

Um Relato de Experiência do Uso de Metodologias Ativas na Construção do Pensamento Computacional Paralelo

1st Helder Daniel de Azevedo Dias
Instituto de Ciências Exatas e Naturais (ICEN)
Universidade Federal do Pará (UFPA)
Belém, Brasil
helder.dias@icen.ufpa.br

2nd Josivaldo de Souza Araújo
Instituto de Ciências Exatas e Naturais (ICEN)
Universidade Federal do Pará (UFPA)
Belém, Brasil
josivaldo@ufpa.br

Resumo—Nos últimos anos, especialistas em educação têm discutido com frequência o processo de ensino e aprendizagem, principalmente, no que diz respeito à valorização de uma aprendizagem mais construtiva, participativa, motivadora e crítica por parte dos alunos. Neste cenário, importantes metodologias vêm ganhando destaque, entre elas as Metodologias Ativas e o Pensamento Computacional. Este trabalho utiliza as Metodologias ativas (Baseada em Projeto e a Gamificação) como instrumentos estimuladores, no processo de ensino e aprendizagem de uma oficina, para a construção do Pensamento Computacional Paralelo. Os conteúdos abordados, montagem e configuração de um *cluster* Beowulf e uma introdução aos conceitos da Programação Paralela, tiveram como público alvo os alunos dos cursos Técnicos em Informática e de Manutenção e Suporte em Informática do Instituto Federal do Pará - Campus Abaetetuba. A escolha desse público se justifica pela ausência desses conteúdos em suas respectivas matrizes curriculares. Os resultados foram satisfatórios, pois os alunos ressaltaram, na avaliação realizada, além da importância dos conceitos abordados, uma grande aceitabilidade e motivação sobre as metodologias utilizadas.

Index Terms—Metodologias Ativas, Programação Paralela, *Cluster* Beowulf, Pensamento Computacional Paralelo

I. INTRODUÇÃO

A necessidade em se processar, cada vez mais, grandes quantidades de dados, fez com que o uso dos supercomputadores ganhassem notoriedade nos últimos anos. Esses equipamentos solucionam problemas complexos em curtos intervalos de tempo. No entanto, para serem utilizados necessitam de uma programação específica, definida como Programação Paralela. Esse tipo de programação já é uma realidade consolidada nos grandes centros de pesquisa de todo o mundo. Porém, quando se analisa a Programação Paralela nos cursos de graduação em Computação, percebe-se que essa realidade ainda está em evolução, e é praticamente inexistente nos cursos técnicos de Informática [1].

Esse descompasso entre ensino da graduação, ensino técnico e pesquisa pode ser resultado da forma como os cursos de Computação abordam o tema da Programação Paralela nas suas matrizes curriculares.

No ensino da graduação, existem duas linhas de pensamento que conflitam entre si: a primeira, defende que o conteúdo sobre paralelismo deve ser distribuído ao longo da matriz curricular, fazendo com que o aluno possa construir o chamado “Pensamento Computacional Paralelo” de forma contínua, o que facilitaria o desenvolvimento das competências e habilidades necessárias para trabalhar em ambientes computacionais dessa natureza [2]. Além disso, este convívio contínuo com o paralelismo, desde os primeiros períodos do curso, faria com que os alunos pudessem visualizar esses conceitos como uma parte natural e comum do ensino da programação, da mesma forma como acontece com a chamada programação sequencial [3]. Já a segunda, defende que os conteúdos da Programação Paralela sejam ministrados apenas no final do curso, devido o seu conteúdo avançado e de difícil compreensão [1].

Nos cursos técnicos de Informática, como já mencionado, o ensino da Programação Paralela é praticamente inexistente em muitas das matrizes curriculares, seja pela carga horária necessária, seja pela “complexidade” na construção do pensamento paralelo, ou seja pela carência de profissionais da área nesse nível de formação.

Neste contexto, a proposta deste trabalho, é apresentar os conceitos básicos da Programação Paralela para alunos dos cursos Técnico em Informática e Técnico em Manutenção e Suporte em Informática do Instituto Federal do Pará - Campus Abaetetuba através do uso de duas Metodologias Ativas, a Baseada em Projetos e a Gamificação, na construção do Pensamento Computacional Paralelo. Na Metodologia Baseada em Projeto, foi utilizado como projeto, a montagem e configuração de um *cluster* do tipo *Beowulf*, enquanto que na Gamificação, foi realizada uma avaliação do conhecimento adquirido pelos alunos da oficina sobre os temas abordados, além de identificar questões didáticas e, talvez, pedagógicas dos envolvidos que possam contribuir no processo de ensino e aprendizagem, através dos pilares do Pensamento Computacional.

A oficina teve uma carga horária total de 20 horas e abordou conceitos sobre TI Verde, Montagem e Configuração de um *Cluster* Educacional (do tipo *Beowulf*) e Fundamentos da Programação Paralela com as APIs OpenMP e OpenMPI.

II. TRABALHOS RELACIONADOS

Conforme apresentado por Maia *et al.* [4] a Gamificação é utilizada com a Sala de Aula Invertida para o ensino de Qualidade de Processos de Software com foco no MPS.BR. Para isso, foi utilizada uma plataforma onde os estudantes podiam escolher os personagens para realizar os desafios. Os estudantes iam desenvolvendo as tarefas que, após finalizadas, recebiam recompensas e passavam para o desafio seguinte. Os estudantes indicaram um *feedback* positivo com os roteiros gamificados, o sistema de troca de pontos e *quizzes*.

Pereira e Barwaldt [5] utilizam a Gamificação para estimular o pensamento geométrico em estudantes com Transtorno do Espectro Autista (TEA). O estudo apresentado é dividido em duas etapas: a primeira, uma entrevista com os professores para identificar e investigar as demandas dos alunos; e a segunda, foi a aplicação da gamificação. Nesta etapa, o uso da gamificação foi utilizada para potencializar a noção espacial, contribuindo dessa forma, para o engajamento dos alunos, tornando-os agentes ativos do aprendizado.

Wessling [6] apresenta uma aplicação para auxiliar pessoas com deficiência auditiva aprenderem, de forma lúdica e gamificada, a se comunicarem em linguagem de sinais, utilizando o aplicativo. A aplicação pode ser executada em dispositivos móveis e em vários níveis de conhecimentos. Os autores definem como objetivos da aplicação ofertar a inclusão e a acessibilidade de pessoas com deficiência auditiva, além de proporcionar a comunicação com pessoas sem a deficiência.

Percebe-se que diferentes metodologias vêm sendo utilizadas, nas mais diversas áreas do conhecimento, com os mais variados objetivos, públicos e temas. Esse trabalho utiliza as Metodologia Ativas, Baseada em Projeto e a Gamificação, além do Pensamento Computacional, como instrumentos no processo de ensino e aprendizagem para a construção do Pensamento Computacional Paralelo. Essa construção foi necessária para introduzir os conceitos sobre *cluster Beowulf* e Programação Paralela para os alunos do curso técnico em Informática de um Instituto Federal no interior do Pará.

III. O ENSINO DA PROGRAMAÇÃO PARALELA

Nos últimos anos, o ensino da Programação Paralela vem se consolidando nas matrizes curriculares dos cursos de graduação em Computação. Porém, isso só está sendo possível, após a ACM (*Association for Computing Machinery*) e a IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) [7] proporem em 2013 a área de Computação Paralela e Distribuída como fundamental na formação dos alunos de Ciência da Computação. Nesta proposta, foram definidos os conteúdos básicos e os processos de aprendizagem, e como estes deveriam ser conduzidos e avaliados pelos professores [8].

Em nível nacional, os cursos de Computação possuem como referência as diretrizes elaboradas pela SBC (Sociedade Brasileira de Computação) [9] que define, além dos principais eixos de formação, os conteúdos específicos a serem desenvolvidos nos cursos de Computação no Brasil.

Além das referências elaboradas pela SBC, os cursos de Computação no Brasil são regulamentados pela Resolução nº

5, de 16 de novembro de 2016, emitida pelo Ministério da Educação [10]. Nesta resolução são instituídas as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para os cursos de graduação na área de Computação. O ensino da Programação Paralela e Distribuída aparece no item VI, do parágrafo 2º do Art. 5º, com o seguinte texto: “Analisar e avaliar arquiteturas de computadores, incluindo plataformas paralelas e distribuídas, como também, desenvolver e otimizar software para elas” [10]. No entanto, essas diretrizes são aplicadas somente para os cursos de graduação, fazendo com que muitos conteúdos e diversas tecnologias, não encontrem amparo para que possam ser ministradas nos cursos técnicos de Informática.

A. O Ensino Técnico de Informática no Brasil

Para os cursos técnicos existe a Resolução do Conselho Nacional de Educação CNE/CEB Nº 2, de 15 de dezembro de 2020 [11], que atualiza e disciplina a oferta de cursos de educação profissional técnica de nível médio no Brasil. Ela serve para orientar e informar as instituições de ensino, os estudantes, as empresas e a sociedade em geral. O catálogo apresenta 13 diferentes Eixos Tecnológicos, sendo o eixo de Informação e Comunicação, responsável pelos cursos técnicos em Informática.

No eixo de Informação e Comunicação há 8 diferentes cursos técnicos, são eles: Técnico em Computação Gráfica, Técnico em Desenvolvimento de Sistemas, Técnico em Informática, Técnico em Informática para Internet, Técnico em Manutenção e Suporte em Informática, Técnico em Programação de Jogos Digitais, Técnico em Redes de Computadores e Técnico em Telecomunicações [11]. A Resolução aponta as habilidades esperadas para cada formação técnica, bem como os conhecimentos necessários que devem ser adquiridos para atuar na profissão. No entanto, ela não aponta o ensino da Programação Paralela para nenhum dos cursos apontados nesse eixo de formação.

IV. METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO

As Metodologias Ativas são importantes instrumentos no ensino, pois contribuem para o desenvolvimento da capacidade crítica, intelectual, educacional e profissional do aluno. Isso o torna apto a solucionar problemas reais, além de auxiliá-lo na tomada de decisões e elevá-lo na prática de trabalhos em grupo [12].

Os principais princípios desta metodologia são baseados na aprendizagem construtiva, colaborativa, interdisciplinar, contextualizada, motivadora, desafiadora, entre outros [13]. Entre as metodologias ativas presentes no ensino, pode-se citar: Aprendizagem Baseada em Projetos, Sala de Aula Invertida, Gamificação, Aprendizagem Baseada em Problemas, etc.

Neste trabalho foram utilizadas duas Metodologias Ativas: Aprendizagem Baseada em Projeto e Gamificação.

A. Metodologia Baseada em Projeto

A Metodologia Baseada em Projeto possibilita a um grupo de alunos resolver um problema utilizando um método ou metodologia pré-definida (na forma de projeto), no qual o

interventor (professor) apresenta as etapas da metodologia e o aluno os utiliza para solucionar um determinado problema específico [14].

Este tipo de metodologia oferece diversos benefícios aos alunos, pois promove: motivação para concluir/resolver o problema, suporte para que os estudantes conduzam a própria aprendizagem, envolvimento nas atividades e trabalho em equipe com diferentes atores [11].

B. Gamificação

A Gamificação é uma metodologia ativa divertida, e por que não dizer, competitiva, que está sendo bem utilizada não apenas para avaliar o aprendizado de temas relevantes no processo de ensino e aprendizagem, mas também para analisar as percepções dos envolvidos quanto a esse tipo de atividade. É uma intervenção que utiliza a sistemática e mecânica dos jogos em contextos de não jogo, e é apontada como uma solução crescente nos ambientes de aprendizagem, pois propicia o engajamento, liberdade e responsabilidade de um determinado público [15]. Cada participante pode aprender no seu tempo, de acordo com suas necessidades e habilidades [7].

Está presente também nas mais diversas áreas do conhecimento e passou a ser utilizada nos mais variados contextos e disciplinas, pois além de motivar os alunos através de uma competição saudável do conhecimento, pode indicar os pontos fortes e fracos de uma turma em determinados assuntos, fazendo com que o processo de ensino e aprendizagem seja realizado de uma forma mais dinâmica e divertida [15].

V. O PENSAMENTO COMPUTACIONAL

A Sociedade Brasileira de Computação (SBC) defende que o ensino de Lógica de Programação é fundamental na Educação Básica. Isso porque a compreensão dos conceitos fundamentais da computação, permitirá a esses estudantes, compreenderem de forma mais completa, o mundo em que vivem. Além disso, proporcionará o desenvolvimento de uma maior autonomia, flexibilidade, resiliência, proatividade, criatividade e uma melhor capacidade de raciocínio. Tudo isso, somando às metodologias e ferramentas adequadas, favorecerá, positivamente, o desenvolvimento interdisciplinar desses alunos [16].

O ensino da Lógica de Programação está definido em um conjunto de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem compreender na Educação Básica. Essas habilidades e competências, definidas dentro da área da Computação, é definida como Pensamento Computacional. São definidos quatro pilares na construção do Pensamento Computacional: a decomposição do problema em tarefas menores, o reconhecimento de padrões que possam ser aplicados a situação proposta, a abstração para focar nos elementos principais (ignorando as informações relevantes) e a implementação de algoritmos para resolução de subproblemas [17].

Para a inserção desses pilares formadores do Pensamento Computacional nas matrizes curriculares, de forma a promover o interesse pela área de Computação, tem-se adotado a utilização de Metodologias Ativas (descritas na seção anterior).

A. Pensamento Computacional Paralelo

A utilização dos conceitos que formam os pilares do Pensamento Computacional é uma forma de se atingir os principais objetivos da Programação Paralela. A execução de aplicações grandes e complexas, com a redução do tempo de processamento, só é possível através de uma compreensão detalhada do problema. Para que esse processamento possa ser realizado, é necessário a construção de um Pensamento Computacional Paralelo, onde as tarefas menores definidas possam ser executadas simultaneamente entre as várias unidades de processamento existentes.

A construção do Pensamento Computacional Paralelo se inicia com a análise do algoritmo sequencial em busca de trechos que levam longo tempo de processamento, a exclusão das dependências, a definição do tipo de paralelismo e por fim, a divisão do problema em tarefas menores que serão executadas, pela múltiplas unidades de processamento, simultaneamente. O algoritmo resultante é executado de forma mais eficiente, aproveitando o máximo do processamento das arquiteturas paralelas modernas [18].

A identificação dos trechos que levam longo tempo de processamento e a exclusão das dependências permite que as tarefas menores definidas possam ser executadas simultaneamente, o que melhora a eficiência do algoritmo resultante. A definição do tipo de paralelismo irá depender das características específicas de cada aplicação e de como ele será resolvido. Já a paralelização do algoritmo resultante irá envolver o uso de técnicas específicas de paralelização e do uso de ferramentas ou bibliotecas de comunicação.

VI. DESCRIÇÃO DA OFICINA REALIZADA

Apesar do avanço da Programação Paralela nos cursos de graduação e pós-graduação, o ensino de conteúdos relacionados à Computação de Alto Desempenho no ensino técnico, é quase inexistente. Introduzir os avanços tecnológicos nas matrizes curriculares, principalmente, no eixo técnico de Informação e Comunicação, não será uma tarefa fácil a curto prazo. No entanto, a inclusão dessas inovações iria contribuir e auxiliar para a formação de uma mão de obra mais capacitada, qualificada e atualizada com as tecnologias vigentes.

O objetivo da oficina foi proporcionar aos alunos do curso técnico de Informática e de Manutenção e Suporte de Informática, o contato com conceitos e tecnologias que estão sendo utilizadas, mas que não fazem parte de suas matrizes curriculares. Para isso, foi elaborada uma oficina onde a finalidade foi apresentar alguns problemas trazidos pelo uso da tecnologia, mas também discutir soluções que podem ser empregadas dentro do próprio contexto educacional. As soluções discutidas foram úteis para o aprendizado de novos conceitos, como por exemplo, reutilizar computadores antigos para a construção de *cluster* de computadores e apresentar aplicações que necessitam de ambientes e/ou diferentes arquiteturas para serem executadas.

A. Descrição da Oficina Realizada

A oficina foi dividida em quatro módulos e ministrada por um discente, que estava desenvolvendo os seus estudos a nível de mestrado. Essa divisão e as respectivas cargas horárias (C.H.) de cada módulo podem ser visualizadas na Tabela I.

A oficina foi elaborada para ser realizada com uma carga horária de 20 horas (4h por dia, durante 5 dias), no período de 17/05/2023 a 23/05/2023, excluindo o sábado e o domingo. Foi realizada em um turno diferente do utilizado para as aulas dos alunos participantes. Isso teve como propósito, não concorrer e não atrapalhar o período letivo. Neste sentido, a oficina foi realizada no período da manhã, sempre das 8h às 12h.

Tabela I
DESCRIÇÃO DAS ETAPAS E CARGA HORÁRIA

Módulo	Descrição	C.H.
1	<ul style="list-style-type: none">▪ Apresentação da Oficina.▪ Conceitos de TI Verde.▪ Reutilização e Reciclagem de Computadores.▪ Práticas de Reutilização de Computadores.	4 h
2	<ul style="list-style-type: none">▪ Conceitos e Tipos de Cluster de Computadores.▪ Instalação do Sistema Operacional.▪ Configuração do <i>Master</i> e do <i>Slaves</i>.▪ Interligação dos Computadores em Rede.	8 h
3	<ul style="list-style-type: none">▪ Instalação e Configuração do OpenMP.▪ Instalação e Configuração do OpenMPI▪ Fundamentos da Programação Paralela.	4 h
4	<ul style="list-style-type: none">▪ Programação Básica com o OpenMP.▪ Programação Básica com o MPI.▪ Atividade de Gamificação.	4 h

O processo de divulgação e inscrição foi realizado totalmente de forma *on-line*, através dos canais oficiais da Instituição. A divulgação teve o apoio da ASCOM (Assessoria de Comunicação) do Instituto Federal do Pará. O período de inscrição foi definido de 08/05/2023 a 12/05/2023. No entanto, nos primeiros dias de inscrição, já eram totalizados 26 interessados. Como a capacidade máxima dos laboratórios era de apenas 20 alunos, optou-se por suspender as inscrições.

B. Público Alvo x Perfil Técnico

Inicialmente, o público alvo da oficina, seriam os alunos dos últimos períodos dos cursos Técnico de Informática (TI) e Técnico em Manutenção e Suporte em Informática (TMSI), além de possíveis alunos egressos de ambos os cursos do IFPA – Campus Abaetetuba. Esse público foi definido por já possuir o conhecimento em disciplinas que seriam pré-requisitos para a oficina, como Sistemas Operacionais, Redes de Computadores e Programação.

Dos 26 alunos interessados, apenas 11 compareceram e participaram, de fato, da oficina. A distribuição dos participantes, por curso, pode ser observado na Figura 1. Dos alunos do curso Técnico de Informática (TI), todos estavam no 3º semestre, enquanto os alunos do curso Técnico em Manutenção e Suporte em Informática (TMSI), todos estavam no 6º semestre.

Apesar dos dois cursos fazerem parte do mesmo Eixo Tecnológico, segundo o Catálogo Nacional de Cursos Técnicos [11], possuem perfis profissional de formação bem diferentes.

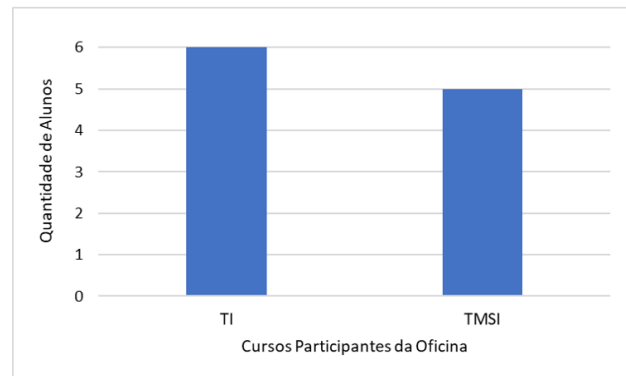


Figura 1. Relação Curso x Quantidade de Alunos

Apesar de ser um curso técnico, o estudante do curso TI, tem como perfil profissional o “desenvolvimento de programas de computador, seguindo as especificações e paradigmas da lógica de programação e das linguagens de programação; Utiliza ambientes de desenvolvimento de sistemas, sistemas operacionais e banco de dados. Realiza testes de programas de computador mantendo registros que possibilitem análises e refinamento dos resultados. Executa manutenção de programas de computadores implantados”. Essa característica para desenvolver programas se adapta, perfeitamente, ao Módulo 4, da Tabela I. Fato esse, que a introdução dos conceitos básicos da Programação Paralela seria perfeitamente viável na matriz curricular deste curso.

Já a formação do estudante do curso TMSI, tem como perfil profissional a “capacidade de tomar ações de concepção, desenvolvimento, implantação, operação, avaliação e manutenção de sistemas e tecnologias relacionadas à Informática. Especificar os componentes ou equipamentos, prestar suporte técnico, executar procedimentos de instalação e configuração, realizar testes e medições, utilizar de protocolos e arquitetura de redes, identificar meios físicos e padrões de comunicação e, sobremaneira, a necessidade de constante atualização tecnológica que constituem, de forma comum, as características deste eixo tecnológico”. As características dos Módulos 2 e 3 da Tabela I, poderiam ser adaptadas e inseridas na matriz curricular deste curso. Dessa forma, poderia entrar no quesito “atualizações tecnológicas”, fazendo com que esses alunos tivessem uma qualificação básica (ou mínima), no desenvolvimento de sistemas de *clusters*. Isso poderia contribuir de forma a suprir mais essa carência da área de Computação de Alto Desempenho (CAD).

Já o Módulo 1, da Tabela I, pode ser aplicado a qualquer curso de tecnologia, pois é um tema atual e necessário. Dessa forma, percebe-se, que apesar dos cursos possuírem perfis diferentes, a oficina acabou por contribuir na formação de ambos. Além disso, fica evidente que as matrizes curriculares dos cursos técnicos precisam, também, ser atualizadas periodicamente. Isso possibilitaria introduzir, além das novas tecnologias na formação dos alunos, uma realidade mais próxima das necessidades do mercado de trabalho.

C. Reutilização de Computadores na Construção do Cluster Beowulf

Um dos principais problemas enfrentados pelo mundo moderno é a produção e o tratamento do lixo e seus resíduos. E esse problema parece tomar proporções ainda maiores quando esse lixo é eletrônico, ou seja, oriundo de equipamentos como computadores, celulares, tablets, notebooks, entre outros. Isso porque são formados por placas de circuitos impressos que possuem, em sua composição, metais pesados e tóxicos. Por esse motivo, incentivar a correta destinação desses resíduos é urgente e necessário, seja através da reciclagem, seja através da reutilização desses equipamentos.

A reutilização de computadores se mostra interessante quando se reutiliza esses equipamentos “obsoletos”, mais ainda funcionais, através do reaproveitamento de peças, para a construção de computadores que possam ser utilizados para outras funcionalidades, como por exemplo, para o ensino de disciplinas práticas nos cursos de Computação, como montagem e configuração de servidores, que podem ser úteis em disciplinas como Redes de Computadores, Sistemas Distribuídos, Sistemas Operacionais, Computação em Nuvem, Computação de Alto Desempenho, entre outras [19].

Esses últimos, devido aos altos custos dos equipamentos, como os supercomputadores, acabam, muitas vezes, impossibilitando o ensino prático dessas disciplinas em um ambiente minimamente real. O reaproveitamento de equipamentos vem, nesse sentido, suprir essa demanda através da construção e configuração de *cluster* de computadores, com equipamentos que seriam descartados, mas que, com o processo de reutilização, passam a auxiliar alunos e professores no processo de ensino e aprendizado de conceitos de Arquiteturas e Programação Paralela, por exemplo, em ambientes paralelos reais.

D. Montagem e Configuração do Cluster: Metodologia Baseada em Projeto

Neste trabalho, a Metodologia Ativa Baseada em Projeto, teve como projeto a montagem e a configuração dos computadores que fariam parte do *cluster Beowulf*. Para realizar essa etapa prática da oficina (módulo 2), foram utilizados sete computadores do Laboratório de Manutenção e Redes, como pode ser visualizado na Figura 2. Esses computadores são utilizados para as aulas práticas de Sistemas Operacionais, Redes de Computadores entre outras disciplinas, portanto, os equipamentos poderiam ser utilizados livremente para formatação e instalação de programas diversos.

Uma outra característica desses computadores é que são bastante heterogêneos, ou seja, possuem diversas configurações, o que não é muito aconselhável para a construção de *clusters* do tipo Beowulf. Para arquiteturas dessa natureza, é aconselhável uma configuração mais homogênea, isso para evitar o desbalanceamento de cargas. No entanto, como o objetivo da oficina era proporcionar o contato com a Computação de Alto Desempenho, através da construção desse tipo de arquitetura, e o desenvolvimento de códigos paralelos, essa informação foi repassada aos alunos de forma a não atrapalhar a realização



Figura 2. Laboratório de Manutenção de Redes: Configuração das Máquinas

da oficina. A configuração das máquinas utilizadas pode ser observada na Tabela II.

Tabela II
CONFIGURAÇÃO DAS MÁQUINAS DO Cluster Beowulf

Nó	Placa Mãe	CPU	Memória	HD
Master	ASRock H61M-HG4	Intel Core i7 3770 3,40 GHz	16 GB DDR3	1 TB WD Green
Node1	PCWare M61PMV	AMD Athlon X2 240 2,8 GHz	2 GB DDR3	128 GB SATA SSD
Node2	Asus TUF H310M Plus Gaming/BR	Intel Core i5 8400 2,8 GHz	8 GB DDR4	128 GB NVME SSD
Node3	PCWare M61PMV	AMD Athlon X2 240 2,8 GHz	2 GB DDR3	128 GB SATA SSD
Node4	Asus TUF H310M Plus Gaming/BR	Intel Core i5 8400 2,8 GHz	8 GB DDR4	128 GB NVME SSD
Node5	Asus PRIME A520M-E	AMD Ryzen 5 5600G 3,9 GHz	12 GB DDR4	128 GB SATA SSD

Para realizar a configuração do **cluster** foi utilizado o sistema operacional Linux, na distribuição Ubuntu, versão 23.04, onde foram gerados pendrives de *boot*. Os alunos realizaram a instalação e configuração de forma conjunta com o instrutor em todas as máquinas disponíveis, como pode ser observado na Figura 3. Foi denominado dessa forma um nó principal (master) e sete nós secundários (slaves), definidos como node1, node2, node3, node4, node5 e node6.

Após a configuração do cluster, foram instaladas as APIs do OpenMP (versão 5.2) e do OpenMPI (versão 4.1.5) com o objetivo de utilizá-las para introduzir os fundamentos da Programação Paralela, bem como a construção de programas básicos utilizando essas APIs. Essas APIs foram escolhidas, pois são as mais utilizadas na construção de aplicações paralelas, além de suportarem os conceitos de *threads* e processos [20]. Para a construção dos programas foi utilizada a linguagem de programação C, e os códigos desenvolvidos foram compilados com o compilador gcc.

Para realizar a parte prática da oficina (construção, compilação e execução dos códigos) foi utilizado um laboratório convencional de aula, contendo 20 computadores, onde o acesso ao cluster montado e configurado era realizado via ssh para executar os códigos que foram construídos com o OpenMP e o MPI. O laboratório de ensino, onde foi desenvolvida a aula prática de construção, compilação e execução dos códigos, pode ser visualizado na Figura 4.



Figura 3. Alunos Configurando os Computadores do *Cluster Beowulf*

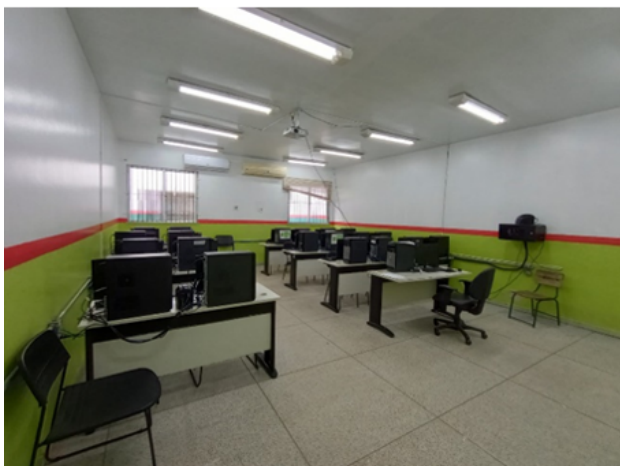


Figura 4. Laboratório das Aulas Práticas

Na Figura 5, alunos acessando o cluster educacional, no laboratório de ensino, via ssh.

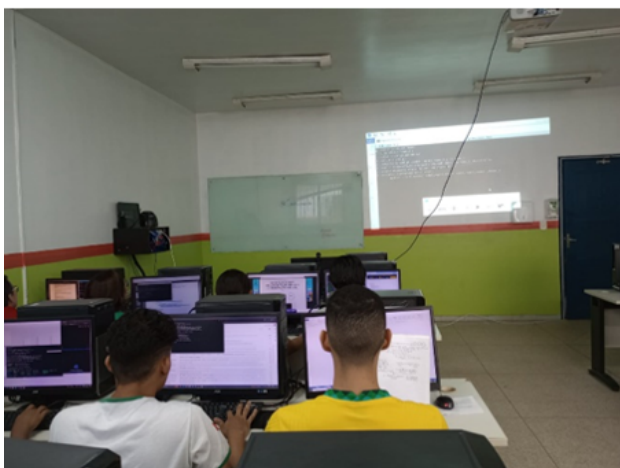


Figura 5. Alunos Acessando o Cluster via ssh

E. Gamificação no Projeto

A Gamificação foi realizada como a última etapa da avaliação da oficina ofertada para alunos e egressos do curso técnico de Informática e de Manutenção e Suporte de Informática do Instituto Federal do Pará (IFPA) – Campus Abaetetuba.

O objetivo da oficina foi despertar nos alunos o interesse pelas atuais tecnologias de Alto Desempenho e introduzir conceitos básicos para a construção do Pensamento Computacional Paralelo. Além de proporcionar habilidades iniciais para o conhecimento das principais bibliotecas paralelas e o desenvolvimento de códigos paralelos básicos, competências que não fazem parte da matriz curricular dos seus cursos.

Já o objetivo da Gamificação foi de avaliar alguns dos conceitos abordados durante o período da oficina, e também analisar a percepção dos alunos envolvidos em atividades Gamificadas. Neste processo, foi utilizado o site GoConqr¹ no processo de criação da gamificação. Foram elaboradas um total de 37 perguntas sobre os temas abordados, conforme descrito anteriormente na Tabela I.

VII. ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a realização da oficina, vale ressaltar, que o projeto foi submetido para apreciação ao comitê de ética, obtendo um parecer favorável. Mediante essa autorização, o estudo foi conduzido e os participantes, antes de serem expostos às condições da pesquisa, assinavam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) indicando que concordavam com a sua participação.

Após a Metodologia Baseada em Projeto ser concluída, foi realizada a etapa da Gamificação, última fase da oficina. Nesta etapa, o objetivo foi avaliar os conhecimentos adquiridos pelos alunos, durante às 20 horas da oficina, sobre os conteúdos apresentados na Tabela I. Serão apresentados, dessa forma, os resultados obtidos nesta última etapa (Gamificação) e em seguida, os resultados da avaliação dos participantes sobre o desenvolvimento da oficina (Metodologia Baseada em Projeto).

A. Avaliação do Aprendizado Utilizando a Gamificação

Como já citado, uma forma de se realizar a avaliação do aprendizado, foi através de um *quiz*, aplicado no último dia da oficina. Esse processo teve como objetivo verificar o que foi compreendido pelos alunos, mas não de uma forma tradicional, como a aplicação de uma prova escrita, mas de uma forma divertida e competitiva. Para isso, foram utilizadas perguntas de múltiplas escolhas, que podem ser acessadas no seguinte endereço: <https://bit.ly/3R4oE3b>.

A Figura 6 apresenta uma visão geral das faixas de acertos dos participantes da gamificação. Esta etapa de avaliação foi realizada por nove alunos, e a maior parte ficou na faixa superior aos 60% de acertos.

Três alunos ficaram na faixa de 70%-79% e um, acertou mais que 80%. Apenas dois alunos ficaram abaixo de 50%

¹<https://www.goconqr.com/>

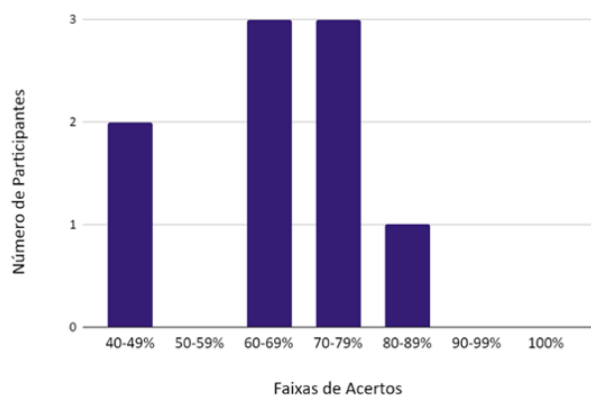


Figura 6. Faixa de Acertos dos Participantes

de acertos. Isso pode ser justificado por esses alunos ainda estarem nos primeiros períodos do curso, ou seja, ainda estão em um processo de formação dos conhecimentos e na construção de muitos conceitos utilizados durante a oficina.

Considerando os conteúdos de *Cluster* de Computadores e Programação Paralela, os resultados foram bastante satisfatórios. Os índices A1-A9 representam cada aluno, individualmente. Esses índices foram utilizados para manter o anonimato dos participantes.

Na Figura 7, é apresentada a média das respostas, por participante, quando o tema das perguntas é sobre de Computadores. Percebe-se que os resultados para algumas perguntas ficaram próximos dos 80%, o que pode ser considerado bem satisfatório, visto que os alunos, não tinham conhecimento sobre o assunto antes de realizarem a oficina. Pode-se considerar, também, para esse resultado, as atividades práticas desenvolvidas, o que proporciona um estímulo a mais no processo de aprendizagem.

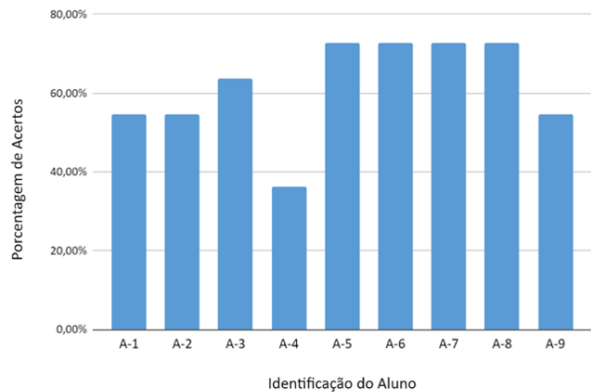


Figura 7. Perguntas sobre Cluster de Computadores

Quando as perguntas são relacionadas à Programação Paralela, Figura 8, os resultados passam a oscilar em algumas perguntas.

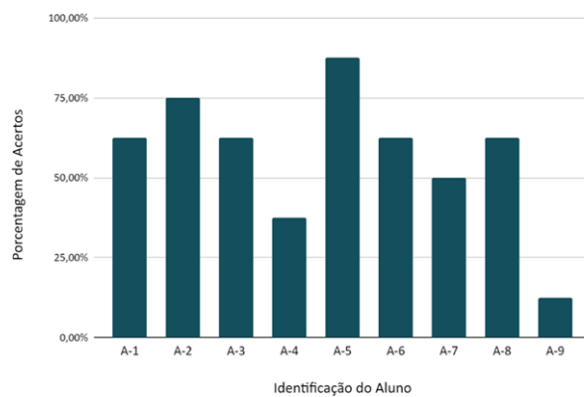


Figura 8. Perguntas sobre Programação Paralela

Isso pode ser explicado pelo tempo da oficina, apenas 20 horas, e principalmente, o tempo destinado para esse conteúdo, menos de 4 horas, o que é insuficiente para que haja uma compreensão total do assunto. Vale destacar, também, que por conta do curto intervalo de tempo, os alunos não chegaram a elaborar códigos, apenas foram apresentados (e discutidas as APIs de OpenMP e OpenMPI), e executaram códigos paralelos já elaborados. Esse procedimento foi realizado, devido ao tempo total da oficina, e como demonstração para avaliar a montagem, configuração e funcionamento do *cluster* que foi montado pelos alunos.

Fazendo uma análise do percentual de acertos, por temas, tem-se os valores apresentados na Figura 9.

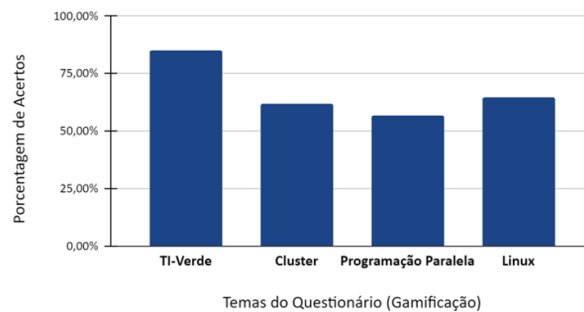


Figura 9. Faixa de Acertos dos Participantes por Temas

Percebe-se neste recorte, que todos os temas tiveram acertos acima de 50%, tendo destaque o tema de TI Verde, com um índice de 85% de acertos. Em segundo lugar, ficaram os conhecimentos sobre o sistema operacional Linux, que para os pesquisadores, foi uma boa surpresa, já que no curso, os alunos acabam tendo contato apenas com o sistema operacional Windows. Ter uma grande quantidade de acertos nesse item, foi bastante satisfatório. Na terceira colocação ficou o tema sobre *Cluster* de Computadores, o que também foi bastante satisfatório, visto que a grande maioria dos participantes, nunca tinha tido qualquer contato com conceitos dessa natureza. E por último, o que talvez fosse esperado, o tema

sobre Programação Paralela, pois a abordagem foi introdutória, e de certa forma, superficial. Isso pode ter criado algumas dificuldades de entendimento o que acabou se refletindo na avaliação utilizando a Gamificação.

Soma-se a isso, os conceitos sobre o MPI (onde se trabalham conceitos de comunicação e sincronização de processos), bem como o de Programação Paralela (onde se introduz os conceitos de múltiplas execuções em paralelo), principalmente utilizando as linguagens C/C++, contribuíram bastante para esses baixos índices de acertos. Primeiro, porque a grande maioria dos alunos, possui um pouco mais de experiência na linguagem Python, e quase nenhuma experiência com as linguagens C/C++. E segundo, ainda estão em contato apenas com os conceitos de uma Programação dita sequencial. Ainda não foram iniciados na construção do chamado Pensamento Paralelo.

B. Avaliação da Percepção dos Alunos quanto ao uso da Gamificação

Após a realização da Gamificação, foi aplicado um questionário para avaliar a percepção dos participantes quanto ao uso deste modelo de Metodologia Ativa no processo de avaliação do aprendizado. O questionário foi também desenvolvido no *Google Forms* e continha apenas cinco perguntas, descritas na Tabela III.

Tabela III
QUESTÕES APRESENTADAS AOS PARTICIPANTES PARA AVALIAÇÃO DA GAMIFICAÇÃO

1. Você já havia participado de uma avaliação/atividade Gamificada, como a realizada na oficina de TI Verde e Programação Paralela?
2. Qual sua opinião sobre a avaliação/atividade Gamificada realizada na oficina?
3. Indique o quanto satisfeito você ficaria se as avaliações/atividades Gamificadas fossem mais utilizadas, como parte do processo de ensino-aprendizagem, nas disciplinas do seu curso Técnico em Informática?
4. Qual a possibilidade de você recomendar o uso de atividades/avaliações Gamificadas para outras pessoas (colegas, professores, familiares)?
5. Como você considera a usabilidade, o software e a forma como foi aplicada a atividade/avaliação Gamificada?

Para a Questão 1, apresentada na Tabela 3, 77,8% dos participantes nunca haviam realizado qualquer atividade no formato gamificado, enquanto os outros 22,2% responderam que já haviam participado de alguma atividade ou avaliação neste formato. Esse resultado aponta que, apesar de ser uma importante ferramenta no processo de ensino e aprendizagem, a Gamificação precisa ser mais explorada e utilizada como uma ferramenta pedagógica, também nos cursos técnicos, por apresentar dinamismo e motivação aos participantes.

Já na Questão 2, os participantes podiam expressar a sua opinião em uma escala com cinco itens: Péssima, Ruim, Razoável, Boa e Excelente. Neste item, a atividade de Gamificação teve 100% de aprovação, pois 66,7% dos participantes avaliaram como excelente e 33,3% avaliaram como boa. Isso reflete que a variação das atividades didáticas, no processo de aprendizagem, foi bem aceita pelos participantes, pois proporcionou um maior engajamento e motivação das etapas estudadas.

Na avaliação da Questão 3, grande parte dos participantes (88,9%) aceitaria ter esse tipo de metodologia mais presente nas atividades/avaliações das disciplinas do curso de Informática. 55,6% responderam que ficariam muito satisfeitos e 33,3% disseram que ficariam satisfeitos. Apenas 11,1% relataram que não ficariam muito satisfeitos caso esse tipo de metodologia fosse utilizado no curso. Isso retrata que nem todas as atividades didáticas podem ser unânimes entre aqueles que estão sendo avaliados, no entanto, é importante variar metodologias e buscar formas diferentes de se construir o processo de ensino e aprendizagem.

Quando se perguntou a possibilidade de se indicar esse tipo de metodologia (Questão 4), foram disponibilizados cinco itens: nenhuma possibilidade, pouca, boa, grande e muito grande possibilidade. Os participantes afirmaram que indicariam essa metodologia, sendo que 44,4% indicaram boa possibilidade, o mesmo número (44,4%) para grande possibilidade, e com 11,1% com muito grande possibilidade de indicarem essa metodologia. Isso representa uma aprovação no uso da Gamificação, seja pela motivação, através de uma competição, seja pelo dinamismo da atividade.

Já quando foi perguntado sobre a usabilidade e o software utilizado, as avaliações também não apontaram grandes dificuldades, pois 33,3% acharam fácil, 55,6% apontaram como neutro (nem fácil, nem difícil) e apenas 11,1% relataram alguma dificuldade durante a atividade. Isso pode ser entendido que, apesar das vantagens que podem ser elencadas com o uso da Gamificação, esse processo, apesar de motivador, ainda se mostra como inovador/diferente para a maioria dos estudantes (como apontado nas respostas da Questão 1). E o diferente pode trazer algumas dificuldades, seja no processo de entendimento, seja nos meios utilizados. No entanto, a variação nas metodologias didáticas contribui na construção do conhecimento e no processo de ensino e aprendizagem.

C. Avaliação da Metodologia Baseada em Projeto

Após a aplicação da Gamificação, os alunos foram convidados a responder um questionário avaliando a Metodologia Baseada em Projeto utilizada durante a oficina. O objetivo foi, também, de avaliar a qualidade da oficina de uma forma geral: instalações, material utilizado, interação do instrutor com os alunos e os colegas, tempo de aula, etc.

Para esta avaliação, foi utilizada a Escala Likert, variando de “Totalmente Insatisfeito” à “Totalmente Satisfeito”. Após os alunos responderem, foi realizada uma média simples e o resultado pode ser visualizado na Figura 10.

Percebe-se, pela Figura 10, que a grande maioria dos alunos responderam que ficaram muito satisfeitos com o que foi apresentado e desenvolvido na oficina, pois quase todos os itens tiveram a média superior a 4,5, em uma escala que vai até 5,0. O único item que ficou abaixo da média 4,5 foi o laboratório. Pode-se justificar essa nota, principalmente pela limitação do número de máquinas utilizadas, o que acarretou a divisão das mesmas por mais de um aluno. Onde o ideal seria que cada aluno pudesse trabalhar no seu próprio computador. Outra ponto que pode ser justificado neste item é de não ter havido

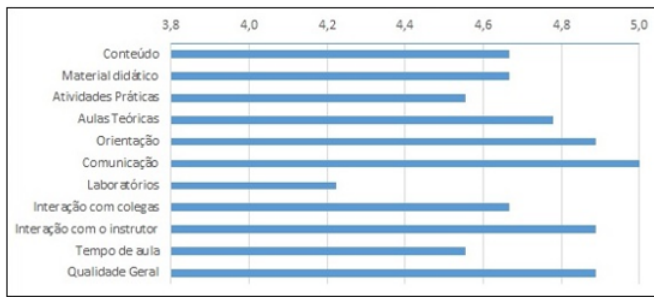


Figura 10. Média da Avaliação Realizada pelos Alunos da Oficina

a possibilidade de realizar a parte de teste e de montagem das máquinas, etapa essa que não foi permitida, nem pela direção do Instituto, nem pelos professores responsáveis pelos laboratórios.

VIII. AMEAÇA À VALIDADE DO TRABALHO

Apesar da oficina ter sido muito bem avaliada pelos participantes, alguns pontos podem ser destacados, quanto a ameaça à validade do trabalho. Talvez, um dos primeiros, é a quantidade de alunos que efetivamente participou. Com a limitação do espaço físico, que possuía apenas 20 computadores para o acesso remoto, fez-se necessário a suspensão das inscrições já no segundo dia, pois nesses dois dias, o curso já contava com 26 inscritos. Porém, nem todos que se inscreveram participaram. No primeiro dia, compareceram apenas 13 alunos, e desses, 11 finalizaram a oficina.

Outro ponto que pode ser destacado, e que pode ter influenciado no resultado geral da Gamificação, foi a heterogeneidade dos participantes. Apesar da oficina ter sido desenvolvida (e planejada) para alunos concluintes e egressos, houve a participação de alunos que estavam no período inicial do curso, e isso pode ter comprometido a média dos acertos da Gamificação para baixo. Essa participação foi permitida devido ao interesse desses alunos pelo tema, o que fez com que os coordenadores permitissem a participação.

E por fim, também pode ser destacado, o tempo destinado ao assunto da Programação Paralela. O tema foi abordado de forma introdutória, observando-se os conceitos básicos e a estrutura dos programas escritos em OpenMP e MPI. Talvez, com um tempo maior, os participantes pudessem adquirir uma melhor compreensão e um melhor entendimento sobre os temas demonstrados. Porém, mesmo assim, os alunos puderam compreender bem as estruturas dos programas, os comandos básicos, assim como o processo de compilação e execução dos programas.

CONCLUSÃO

Nem sempre a inclusão das inovações tecnológicas, embora já consolidadas no meio científico, se fazem presentes nas matrizes curriculares dos cursos técnicos em Informática. Inovações como os conceitos da Computação de Alto Desempenho (CAD), que envolve o ensino da Programação Paralela e a construção e configuração de *clusters* de computadores,

podem ser introduzidos (ou incentivados) através de disciplinas optativas e cursos de extensão, com o propósito de motivar discentes ao conhecimento da área em que estão inseridos.

No sentido de envolver e proporcionar um aprendizado motivador, foram utilizados como instrumentos de ensino as Metodologias Ativas Baseada em Projeto e a Gamificação, além dos conceitos que formam o Pensamento Computacional. O processo de montagem e configuração do cluster apesar de se mostrar bastante desafiador, acabou envolvendo e motivando os alunos. Já o uso da Gamificação, como uma forma de avaliação, tornou-se uma metodologia estimulante e divertida não apenas para avaliar os conhecimentos, mas também para identificar os pontos fortes e fracos durante o processo de ensino de aprendizagem. Os pilares do Pensamento Computacional foram fundamentais para a construção das bases para a formação do Pensamento Computacional Paralelo, onde os alunos desenvolveram a capacidade de dividir problemas grandes em tarefas menores, iniciando uma visão menos sequencial na construção de algoritmos paralelos.

A. Trabalhos Futuros

Como trabalhos futuros, tem-se o objetivo de realizar uma continuidade para esta oficina, onde se pretende realizar uma abordagem mais prática, específica e voltada ao ensino da Programação Paralela, utilizando outras metodologias ativas, como jogos, por exemplo. A finalidade no uso dessas metodologias é proporcionar um aprendizado motivador aos alunos, auxiliando no processo de ensino e aprendizagem.

Além disso, com o auxílio das diretrizes do Pensamento Computacional, pretende-se incentivar ainda mais os alunos no processo de aprendizagem da elaboração de algoritmos paralelos. Isso possibilitará uma construção de um Pensamento Computacional Paralelo consistente, construtiva e desafiador.

REFERÊNCIAS

- [1] R. B. de Almeida jr, H. W. S. Farias, J. S. Araujo, Um Mapeamento Sistemático da Literatura sobre o Ensino e Aprendizagem da Programação Paralela com o uso de Placas Gráficas, XXX Workshop sobre Educação em Computação (WEI), Niterói (RJ), p. 439-450, 2022.
- [2] N. Bachiega, P.S.L. Souza, S. M. Bruschi, S. R. S. Souza, Um Panorama do Ensino de Programação Paralela e Distribuída em Universidade Brasileiras. In: Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE). pages. 480-489. Fortaleza (CE), 2018.
- [3] F. Soares, C. Nobre, H. Freitas, Parallel Programming in Computing Undergraduate Courses: A Systematic Mapping of the Literature. In IEEE Latin America Transactions. Volume. 17. Nº 8. pages. 1371-1381, 2019.
- [4] A. M. A. Maia, L. M. C. Oliveira, M. E. M. Rodrigues, W. Viana, A. B. Marques, Adotando Aulas Invertidas e Gamificadas no Ensino de Qualidade de Processos de Software com foco no MPS.BR. XXXI Workshop sobre Educação em Computação (WEI). p. 305-316. João Pessoa (PB), 2023.
- [5] L. M. Pereira, R. Barwaldt, Elaboração de Atividades Gamificadas para Estudantes com TEA: Um Estudo Utilizando Pensamento Geométrico. In: XI Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE); p. 390-402, Manaus (AM), 2022.
- [6] L. H. B. Wessling, P. Varela Jr., A. J. Rohling, G. Y. Sato, Experiências do Desenvolvimento e da Validação de um Aplicativo Gamificado para Aprendizagem da Língua Brasileira de Sinais – LIBRAS. In: XXVII Workshop de Informática na Escola (WIE). p. 11-18. Evento On-Line, 2021.
- [7] ACM, IEEE-CS, Computing Curricula: Paradigms for Global Computing Education, 2020.

- [8] G. Martins, Avaliação do Uso de Desafios no Aprendizado de Programação Paralela. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Ciências da Computação e Matemática Computacional, Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação. Universidade de São Paulo, 2020.
- [9] A. F. Zorzo, D. Nunes, E. Matos, I. Steinmacher, R. M. de Araujo, R. Correia, S. Martins, Referenciais de Formação para os Cursos de Graduação em Computação. In Sociedade Brasileira de Computação (SBC), 2017.
- [10] MEC, Resolução nº 5. In Diário Oficial da União. Edição 220, Seção 1, p. 22, 2016.
- [11] CNE/CEB, Resolução nº 2. In Diário Oficial da União, 21 de dezembro de 2020. Seção 1, p. 170, 2020.
- [12] J. V. V. Lima, M. M. Alves Jr., A. P. M. Flores, R. J. V. Almeida, P. C. M. dos Anjos, M. Lencastre, R. A. A. Fernandes, F. M. R. de Alencar, As Metodologias Ativas e o Ensino em Engenharia de Software: Uma Revisão Sistemática da Literatura, XXV Workshop de Informática na Escola (WIE), Porto Alegre, p.1014-1023, 2019.
- [13] C. P. Santiago, J. W. M. Menezes, F. J. A. de Aquino, Uso da Aprendizagem Baseada em Projeto e Scrum para o Desenvolvimento de um MOOC: Um Relato de Experiência, Revista de Estudos y Experiencias en Educación, p.351-371, 2024.
- [14] M. F. Santos Jr., S. A. Silva, Mostra de Ideias: Aplicação de uma Metodologia Gamificada e Baseada em Problemas no curso de Sistemas de Informação da Universidade do Estado de Mato Grosso In: XXVII Workshop sobre Educação em Computação (WEI). p. 151-155. Cuiabá (MT), 2020.
- [15] J. A. Pereira, B. S. Leite, Análise da Percepção de Estudantes de Ensino Fundamental quanto a uma Atividade Gamificada. In: XXI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames); p. 592-601, Natal (RN), 2022.
- [16] K. K. Machado, A. Dutra, Desenvolvimento do Pensamento Computacional: do preconizado pela BNCC à formação dos professores da Educação Básica. Rev. Diálogo Educ., Curitiba: Editora PUCPRESS, v. 23, n. 77, p. 945-956, abr./jun. 2023. DOI: <https://doi.org/10.7213/1981-416X.23.077.AO09>.
- [17] Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2022. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 22 de abr. de 2022.
- [18] M. R. M. Saavedra, L.Q. Aracaty, T. M. Quaresma, J. de S. Araújo, Um mapeamento da literatura sobre o uso de jogos sérios na construção do pensamento computacional paralelo. Revista Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre, v. 22, n. 1, p. 436-445, 2024. DOI: 10.22456/1679-1916.141569.
- [19] H. D. de A. Dias, J. S. Araújo, Uma Avaliação do Ensino da Programação e da Introdução dos Conceitos de Computação de Alto Desempenho nos Cursos Técnicos de Informática: Um Estudo de Caso em um Instituto Federal no Interior do Pará. In: Internacional Conference in Information Systems and Technology Management (CONTECSI). São Paulo (SP), 2022.
- [20] G. Andrade, D. Griebler, R. Santos, L. G. Fernandes, Opinião de Brasileiros sobre a Produtividade no Desenvolvimento de Aplicações Paralelas. XXIII Simpósio em Sistemas Computacionais de Alto Desempenho (SSCAD). Florianópolis (SC), 2022.