer Science Unplugged* [Bell et al. 2011], em uma turma de 34 alunos do nono ano do Ensino Fundamental, com idade entre 14 a 17 anos. A aplicação das atividades teve como objetivo avaliar o nível de aprendizagem dos estudantes em relação à informática. Na atividade diagnóstica, os alunos responderam a 34 testes com 12 questões. Os resultados apontam para 35,3% de acertos e 64,7% de erros. Após a aplicação das atividades, foram aplicados mais 44 testes com um total de 220 questões. No teste pós-atividade, foi possível identificar uma quantidade maior de acertos em relação ao teste anterior. Por fim, os autores concluem que o projeto atingiu o objetivo no desenvolvimento do Pensamento Computacional. A partir das atividades aplicadas, os autores destacam que foi possível perceber mudanças positivas quanto à aprendizagem dos temas da área da computação abordados [Silva et al. 2019].

O trabalho de Rosa, Silva e Marques (2023) relata a proposta de uma oficina desenvolvida pelos autores para alunos do quinto ano do Ensino Fundamental, visando implementar conceitos da computação e a aplicabilidade do Pensamento Computacional no dia a dia através de atividades desplugadas. Além disso, a abordagem tem como objetivo o desenvolvimento da habilidade EF05CO04 da BNCC (Criar e simular algoritmos representados em linguagem oral, escrita ou pictográfica, que incluam sequências, repetições e seleções condicionais para resolver problemas de forma independente e em colaboração). Durante a oficina, foi planejada a utilização de atividades baseadas no projeto *CS Unplugged Classic*, traduzidas e disponibilizadas pela Unicamp, e AlgoCards, da plataforma Computacional [Rosa et al. 2023].

Outros pesquisadores têm criado atividades para o ensino de computação,

um exemplo disso é a série de livros Computação Fundamental [Santana et al. 2020, Araújo et al. 2020]. Os autores utilizam atividades já consolidadas como a Criptografia do *CS Unplugged*, em conjunto com novas propostas. Um exemplo destas novas atividades é o jogo de tabuleiro que tem o objetivo de explorar problemas do computador. Este jogo consiste em um conjunto de 52 cartas, divididas em cartas de problemas/tarefas e cartas de ações. Ao jogar o dado e avançar casas no tabuleiro, o estudante deve retirar uma carta de problema (e.g., Instalar um Software, Computador sem Internet, Licença de Software expirada). Em seguida, deve utilizar cartas de ações para resolver o problema ou realizar a tarefa. Caso utilize as cartas corretas, avança no tabuleiro.

Embora tenhamos um crescente interesse pela Computação Desplugada, os trabalhos aqui apresentados, e outros publicados, não dão conta da amplitude de conceitos computacionais existentes. Percebe-se que os temas de concentração das atividades publicadas e disponíveis são: Números Binários, Pensamento Computacional, Algoritmo e Lógica de Programação. A maioria destes estudos concentram-se na utilização da atividade, sendo necessário, portanto, o desenvolvimento e aplicação de novas atividades [Sassi et al. 2021].

3. Metodologia

Esta atividade foi desenvolvida em uma disciplina de Redes de Computadores do curso de Licenciatura em Computação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), campus Jacobina. A avaliação da atividade foi realizada por 9 estudantes matriculados na referida disciplina (4 mulheres e 5 homens). Todos os estudantes possuíam alguma experiência com o público-alvo da atividade. Dos 9 participantes, 55% possuíam experiência docente por meio do PIBID e 77% como estagiários. Além disso, 33% dos participantes já possuíam experiência na criação de materiais didáticos para este público e 22% já realizaram trabalhos acadêmicos voltados para este público.

A metodologia utilizada para a criação da atividade foi criada pelos autores e é denominada de IBP3A [Araujo 2024]. A IBP3A é dividida em seis etapas: i) ideia inicial; ii) *Brainstorming*; iii) Preparação; iv) Aplicação; v) Avaliação e vi) Adequação (Figura 1). A etapa de **Ideia Inicial** consistiu na escolha do tema e competência da BNCC Computação, resultando no esboço da atividade. Em seguida, passou-se para a fase de **Brainstorming**, onde todas as ideias são consideradas e a saída foram propostas de atividades estruturadas. Nessa etapa, os alunos apresentaram várias ideias iniciais ao professor, que fez contribuições para aprimorar a dinâmica. Após isso, a atividade foi sistematizada na fase de **Preparação**, tendo como saída a descrição, regras e lista de materiais. Todos os materiais, como crachás e cartões, foram criados na plataforma Canva. A descrição da atividade teve com base as descrições das atividades do *CS Unplugged*, visando garantir a padronização e facilitando o seu uso. As imagens escolhidas visaram favorecer a impressão em preto e branco.

A próxima etapa realizada foi a **Aplicação**, onde a atividade foi executada. Nesta etapa, é importante realizar a aplicação com especialistas ou com o público-alvo. No nosso caso, realizamos a atividade com graduandos que já possuíam conhecimentos sobre Redes de Computadores e experiência com o público-alvo. A participação desse grupo foi fundamental para coletar *feedback* especializado durante os testes. A etapa seguinte foi a **Avaliação**. Nesta etapa, utilizou-se um questionário como instrumento de coleta de

dados. As duas últimas etapas tiveram como saída os dados sobre a atividade, permitindo ajustes. Os dados foram coletados por meio de um formulário online, após a execução da atividade. Os dados quantitativos foram analisados por meio de estatística descritiva. Por fim, a etapa de **Adequação** promoveu ajustes na atividade com base nos dados coletados e analisados.



Figure 1. Visão Geral da Metodologia

4. Atividade Desplugada: Redes de Cafés

A atividade desplugada proposta deve ser executada após uma aula introdutória sobre a arquitetura cliente-servidor. A atividade consiste na participação de dois estudantes (cliente e recepcionista) que devem simular uma cafeteria, além de dois outros para mover o barbante. Os estudantes cliente e recepcionista recebem um crachá com a identificação do seu papel que deve ser preso à blusa (Figura 3 a). O estudante cliente deve solicitar um tipo específico de café e o recepcionista deve atendê-lo. Os pedidos e entregas (*e.g., Capuccino, Latte e Espresso*) são representados por cartões (Figura 2). O envio do pedido e do café é realizado dentro de um envelope transportado por meio de um barbante.



Figure 2. Cartões de Pedido/Requisição HTTP e Café/Reposta

A segunda fase da atividade consiste em trocar os papéis, o cliente torna-se o navegador e o recepcionista torna-se o servidor web. São utilizados os mesmos crachás

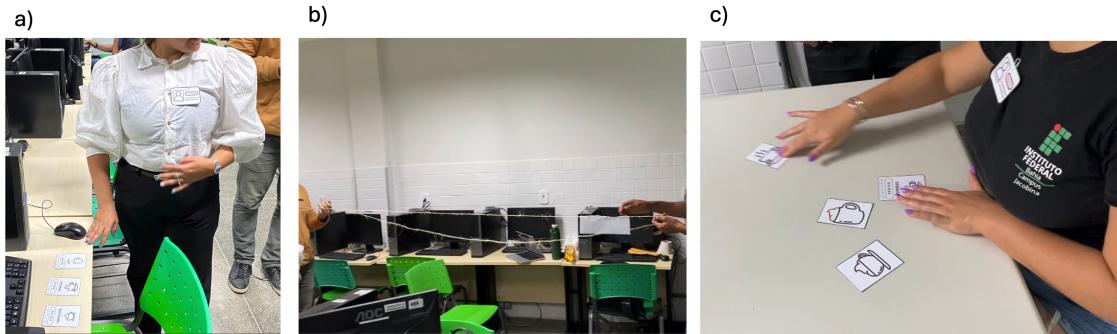


Figure 3. Etapas da Atividade Desplugada

e cartões, agora com a face oposta. O navegador deve enviar uma requisição HTTP para o servidor usando o envelope, levado por meio do barbante. O servidor ao receber a solicitação, deve selecionar o cartão relacionado, *e.g.*, YouTube, Google ou Netflix (Figura 2). A resposta é enviada pelo mesmo envelope usado para a requisição. O navegador deve visualizar uma representação simplificada da página solicitada.

A rede é representada por um barbante circular contendo um envelope fixo, local para colocar os cartões (Figura 3 b). Dois outros estudantes devem mover o barbante até que o envelope saia do lado do cliente/navegador para o lado do recepcionista/servidor (isso deve ser executado também no caminho de volta). Ao chegar do outro lado, o recepcionista/servidor lê o pedido e envia o café solicitado representando a página requisitada (Figura 3 c).

Após a aplicação da atividade, o professor deve questionar os estudantes sobre o que eles aprenderam durante a aula e a simulação, exibindo as seguintes questões: i) Nesta atividade, qual é o papel do cliente? ii) Nesta atividade, qual é o papel do servidor? iii) É possível notar qual o meio de transmissão desses dados? iv) Quais dados estão presentes em uma requisição para um servidor web?

Ao final, o professor deve fazer uma síntese da aula, corrigindo algum conceito que tenha sido construído de modo errôneo, abrindo para dúvidas adicionais e, principalmente, garantindo que os estudantes tenham entendido que a atividade é uma simulação com níveis de abstração a fim de garantir o entendimento dos conceitos. A atividade completa está disponível no site do projeto¹.

5. Resultados e Discussões

Nesta seção, apresentaremos os resultados conforme as questões respondidas pelos participantes. Do total de estudantes, 7 (77,8%) afirmam que **utilizariam a atividade em suas aulas** e 2 (22,2%) afirmaram que talvez utilizariam esta atividade (Figura 4). Nenhum estudante respondeu que não utilizaria a atividade. Esse resultado demonstra a relevância da atividade desplugada proposta e sua adequação para o uso em sala de aula. Tendo em vista que ainda existem poucas atividades desplugadas sobre redes de computadores, este é um aspecto positivo no sentido de que pode ser entendida por outros professores como uma atividade viável para aplicação em sala de aula.

¹https://sites.google.com/view/noplugifba/cliente_servidor



Figure 4. Utilização da Atividade em Sala de Aula

A **adequação ao ano proposto** visou investigar se a abordagem e o conteúdo estavam condizentes com os estudantes do oitavo ano. Embora isto já tenha sido definido no complemento à BNCC, ainda não há um estudo que apresente a adequação do conteúdo aos anos, sendo necessária esta avaliação para cada competência. Desse modo, 9 estudantes (100%) concordaram com a afirmação de que a atividade é condizente ao ano proposto. É importante salientar que, embora a BNCC Computação tenha sido proposta por um grupo de especialistas, os conteúdos não foram aplicados, testados e avaliados. As definições de ano partem de trabalhos anteriores e experiência dos pesquisadores e docentes que formaram os grupos de trabalho. Assim, o resultado apresentado vai ao encontro do que foi proposto na BNCC Computação e serve como base empírica para comprovar a adequação do conteúdo ao oitavo ano [Brasil 2022].

De modo análogo, a **adequação do tema proposto** (Figura 5) visou investigar se o tema da aula estava condizente com a competência e conteúdo proposto. Desse modo, 6 estudantes (66,7%) concordaram com a afirmação de que a atividade permite que os estudantes compreendam a arquitetura cliente-servidor. 3 (33,3 %) dos participantes afirmam que a atividade permite que os estudantes compreendam o conteúdo, porém é necessário realizar uma explicação. Este resultado apresenta uma dimensão importante quando trata-se de atividade desplugada. Tendo em vista que as atividades são, em sua maioria, abstrações de conceitos computacionais e utilizam metáforas para representar tais conceitos, é importante que o professor realize uma contextualização do tema que pode ser no início da aula, situando o estudante sobre o tema ou no final, apresentando as conexões entre a atividade e o conceito formal. Como exemplo, na atividade aqui apresentada, utiliza-se um barbante para simular as redes, uma das abstrações que devem ser foco de reflexão durante a aula. Além disso, destaca-se o uso do envelope e a simplificação da requisição e resposta ao protocolo HTTP.

O **caráter lúdico** (Figura 6) das atividades desplugadas é um elemento importante para garantir o interesse dos estudantes em um contexto sem computadores. Para 8 estudantes (88,9%) dos participantes, a atividade tem um caráter lúdico que deve ajudar os estudantes a participarem da atividade. Apenas 1 (11,1%) estudante acredita que o caráter lúdico da atividade não deve contribuir para a participação na atividade. Nenhum participante apontou que a atividade não tem um caráter lúdico. A existência da ludicidade é um ponto mencionado por Tim Bell e colaboradores, desde a criação das atividades

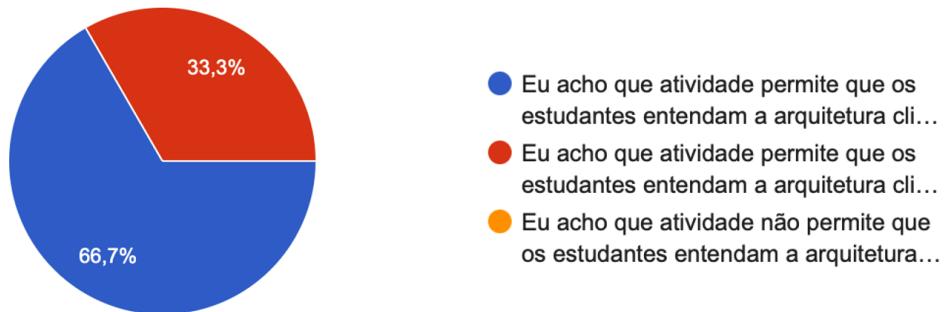


Figure 5. Adequação da Atividade ao Tema

desplugadas. Os autores entendem que a computação é divertida e esta diversão pode ser retratada nas atividades. Ademais, tendo em vista os benefícios da ludicidade para a aprendizagem, é de suma importância que as novas atividades contenham esta característica [Bell et al. 1998].

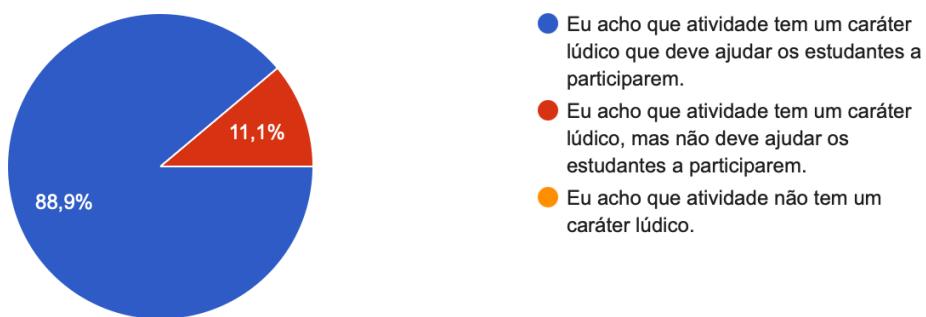


Figure 6. Caráter Lúdico da Atividade

Alguns estudantes relataram que o envelope utilizado na atividade deveria ser feito com outro material, possibilitando maior estabilidade dos cartões na dinâmica, evitando que eles caiam durante o transporte.

6. Conclusão

Este trabalho apresentou uma atividade desplugada para apoiar o ensino da arquitetura cliente-servidor para turmas do oitavo ano do Ensino Fundamental. A atividade tem como ponto focal a habilidade EF08CO06 (Entender como é a estrutura e funcionamento da internet) presente na BNCC Computação. A atividade foi desenvolvida e testada em uma turma de Licenciatura em Computação do IFBA, campus Jacobina, formada por estudantes com experiência docente com o público-alvo e conhecimentos sobre redes de computadores, dentro do contexto de formação de professores.

A avaliação dos participantes demonstra que a atividade é adequada ao oitavo ano, momento em que, segundo a BNCC, deve-se trabalhar a habilidade EF08CO06.

Este achado se configura como um dado empírico para a comunidade de Computação, tendo em vista que a BNCC Computação não passou por uma avaliação experimental da sua adequação. Adicionalmente, os especialistas avaliaram a atividade como adequada quanto ao tema, abordando assim pontos importantes para a construção dos conceitos relacionados à arquitetura cliente-servidor. No entanto, foi observado que a atividade carece de uma explicação sobre o tema, fator previamente identificado pelos autores. Por fim, os avaliadores pontuaram positivamente quanto ao caráter lúdico da atividade proposta, reforçando a ideia dos autores originais da Computação Desplugada de que a Computação pode ser lúdica.

6.1. Trabalhos Futuros

Como trabalhos futuros, iremos ajustar os materiais utilizados, em especial o envelope dos cartões e disponibilizaremos a nova versão dos materiais para impressão no site do projeto No-Plug IFBA Jacobina.

Planejamos executar a atividade em uma turma do oitavo ano do Ensino Fundamental II, em uma escola do município de Jacobina-Ba. Além disso, pretendemos avaliar a atividade junto aos estudantes participantes, tendo como objetivo compreender como a construção dos conceitos ocorre mediante a aplicação da atividade desplugada.

Assim como o site do *CS Unplugged*, planejamos disponibilizar vídeos demonstrativos da aplicação da atividade. Por fim, disponibilizaremos a atividade em versões português e inglês.

References

- Araujo, L. G. (2024). Metodologia ibp3a. <https://sites.google.com/view/noplugifba/ibp3a>. Acessado em 30 de Set. de 2024.
- Araújo, L. G. J., Santana, B. L., and Bittencourt, R. A. (2020). Computação e o mundo: Uma proposta de educação em computação para o nono ano do ensino fundamental ii. In *Anais do XXVI Workshop de Informática na Escola*, pages 21–30. SBC.
- Barichello, L., Moraes, J. B., Lancini, I. C., and Santos, M. B. (2020). Computação desplugada. <https://desplugada.ime.unicamp.br>. Acessado em 30 de Set. de 2024.
- Bell, T., Witten, I. H., and Fellows, M. (2011). *Computer Science Unplugged–Ensino Ciência da Computação sem o uso do computador*.
- Bell, T. C., Witten, I. H., and Fellows, M. (1998). *Computer Science Unplugged: Off-line activities and games for all ages*. Computer Science Unplugged.
- Brasil (2022). Resolução nº 1, de 4 de outubro de 2022. normas sobre computação na educação básica - complemento à bncc. Disponível em: <https://bit.ly/3WFvsFU>. Acessado em 18 de Fev. de 2022.
- Dos Santos, W. O., Silva, F. C., Hinterholz, L. T., Isotani, S., and Bittencourt, I. I. (2018). Computação desplugada: Um mapeamento sistemático da literatura nacional. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, 16(2):626–635.
- Rosa, M. L. d. L., da Silva, M. L., and Marques, T. V. (2023). A computação desplugada como estímulo ao pensamento computacional: Uma proposta para o quinto ano do

ensino fundamental. *Anais do Simpósio de Iniciação à Pesquisa e Extensão (SIPEX)*, 1.

Santana, B. L., Araujo, L. G. J., and Bittencourt, R. A. (2020). Computação e sociedade: Uma proposta de educação em computação para o oitavo ano do ensino fundamental ii. In *Anais do XXVI Workshop de Informática na Escola*, pages 81–90. SBC.

Santos, A. C. G., do Nascimento, I. M., and Oliveira, W. (2023). Da bncc à bncc computação: Histórico, afinidades e desafios na implementação de um currículo único. In *Anais Estendidos do III Simpósio Brasileiro de Educação em Computação*, pages 52–53. SBC.

Sassi, S. B., Maciel, C., and Pereira, V. C. (2021). Revisão sistemática de estudos sobre computação desplugada na educação básica e superior de 2014 a 2020: tendências no campo. *Revista Contexto & Educação*, 36(114):10–30.

Silva, F., Guimarães, K., and Laurence, M. (2019). Introdução a ciência da computação com computação desplugada no ensino fundamental ii. In *Anais do Workshop de Informática na Escola*, volume 25, pages 1059–1063.