

Estratégia de Ensino Utilizando Aprendizagem Baseada em Problemas, Avaliação por Pares e Rubricas: Indo em Direção a um Aprendizado Baseado no Paradigma de Divisão e Conquista

Tiago de Oliveira, ICT/Unifesp, tiago.oliveira@unifesp.br,
<https://orcid.org/0000-0002-3676-5967>

Denise Stringhini, ICT/Unifesp, dstringhini@unifesp.br,
<https://orcid.org/0000-0002-9729-4302>

Lauro Paulo da Silva Neto, ICT/Unifesp, lauro.paulo@unifesp.br,
<https://orcid.org/0000-0001-9862-4601>

Resumo: Neste artigo, apresenta-se uma estratégia de ensino e aprendizagem cuja proposta inspira-se no paradigma de divisão e conquista e na combinação das práticas de ensino de aprendizagem baseada em problemas (PBL), de avaliações por pares e de rubricas. Nessa estratégia, realizam-se determinadas tarefas e atividades didáticas em laços de repetição com o objetivo de ir em direção à resolução de uma determinada situação-problema estabelecida. A estratégia proposta foi aplicada, como estudo de caso, numa unidade curricular de um curso de graduação em Engenharia de Computação. Neste contexto, utilizando-se do questionário SEEQ aplicado aos alunos (*Students' Evaluation of Educational Quality*) e da análise dos resultados obtidos com turmas de alunos anteriores, pôde-se analisar a eficácia e a qualidade educacional da estratégia empregada.

Palavras-chave: avaliação por pares, rubricas de pontuação, aprendizado baseado em problema.

Teaching Strategy Using Problem Based Learning, Peer Evaluation and Scoring Rubrics: Towards a Divide and Conquer Paradigm Based Learning

Abstract: This article presents a teaching and learning strategy whose proposal is inspired by the divide-and-conquer paradigm. The proposed strategy combines problem-based learning (PBL) teaching practices along with peer evaluation and scoring rubrics. In this strategy, certain tasks and didactic activities are performed in repetitive loops in order to solve a given problem situation. The proposed strategy was applied as a case study in a course of an undergraduate degree in Computer Engineering. In this context, the effectiveness and educational quality of the strategy was measured by using the SEEQ questionnaire (*Students' Evaluation of Educational Quality*) that was applied to the students and by analyzing previous student classes' outcomes.

Keywords: peer evaluation, scoring rubrics, problem based learning.

1. Introdução

Diferentes estratégias de ensino são propostas e implantadas visando atender contextos educacionais variados, podendo ser modificadas ou desenvolvidas objetivando acompanhar as significativas transformações sociais e tecnológicas que ocorrem na humanidade, buscando-se, com isso, motivar e envolver as recentes gerações de alunos no seu processo de aprendizagem.

Dentro deste contexto, neste artigo, propõe-se uma estratégia de ensino e aprendizagem inspirada no paradigma de divisão e conquista, sendo sustentada e apoiada pela combinação das práticas pedagógicas do aprendizado baseado em problemas (PBL), de avaliações por pares e de rubricas, as quais são detalhadas nos parágrafos a seguir.

Na prática de ensino que utiliza PBL, o problema deve comandar o processo de aprendizagem do aluno (SMITH et al., 2022). Tendo definida uma situação a ser pesquisada ou um problema a ser solucionado (situação-problema), o aluno busca construir seu próprio conhecimento por meio da investigação, da reflexão dos conceitos estudados e da tomada de decisões para a realização da situação-problema. Muitos estudos publicados na literatura científica têm demonstrado a efetividade na aplicação de PBL no ensino superior em contextos bem diversificados. Para se verificar a variedade de situações-problemas que podem ser adotadas nessa prática de ensino, como exemplos, podem-se citar a influência de PBL para a educação médica (TRULLÀS et al., 2022), na área de engenharia (JIANG et al., 2023), em tópicos relacionados a informática industrial (CALVO et al., 2018), mineração de dados (MEDEIROS; MARTINS; RABELO, 2020), sistemas sustentáveis de energia (VERBIC; KEERTHISINGHE; CHAPMAN, 2017), em um curso de Ciências Biológicas (MACHADO, 2022), entre muitos outros.

Por sua vez, a avaliação por pares objetiva unir a avaliação dos alunos aos seus processos de ensino e aprendizagem (TENÓRIO et al., 2016). Com a realização de avaliação por pares, o aluno pode acompanhar, avaliar e até mesmo regular a sua própria aprendizagem. Nessa prática de ensino, o aluno é convidado a atuar na revisão de trabalhos de outros alunos da mesma turma. Como avaliado, o trabalho do aluno é revisado pelos pares, e como avaliador, o aluno revisará trabalhos de seus colegas. A avaliação por pares tenta atingir uma aprendizagem mais significativa (TRAHASCH, 2004), tendo em vista que o aluno refletirá sobre os objetivos alcançados e a se autoavaliar, buscando readequações no seu trabalho para atingir os objetos a serem cumpridos. Portanto, a avaliação passa a ser uma sequência de ações e de intenções, sendo centrada no aluno. Exemplos de aplicação que demonstram o sucesso dessa prática de ensino podem ser encontrados na revisão da literatura referente ao uso de avaliação por pares no ensino superior (HELDEN et al., 2023), na educação médica (LERCHENFELDT; MI; ENG, 2019), na computação (INDRIASARI; LUXTON-REILLY; DENNY, 2020) e no aprendizado da língua inglesa (YIN; CHEN; CHANG, 2022).

Quanto às rubricas, sua prática no ensino visa facilitar a comunicação entre professor e aluno quando da definição das expectativas na realização de uma tarefa por meio de um documento que liste os critérios/quesitos que serão analisados e que descreva a qualidade desejável em cada um dos critérios/quesitos descritos (REDDY; ANDRADE, 2010). Quando incluída no processo de avaliação, as tarefas realizadas pelos alunos são avaliadas pelo professor utilizando-se as rubricas para computar a nota ou conceito obtido nessas tarefas. Quando utilizada nos processos de ensino e aprendizagem, as rubricas fornecem previamente parâmetros que os alunos podem se basear visando guiá-los no processo de aprendizado. Para exemplificar o sucesso dessa prática no ensino, pode-se citar a elaboração de rubricas visando promover a empatia de estudantes na área de biomédica (LUNN; BELL-HUFF; LE DOUX, 2022), para promover o trabalho em equipe em cursos de engenharia (PANG et al., 2022), bem como pode-se citar sua efetividade com estudantes da área de farmácia (GAN et al., 2023) e para o aprendizado de algoritmos na área de computação (BETTIN et al., 2021).

Na sequência, na Seção 2, apresenta-se a definição da estratégia de ensino e aprendizagem proposta. Na Seção 3, apresentam-se os resultados obtidos com a aplicação dessa estratégia em uma unidade curricular de Laboratório de Sistemas Operacionais de um curso de Engenharia de Computação. Por fim, na Seção 4, encontram-se as considerações finais sobre a estratégia de ensino e aprendizagem aplicada.

2. Estratégia de Ensino e Aprendizagem Proposta

A estratégia de ensino e aprendizagem proposta é sustentada e apoiada pela combinação das práticas pedagógicas apresentadas na seção anterior, sendo elas: o aprendizado baseado em problemas (PBL), as avaliações por pares e as rubricas.

Em relação ao PBL, com a estratégia proposta parte-se do pressuposto que uma determinada situação-problema deverá comandar o processo de aprendizagem do aluno, cabendo ao instrutor, responsável institucional ou professor da unidade curricular definir inicialmente cada situação-problema em que um determinado aluno ou um grupo de alunos irá trabalhar durante a aplicação dessa estratégia de ensino e aprendizagem.

Em etapas pré-determinadas que serão percorridas pelos alunos durante a aplicação dessa estratégia, relatórios técnicos serão confeccionados com o intuito de se realizar o registro sobre o andamento da resolução da situação-problema estabelecida.

Quanto aos relatórios técnicos, a estratégia de ensino e aprendizagem proposta fará uso de avaliações por pares visando (1) que os alunos possam observar como seus pares estão resolvendo suas situações-problemas; (2) que os alunos possam contribuir com os outros trabalhos que estão sendo desenvolvidos; (3) que os alunos possam ter subsídios para realizar uma autoavaliação e autoreflexão de seus próprios trabalhos ao observarem os trabalhos de seus pares; e (4) que os alunos possam alterar seu próprio trabalho, realizando ajustes ou incrementos que acharem pertinentes com as ideias provenientes dos outros trabalhos que estão sendo por eles avaliados.

A estratégia proposta reside na realização consecutiva de algumas etapas de desenvolvimento de tarefas que buscam ir em direção a resolução da situação-problema estabelecida, em que laços iterativos possuindo um conjunto dessas etapas são executados diversas vezes. Na Figura 1 pode ser observado o fluxograma da estratégia de ensino e aprendizagem proposta.

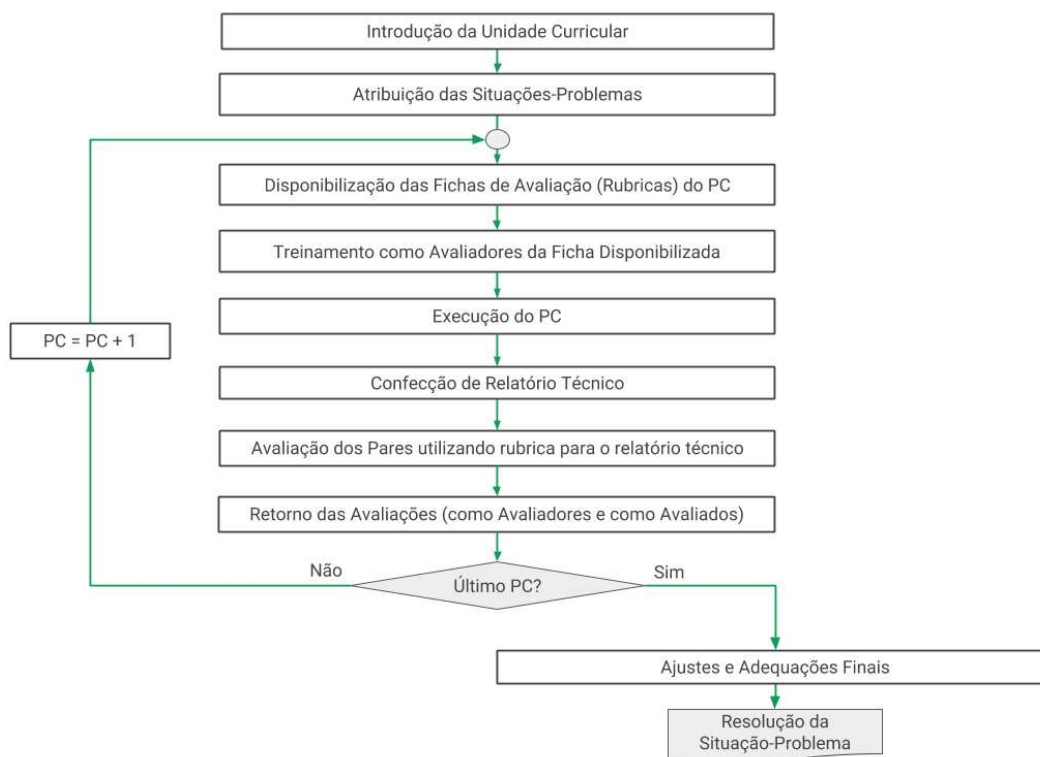


Figura 1 - Fluxograma da estratégia de ensino e aprendizagem proposta

De acordo com a Figura 1, nove etapas de realização de tarefas são alocadas durante a aplicação dessa estratégia, com sua iteratividade centrada em Pontos de Checagem (PCs). Como definição, os PCs devem ser interpretados como sendo metas ou objetivos intermediários que são percorridos passo-a-passo pelos alunos e que, no final da unidade curricular, a resolução da situação-problema definida possa ser obtida. A cada realização de forma satisfatória de um PC, o aluno deverá obter as habilidades técnicas necessárias e ir gradualmente se aproximando da resolução da situação-problema estabelecida, sendo que a composição das habilidades técnicas adquiridas e das tarefas específicas realizadas em todos os PCs direcionará os alunos na qualificação e efetivação dos objetivos curriculares de aprendizagem que foram previamente estabelecidos.

A ideia central dos pontos de checagem e da respectiva iteratividade da estratégia de ensino e aprendizagem proposta é de trazer e adaptar para a área de educação o paradigma de divisão e conquista, muito difundido e utilizado com diferentes propósitos em áreas como sociologia (XYPOLIA, 2016), defesa militar (ATSA'AM; WARIO, 2021) e computação (BUCHINGER; ROSSO, 2022). Especificamente em algoritmos de computação, um problema maior é dividido recursivamente em problemas menores até que o problema maior possa ser resolvido de forma mais direta ou facilitada por meio da combinação dos resultados de todos os problemas menores computados. Para tanto, esse paradigma é constituído de três passos computacionais diferentes (CORMEN et al., 2022):

- **Divisão:** o problema maior deve ser dividido em subproblemas, que sejam partes menores do problema maior;
- **Conquista:** os subproblemas, ao serem pequenos o suficiente, são resolvidos; e
- **Combinação:** os resultados dos subproblemas devem ser combinados ou associados para compor e facilitar a obtenção da solução do problema maior.

Como exemplo, na Figura 2, apresenta-se um fluxograma, adaptado de (LEVITIN, 2011), sobre a aplicação desse paradigma em um problema computacional que, após o passo de divisão, foi dividido em dois subproblemas menores. Durante o passo de conquista, os subproblemas menores são resolvidos computacionalmente que, por sua vez, são combinados no passo de combinação com o intuito de se computar a solução do problema maior. Vale a pena mencionar que apesar do exemplo citado dividir o problema maior em dois subproblemas, um número maior de subproblemas pode ser estabelecido, dependendo do tamanho do problema maior e do esforço computacional necessário para computar os subproblemas menores.

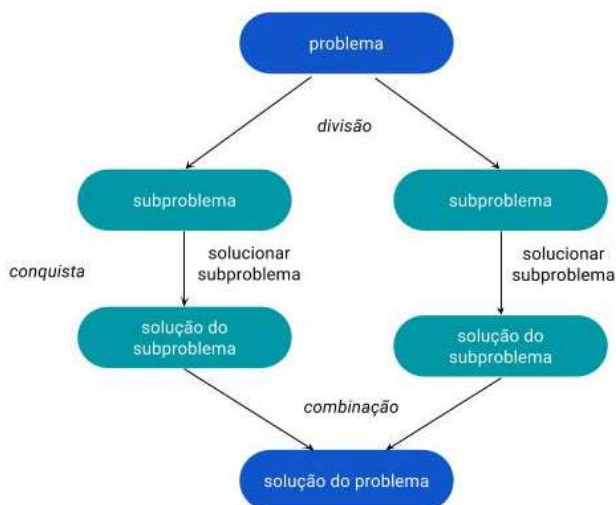


Figura 2 - Fluxograma do paradigma de divisão e conquista empregado em algoritmos de computação, adaptado de (LEVITIN, 2011)

Em analogia, os PCs da estratégia de ensino e aprendizagem proposta representam os subproblemas do paradigma de divisão e conquista (*passo de divisão*); o laço iterativo apresentado na Figura 1 representa o processo recursivo de solução dos subproblemas (*passo de conquista*); enquanto as etapas finais da estratégia, após a realização dos laços iterativos, representam o processo final para a resolução da situação-problema estabelecida (*passo de combinação*).

Para exemplificar a definição dos PCs na estratégia de ensino e aprendizagem proposta, a seguir apresentam-se algumas possibilidades para os PCs dependendo do tipo de situação-problema estabelecida.

Se a situação-problema estabelecida para a unidade curricular está relacionada com o desenvolvimento de um determinado projeto de engenharia, pode-se, por exemplo, definir três ou mais PCs da seguinte forma: o primeiro PC referindo-se a pesquisa bibliográfica e estudo sobre conteúdos teóricos e práticos necessários a realização do projeto; o segundo ou mais PCs podem se referir à especificação e ao desenvolvimento de subpartes operativas do projeto e; o último PC referindo-se à adaptação, integração e implementação de todas as partes operativas desenvolvidas.

Se a situação-problema for mais ampla, não sendo estabelecido um projeto específico para ser desenvolvido, mas permitindo aos próprios alunos a definição e desenvolvimento de um produto, por exemplo, os PCs podem estar correlacionados a um determinado modelo de processo de desenvolvimento de novos produtos. Na literatura científica, encontram-se disponíveis modelos de processo para o desenvolvimento de novos produtos (DNP) com finalidades de padronização, formalização, melhorias, entre outros propósitos como sustentabilidade, sendo utilizados em empresas e indústrias (CRUZ et al., 2022). Como exemplo, pode-se citar o modelo clássico BAH (BOOZ; ALLEN; HAMILTON, 1982) que define sete passos para o DNP: (i) estratégia de produto novo (*new product strategy*), (ii) geração de ideias (*idea generation*), (iii) filtragem de ideias (*screening and evaluation*), (iv) análise de negócio (*business analysis*), (v) desenvolvimento (*development*), (vi) testes (*testing*) e (vii) comercialização (*commercialization*). Outro modelo clássico muito utilizado é o Stage-Gate (COOPER, 2001) que estabelece cinco estágios (*stages*) acompanhados por pontos de decisões (*gates*) para o DNP, sendo os estágios definidos da seguinte forma: (i) definição do âmbito (*scoping*), (ii) construção do caso de negócio (*build business case*), (iii) desenvolvimento (*development*), (iv) teste e validação (*testing and validation*) e (v) lançamento do produto (*launch*). Sendo assim, o instrutor da unidade curricular pode se basear em um desses dois modelos citados anteriormente ou optar por algum outro modelo dentre outros disponíveis na literatura para definir e compor os PCs da estratégia de ensino e aprendizagem. Os PCs podem ser moldados e adaptados de acordo com o modelo de processo DNP escolhido levando-se em consideração às necessidades e especificidades da unidade curricular.

Por fim, vale a pena destacar a necessidade de uso de uma ferramenta tecnológica ou ambiente virtual de aprendizagem (AVA) com o intuito de apoiar ou sustentar a aplicação da estratégia de ensino e aprendizagem proposta. O ambiente virtual de aprendizagem adotado deve possuir funcionalidades que permitam implementar diversas etapas da estratégia de ensino e aprendizagem, tais como: configuração de contas, agendamento e gerenciamento de conteúdos, programação de tarefas, trocas de mensagens e ferramentas que auxiliem no processo de avaliação por pares e no preenchimento das fichas de avaliação pelos alunos.

3. Resultados Obtidos e Discussão

3.1 Cenário de Aplicação da Estratégia de Ensino e Aprendizagem Proposta

No curso de Engenharia de Computação da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp) encontra-se a unidade curricular obrigatória de Laboratório de Sistemas Operacionais, a qual ocorre presencialmente em 4 horas semanais durante vinte semanas para turmas de 25 alunos, onde cada aluno deve desenvolver um sistema operacional para uma plataforma de hardware, composta por processador, memória e sistema de entrada/saída, num kit eletrônico educacional. Para o cumprimento desses objetivos, a estratégia de ensino e aprendizagem proposta na seção anterior foi subdividida em três PCs, sendo eles: no ponto de checagem PC1, o aluno é convidado a realizar um estudo sobre o gerenciamento de processos, de memória, de sistemas de arquivos e de dispositivos de E/S e, tendo em vista esse estudo, definir o sistema operacional a ser projetado, detalhando algoritmos e métodos a serem utilizados; no ponto de checagem PC2, o aluno precisa trabalhar no desenvolvimento de uma plataforma de hardware que irá executar o sistema operacional; no último ponto de checagem PC3, o aluno implementará os algoritmos e os métodos listados, integrando-os à plataforma de hardware.

Para cada PC, o aluno deverá elaborar um relatório técnico e participar de um processo de avaliação por pares. Na avaliação por pares, são distribuídos seis relatórios por aluno.

A estratégia proposta foi aplicada utilizando o Moodle como suporte, tendo sido realizado nele o agendamento das atividades de entrega, a implantação das rubricas e da avaliação por pares por meio da ferramenta denominada Laboratório de Avaliação (*Workshop*), descrita em (MOODLE, 2019). Com essa ferramenta, é possível otimizar a aplicação da estratégia de ensino e aprendizagem, já que a ferramenta possibilita a automatização de várias etapas do processo de avaliação por pares, facilitando desde a coleta e organização dos relatórios técnicos, a distribuição e preenchimento das fichas de avaliação até a publicação das notas aferidas pelos professores ou instrutores e disponibilização dos retornos formativos aos alunos.

3.2 Qualidade Educacional do Ensino Empregado

Um questionário de avaliação sobre a qualidade educacional ou efetividade do ensino foi aplicado e respondido pelos alunos ao final da unidade curricular. O questionário pôde ser preenchido eletronicamente de forma anônima, tendo ficado disponível no Moodle por uma semana ao término da unidade curricular. O questionário foi preenchido por 22 alunos de um total de 25, representando uma significativa quantidade de respostas (88% do total de alunos).

O questionário foi elaborado levando em consideração o instrumento multidimensional para avaliar o ensino pelos alunos conhecido mundialmente como *Students' Evaluation of Educational Quality* (SEEQ) (MARSH, 1982; SUÁREZ-LÓPEZ; BLANCO-MARIGORTA; GUTIÉRREZ-TRASHORRAS, 2023).

Durante o preenchimento do questionário aplicado, o aluno deve indicar o seu grau de concordância em uma escala *likert* que vai de 1 até 5 pontos sobre 32 afirmações que são agrupadas em nove dimensões visando medir a efetividade do ensino empregado, quais sejam: Aprendizado, Entusiasmo, Organização, Interação com o Grupo, Empatia, Amplitude na Abordagem, Processo de Avaliação, Atividades/Atribuições, e Carga de Trabalho/Dificuldade.

A Figura 3 apresenta as médias aritméticas obtidas com a aplicação desse questionário aos alunos da unidade curricular. De acordo com as médias calculadas, pode-se perceber o

bom desempenho obtido, principalmente nas dimensões referentes ao Processo de Avaliação, Organização, Interação com o Grupo e Atividades/Atribuições.

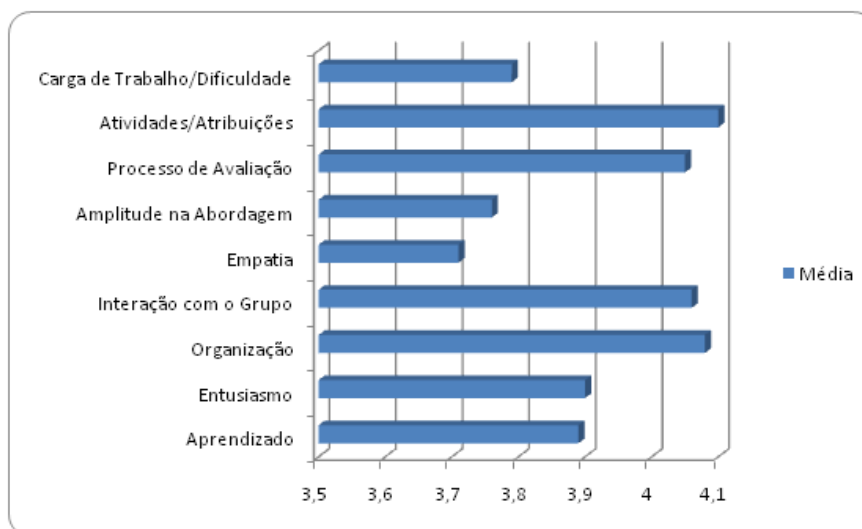


Figura 3 - Médias aritméticas obtidas com o preenchimento do questionário SEEQ

Em relação à dimensão Processo de Avaliação, vale destacar o importante papel da avaliação por pares e também o uso de rubricas na obtenção do desempenho obtido. As seis de ficha de avaliação preenchidas para cada relatório técnico com os seus respectivos comentários nos PCs permitiram aos alunos obterem retornos formativos valiosos contendo diferentes pontos de vistas, o que acabou resultando numa satisfação elevada (média individual de 4,10 pontos na escala *likert*). É importante também comentar a contribuição do uso das rubricas no desempenho obtido na dimensão Processo de Avaliação. As rubricas elaboradas durante as etapas de avaliação por pares com os estratos delineados e a própria definição e especificação prévia das atividades que seriam executadas em cada um dos três pontos de checagem permitiram estabelecer uma ponte direta entre instrutor-aluno quanto aos parâmetros para o desenvolvimento, revisão e julgamento dos trabalhos avaliativos realizados, o que acabou resultando numa satisfação elevada.

Por sua vez, quanto às dimensões Atividades/Atribuições e Organização, a estruturação da estratégia de ensino e aprendizagem como proposta no fluxograma da Figura 1 com os Pontos de Checagem permite definir claramente aos alunos os objetivos e metas a serem atingidos cronologicamente, delineando e especificando as atividades a serem realizadas e suas inter-relações ao longo da aplicação da estratégia de ensino, o que acabou resultando numa satisfação nessas duas dimensões, tendo sido obtido acima de 70% das respostas dos alunos nas escalas 4 ou 5 para todas as afirmações do questionário SEEQ nessas duas dimensões.

Destaque importante também ocorreu na dimensão Interação com o grupo: ao se trabalhar com uma situação-problema como elemento chave para comandar os processos de ensino e aprendizagem permitindo liberdade aos alunos no desenvolvimento e implementação de seus projetos e ao combiná-los com as avaliações por pares que possibilitaram aos alunos o compartilhamento de ideias, de seus pontos de vistas e de seus conhecimentos, essa dimensão acabou sendo bem avaliada pelos alunos. A aplicação da estratégia de ensino e aprendizagem fomentou atitudes que foram além da reprodução de experimentos, incentivando os alunos à colaboração e ao pensamento inovador e criativo.

Uma análise interessante refere-se às respostas preenchidas pelos alunos na dimensão de Carga de Trabalho/Dificuldade. De acordo com as respostas obtidas, foi obtida uma média de aproximadamente 4,20 pontos na escala *likert* para a percepção dos alunos de uma carga de

trabalho pesada em relação às outras unidades curriculares. Por outro lado, também foi obtida uma média de 3,10 pontos na escala *likert* para dificuldade moderada em relação às outras unidades curriculares realizadas.

Sendo assim, embora os projetos desenvolvidos na unidade curricular sejam complexos (como apontado pelos próprios alunos), a realização da unidade curricular foi considerada pelos alunos como sendo de dificuldade média em relação às outras unidades curriculares cursadas. Esse fato é interessante, pois corrobora a proposta da estratégia de ensino e aprendizagem descrita na seção 2, que se baseia no paradigma de divisão e conquista justamente com o intuito de tornar mais direta ou facilitada a resolução da situação-problema por meio da combinação dos resultados de todos os problemas menores representados pelas metas e objetivos intermediários (PCs) realizados iterativamente.

3.3 Comparação com Outras Turmas de Alunos

A estratégia de ensino e aprendizagem apresentada anteriormente foi aplicada, presencialmente, para uma turma de 25 alunos do curso de Engenharia de Computação na unidade curricular de Laboratório de Sistemas Operacionais (turma atual). Essa mesma unidade curricular também foi oferecida na universidade, presencialmente, para 25 alunos do curso de Engenharia de Computação em outras duas turmas (turmas anteriores), com a estratégia de ensino e aprendizagem adotada nessas turmas anteriores tendo sido diferente da estratégia aplicada atualmente. O conteúdo programático e os objetivos da unidade curricular, além da necessidade de desenvolvimento de um sistema operacional, se mantiveram iguais para as três turmas de alunos. No entanto, para as turmas anteriores, o processo de ensino ocorreu de maneira mais tradicional, onde o professor responsável pela unidade curricular avaliou os artefatos intermediários que estavam sendo produzidos pelos alunos no desenvolvimento de seus projetos e os relatórios decorrentes durante o transcorrer do semestre. Nessas turmas não houve a definição dos PCs, o uso das fichas de avaliação contendo as rubricas e a realização das avaliações em pares, como descrito nas seções anteriores para a turma atual.

Diante deste cenário, pôde-se notar algumas modificações de comportamento e de competências desenvolvidas pelos alunos quando da aplicação da estratégia de ensino e aprendizagem descrita aqui nesse artigo, sendo elas:

- Melhora na habilidade de escrita: Em uma análise qualitativa visando à comparação dos relatórios técnicos produzidos pelos alunos das três turmas, observou-se que as turmas anteriores produziram, no último relatório entregue na unidade curricular, uma melhora em relação às especificações e de desenvolvimento do sistema operacional. No entanto, para a turma atual, percebeu-se, além da melhora nas especificações técnicas e de desenvolvimento do projeto, uma melhora significativa no detalhamento e na explicação do sistema operacional desenvolvido, o que imprimiu uma melhor fluidez na leitura dos relatórios técnicos produzidos. As avaliações por pares podem ter contribuído com essa constatação, já que permitiu aos alunos o contato a diferentes estilos de escrita e de recursos linguísticos, os quais foram encontrados em relatórios técnicos avaliados por eles. Possivelmente, isso deve ter enriquecido seus repertórios de redação e de descrição, levando-os a produzir relatórios técnicos mais bem fundamentados e com uma linguagem mais rica e expressiva. Os alunos, ao longo do semestre, foram modificando, adaptando e incluindo, em seus próprios relatórios técnicos, novas tabelas, gráficos, representações esquemáticas e detalhamentos de tópicos por meio da observação e aprendizado ocorrido ao analisarem outros relatórios técnicos quando do processo de avaliação por pares.

- Maior ocorrência de uso do módulo LCD disponível no kit educacional: Como mencionado na subseção 3.1, os alunos desenvolvem o sistema operacional por meio de um kit eletrônico educacional. Nesse kit existem diversas interfaces de entrada e saída que podem ser utilizadas para a implementação do sistema operacional, como por exemplo: módulos LCD, LEDs, displays de 7-segmentos, chaves, botões, entre outras interfaces. Logo no início do semestre, os alunos são avisados que o mínimo obrigatório a ser implementado no sistema são as chaves para a entrada de dados e os LEDs para a saída dos resultados obtidos pelo processamento do sistema operacional. Além disso, também é avisado aos alunos para que busquem utilizar e implementar em seus sistemas operacionais outras interfaces de entrada e saída além do mínimo obrigatório, principalmente o módulo LCD. A implementação do módulo LCD exige um conhecimento maior dos alunos, já que são necessários o entendimento e o projeto de protocolos de comunicação específicos. No entanto, embora a sua implementação seja mais complexa do que o mínimo obrigatório, o uso de módulos LCDs pelos alunos fará com que seus sistemas operacionais sendo projetados se aproximem mais de um *prompt* real, como os disponibilizados por sistemas operacionais como o Windows, Mac ou Linux (com o módulo LCD é possível disponibilizar menus e textos que facilitam a comunicação do usuário com o sistema). Dentro deste contexto, numa análise quantitativa, observou-se que nas duas turmas anteriores, apenas 3 e 2 alunos implementaram o módulo LCD em seus sistemas operacionais projetados, enquanto na turma atual essa interface foi implementada por 17 alunos, representando um aumento bastante significativo. Devido a esse aumento expressivo em relação às turmas anteriores, no final da unidade curricular da turma atual, os alunos que implementaram em seus projetos o módulo LCD foram individualmente convidados para uma entrevista. Nessa entrevista, vários alunos mencionaram que se sentiram motivados ao terem visto (quando da avaliação de relatórios técnicos durante o processo de avaliação por pares) que outros alunos estavam utilizando módulos LCDs em seus projetos. Esses alunos também comentaram que se sentiram mais confiantes em implementar o módulo LCD em seus projetos ao perceberem durante o processo de avaliação por pares que outros alunos estavam conseguindo implementá-lo sem tantas dificuldades e em tempo hábil.
- Melhor otimização de tempo dos alunos: Os projetos dos sistemas operacionais desenvolvidos pelos alunos devem ser apresentados ao professor responsável no final do semestre quando do encerramento do período letivo estabelecido no calendário disponibilizado pela universidade. No entanto, caso o projeto não seja apresentado até a data estipulada no período regular, o aluno poderá apresentá-lo após esse prazo, fazendo uso do período de exames (durante o período de exames, o aluno terá aproximadamente mais três semanas além do tempo regular para apresentar ao professor o sistema operacional que projetou). Nesse contexto, uma constatação interessante refere-se ao fato de que nas duas turmas anteriores, em torno de 46% e 51% dos alunos acabaram fazendo uso do período de exames para a entrega e apresentação dos sistemas operacionais projetados, enquanto na turma atual apenas 23% do total de alunos precisaram utilizar esse tempo extra. Essa redução pode ser um indicativo da aplicação da estratégia de ensino e aprendizagem apresentada na seção 2, tendo em vista que os PCs delineados e as fichas de avaliação contendo as rubricas elaboradas e disponibilizadas desde o início do semestre podem ter contribuído para direcionar, no intervalo adequado, os alunos em seus estudos e no desenvolvimento de seus sistemas operacionais, auxiliando-os no gerenciamento e otimização do tempo disponibilizado durante o período regular da unidade curricular.

4. Considerações Finais

Neste artigo apresentou-se a aplicação de uma estratégia de ensino e aprendizagem buscando adaptar, para a área educacional, o paradigma de divisão e conquista. De acordo com os resultados apresentados na seção 3, a estratégia de ensino e aprendizagem proposta, ao ser aplicada numa unidade curricular de um curso de Engenharia de Computação, tem demonstrado a sua efetividade e qualidade educacional.

Quanto ao ambiente virtual de aprendizagem (AVA) utilizado, vale ressaltar que o Moodle facilitou bastante a aplicação da estratégia de ensino e aprendizagem proposta junto aos alunos, embora algumas funcionalidades precisem ser modificadas ou projetadas visando uma melhor integração do AVA com a estratégia de ensino e aprendizagem aplicada.

A ferramenta Laboratório de Avaliação do Moodle trabalha com a revisão cega (não permitindo ao aluno identificar seus avaliadores). No entanto, seria mais interessante para a estratégia de ensino e aprendizagem proposta que o AVA tenha não somente a revisão cega, mas que implemente a revisão duplo-cega (onde nem o aluno nem os seus avaliadores tenham acesso à autoria dos documentos produzidos correspondendo às fichas de avaliação e ao relatório técnico confeccionado).

A ferramenta também permite a realização de alocação automática de avaliadores. No entanto, essa alocação é implementada apenas de maneira aleatória. Como na aplicação da estratégia de ensino e aprendizagem proposta buscou-se evitar a repetição de alunos-avaliadores entre os PCs para um mesmo relatório técnico, seria mais adequado se a ferramenta também permitisse realizar a alocação levando em consideração a não repetição de alunos-avaliadores entre os PCs.

A estrutura da ficha de avaliação (composta por dimensões, onde cada dimensão possui várias perguntas e também uma seção de comentários) precisou ser modificada para ser readequada ao formato disponibilizado na ferramenta do Moodle. Para o formato disponibilizado, a ficha de avaliação foi mapeada no Moodle colocando todas as perguntas, sem a divisão de dimensões, e no final do documento apenas uma única seção de comentários pôde ser definida. Os alunos foram informados durante a aplicação da estratégia de ensino e aprendizagem sobre a dimensão que cada pergunta representava e também foram informados para incluírem, na única seção de comentários, informações referentes a cada uma das dimensões. O ideal, portanto, seria a ferramenta no Moodle contar com outras possibilidades de estruturação das rubricas a serem utilizadas pelos alunos no processo de avaliação por pares, como, por exemplo, a possibilidade de divisão por dimensões descrita anteriormente.

Por fim, vale ressaltar a capacidade de escalabilidade da estratégia de ensino e aprendizagem proposta neste artigo: com o processo de avaliação dos relatórios técnicos sendo compartilhado e distribuído com toda a turma, é possível aplicá-la em unidades curriculares que possuam uma quantidade razoável de alunos. No entanto, se houver a intenção de que cada aluno tenha contato com todos os trabalhos que estão sendo desenvolvidos pelos demais alunos da turma, quanto maior o tamanho dessa turma, maior será a quantidade de relatórios técnicos que deverão ser atribuídos para cada avaliador. Dependendo do tamanho da turma, mesmo com o aumento na quantidade de relatórios técnicos por avaliador, pode-se tornar inviável garantir que cada aluno tenha contato com todos os trabalhos que estão sendo realizados pela turma.

No caso oposto, se a turma for muito pequena, pode não ser muito adequado cada relatório técnico ser avaliado por apenas um ou dois alunos, pois poderá ser gerada uma quantidade insuficiente de retornos formativos derivados das poucas fichas de avaliação preenchidas, levando a falhas na triangularização das informações disponibilizadas.

Referências

- ATSA'AM, D. D.; WARIO, R. Adopting the Divide-and-Conquer Strategy for Use of Terrorists in Counterterrorism Through the Stag Hunt Game-Theoretic Environment. *Journal of Applied Security Research*, v. 18, n. 1, 2023.
- BETTIN, B.; JARVIE-EGGART, M.; STEELMAN, K. S.; WALLACE, C. Developing a Comic-Creation Assignment and Rubric for Teaching and Assessing Algorithmic Concepts. In: *IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 2021, USA. Anais. Lincoln: IEEE, 2021.
- BOOZ; ALLEN; HAMILTON. *New Products Management for the 1980s*. New York : Booz, Allen & Hamilton, 1982.
- BUCHINGER, D.; ROSSO, R. S. U. A divide-and-conquer algorithm for curve fitting. *Computer-Aided Design*, v. 151, 2022.
- CALVO, I.; CABANES, I.; QUESADA, J.; BARAMBONES, O. A Multidisciplinary PBL Approach for Teaching Industrial Informatics and Robotics in Engineering. *IEEE Transactions on Education*, 2018.
- COOPER, R. G. *Winning at New Products: Accelerating the Process from Idea to Launch*, 3rd Ed. Basic Books, 2001.
- CORMEN, T. H.; LEISERSON, C. E.; RIVEST, R. L.; STEIN, C. *Introduction to Algorithms*, Fourth Edition. The MIT Press., 2022.
- CRUZ, V. L.; PASTANA, S. T. G.; NODARI, C. H.; FELIX, L. A. Esquema conceitual no desenvolvimento de novos produtos sustentáveis. *Revista de Gestão e Secretariado*, v. 13, n. 1, 2022.
- GAN, S.; BHATTAMISRA, S. K.; ZULKEFELI, M.; HO, K. L. Pharmacy students' and supervisors' perceptions of the effectiveness of assessment rubrics for undergraduate research performance review. *Pharmacy Education*, v. 23, n. 1, 2023.
- INDRIASARI, T. D.; LUXTON-REILLY, A.; DENNY, P. A review of peer code review in higher education. *ACM Transactions on Computing Education*, v. 20, n. 3, 2020.
- JIANG, D.; DAHL, B.; CHEN, J.; DU, X. Engineering Students' Perception of Learner Agency Development in an Intercultural PBL (Problem- and Project-Based) Team Setting. *IEEE Transactions on Education*, v. 66, n. 6, 2023.
- LERCHENFELDT, S.; MI, M.; ENG, M. The utilization of peer feedback during collaborative learning in undergraduate medical education: A systematic review. *BMC Medical Education*, vol. 19, n. 1, 2019.
- LEVITIN, A. *Introduction to the Design and Analysis of Algorithms* (3rd ed.). Pearson, 2011.
- LUNN, S. J.; BELL-HUFF, C. L.; LE DOUX, J. M. Establishing a Rubric to Assess Students' Empathy Development Using Artifacts from Biomedical Engineering Courses. In: *IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 2022, Suécia. Anais. Uppsala: IEEE, 2022.

MACHADO, F. M. Prática pedagógica baseada em metodologia ativa: Inovação no ensino em Biologia. In: GONÇALVES, M. C. S.; PIMENTA, D. C. F. G. (Org.). Educação Contemporânea - Volume 40. Belo Horizonte: Editora Poisson, 2022. p. 47-55.

MARSH, H. W. SEEQ: A reliable, valid, and useful instrument for collection students' evaluations of university teaching. *Br. J. Educ. Psychol*, 1982.

MEDEIROS, S. R. S.; MARTINS, C. A.; RABELO, H. Aprendizagem baseada em projetos na disciplina Mineração de Dados: relato de experiência com monitoria. *Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE)*, v. 18, n.1, 2020.

MOODLE. Workshop activity, 2019. Disponível em: <https://docs.moodle.org/36/en/Workshop_activity>. Acesso em: 04 dez. 2023.

PANG, T. Y.; KOOTSOOKOS, A.; FOX, K.; PIROGOVA, E. Does an Assessment Rubric Provide a Better Learning Experience for Undergraduates in Developing Transferable Skills? *Journal of University Teaching and Learning Practice*, v. 19, n. 3, 2022.

REDDY, Y. M.; ANDRADE, H. A review of rubric use in higher education. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 35(4), 435–448, 2010.

SMITH, K.; MAYNARD, N.; BERRY, A.; STEPHENSON, T.; SPITERI, T.; CORRIGAN, D.; MANSFIELD, J.; ELLERTON, P.; SMITH, T. Principles of Problem-Based Learning (PBL) in STEM Education: Using Expert Wisdom and Research to Frame Educational Practice. *Education Sciences*, v. 12, n. 10, 2022.

SUÁREZ-LÓPEZ, M. J.; BLANCO-MARIGORTA, A. M.; GUTIÉRREZ-TRASHORRAS, A. J. Gamification in thermal engineering: Does it encourage motivation and learning? *Education for Chemical Engineers*, v. 45, 2023.

TENÓRIO, T.; BITTENCOURT, I. I.; ISOTANI, S.; SILVA, A. P. Does peer assessment in on-line learning environments work? A systematic review of the literature. *Computers in Human Behavior*. Pergamon, 2016.

TRAHASCH, S. From peer assessment towards collaborative learning. In 34th Annual Frontiers in Education. FIE 2004. (pp. 774–778). Savannah, GA, USA: IEEE, 2004.

TRULLÀS, J. C.; BLAY, C.; SARRI, E.; PUJOL, R. Effectiveness of problem-based learning methodology in undergraduate medical education: a scoping review. *BMC Medical Education*, v. 22, 2022.

VERBIC, G.; KEERTHISINGHE, C.; CHAPMAN, A. C. A project-based cooperative approach to teaching sustainable energy systems. *IEEE Transactions on Education*, 2017.

XYPOLIA, I. Divide et Impera: Vertical and Horizontal Dimensions of British Imperialism. *Critique (United Kingdom)*, 2016.

YIN, S.; CHEN, F.; CHANG, H. Assessment as Learning: How Does Peer Assessment Function in Students' Learning? *Frontiers in Psychology*, v. 13, 2022.