

Aprendizagem Adaptativa em Aulas Invertidas de Sistemas Distribuídos: um estudo de caso apoiado no G Suite

Pedro Teixeira de Araujo¹, Windson Viana de Carvalho¹, Nécio de Lima Veras², José Aires de Castro Filho³

¹ Departamento de Computação - Universidade Federal do Ceará (UFC) 60455-760 – Fortaleza – CE – Brasil,

² Instituto Federal do Ceará (IFCE) 62320-000 – Tianguá – CE – Brasil

³ Instituto UFC Virtual – Universidade Federal do Ceará (UFC) 60455-760 – Fortaleza – CE – Brasil

{pedroaraujo, windson}@great.ufc.br

necio.veras@ifce.edu.br, aires@virtual.ufc.br

Abstract. *In Computer Science courses, teaching the subject of Distributed Systems presents many challenges mainly related to the students' prior knowledge. Some new learning approaches emerged and can assist to improve learning processes in this scenario, such as Flipped Classroom and Adaptive Learning. In this context, this work presents a proposal to integrate flipped classes with the aid of adaptive learning methods for helping the learning of Distributed Systems. We present a case study using G Suite applied with two classes of Computer Science students.*

Resumo. *Nos cursos da área da Computação, ensinar o tema de Sistemas Distribuídos apresenta muitos desafios relacionados, principalmente, ao conhecimento prévio dos alunos. Algumas novas abordagens de aprendizado surgiram e podem ajudar a melhorar os processos de ensino-aprendizado nesse cenário, como a Aprendizagem Adaptativa e Sala de Aula Invertida. Nesse contexto, o presente trabalho propõe uma abordagem que integra Aulas Invertidas com Aprendizagem Adaptativa para o auxílio do ensino da disciplina de Sistemas Distribuídos. É apresentando um estudo de caso aplicando a abordagem usando o G Suite em duas turmas de estudantes de Ciência da Computação.*

1. Introdução

O estudo e a aplicação de conceitos de Sistemas Distribuídos se tornam cada vez mais presentes em cursos da área da Computação, seja de forma direta, em uma disciplina específica, ou de forma indireta, em disciplinas que fazem uso de conceitos de Sistemas Distribuídos [Hundt et al. 2017], como, por exemplo, Internet das Coisas, Computação em Nuvem, Computação Ubíqua, *Deep Learning* ou *Big Data*. O ensino de Sistemas Distribuídos é desafiador tendo em vista que muitos conceitos não são elementares [Hundt et al. 2017]. Novas abordagens de desenvolvimento de *software* são apresentados aos alunos, que precisam possuir certos conhecimentos prévios oriundos de disciplinas, como Sistemas Operacionais, Lógica de Programação, Redes de Computadores, Programação Concorrente, etc.

A Aprendizagem Ativa é um tipo de abordagem em que o aluno interage com o assunto em estudo, sendo estimulado a construir o conhecimento ao invés de recebê-lo de forma passiva do professor [Barbosa and de Moura 2013]. No contexto de Aprendizagem Ativa, a abordagem de Sala de Aula Invertida defende que os alunos tenham contato e façam a análise do conteúdo em casa para, após isso, na sala de aula, partilhem os conhecimentos adquiridos. Nessa abordagem, os alunos têm contato com os conteúdos em casa e realizam atividades de consolidação do conhecimento em sala de aula [Bergmann and Sams 2012]. Assim, a apresentação do conteúdo passa a ser feita de forma individual e as atividades práticas (e.g., simulações, programação de microprojetos, discussões) são realizadas de maneira colaborativa, durante o período da aula. Salas de Aula Invertida prezam por uma aprendizagem de forma ativa e colaborativa na sala, já que estudantes terão estudado o conteúdo em casa. Esse tipo de aula muda o papel do professor de ator principal para um mediador do aprendizado [King 1993].

Por outro lado, a estratégia de Sala de Aula Invertida pode ter seus efeitos reduzidos quando a qualidade do material produzido é baixa, pois influencia diretamente na participação efetiva dos alunos [Dantas 2015]. Além disso, as habilidades do professor são essenciais. Neste contexto, é interessante destacar que o modelo de sala de aula invertida pode ser integrado com outras abordagens, como proposto em [Piva Jr and Cortelazzo 2015] que explorou educação online, ambientes virtuais de aprendizagem e sala de aula invertida. Para a apresentação dos conteúdos mais personalizada, pode ser utilizada também a estratégia de Aprendizagem Adaptativa, na qual os alunos tem acesso a um material mais adequado a seu perfil e conhecimentos prévios, ao invés de o professor determinar apenas um modo de estudo e um conteúdo unificado para toda a turma [Dorça et al. 2011]. Essa abordagem leva em consideração as aptidões e conceitos progressos de cada indivíduo. De acordo com [Van Seters et al. 2012]: “Os sistemas de aprendizagem adaptativos consistem em múltiplos componentes, que juntos permitem que as instruções sejam adaptadas às necessidades de cada um dos alunos”. Na literatura, foram encontrados alguns trabalhos que integram Aulas invertidas e Aprendizagem Adaptativa, tais como [Chi et al. 2017] e [Kakosimos 2015]. Entretanto, não foram encontrados trabalhos que utilizassem a combinação dessas duas abordagens ao mesmo tempo para o ensino de Sistemas Distribuídos.

Assim, esse trabalho propõe uma abordagem de ensino de Sistemas Distribuídos por meio do uso de Aulas Invertidas apoiadas no pacote *Google Gsuite* em pontos-chaves do conteúdo da disciplina. Para tanto, foram feitas análises quantitativa e qualitativa sobre a percepção de alunos em relação às Aulas Invertidas. A abordagem de Aprendizagem Adaptativa foi inserida de maneira incremental no material instrucional fornecido aos discentes e os resultados coletados mostram que os estudantes sentiram-se motivados a ter mais Aulas Invertidas, além de aprovarem o uso de técnicas de Aprendizagem Adaptativa na condução desse tipo de aula.

2. Metodologia

Essa pesquisa objetivou coletar dados sobre a percepção dos alunos em relação ao uso de Salas de Aula Invertidas. Outro objetivo foi avaliação da utilização de Aprendizagem Adaptativa nos materiais instrucionais utilizados. Para isso, foram utilizados documentos e formulários desenvolvidos utilizando-se a plataforma *Google Suite*, além de entrevistas semi-estruturadas. Detalhes sobre as estratégias pedagógicas utilizadas e o modelo de

Aula Invertida adotado podem ser encontrados nas próximas subseções.

2.1. Estratégias pedagógicas utilizadas

As atividades utilizadas nas aulas invertidas foram apoiadas na aprendizagem baseada em problemas, ou *Problem Based Learning* (PBL) e no conceito de *Microlabs* abordado em [Kurtz et al. 2012]. Na aprendizagem baseada em problemas, as informações já conhecidas pelos alunos são reestruturadas em um contexto mais realista. Nesse tipo de estudo, discentes são expostos a aprendizagem colaborativa, elaborando novos conhecimentos ao longo de discussões em grupo ou ensino em pares [Kilroy 2004]. Nessa estratégia, o controle da aprendizagem sai do domínio do professor e passa para o domínio do aluno. Já a abordagem de *Microlabs* adotada por [Kurtz et al. 2012] preconiza que as atividades executadas em sala sejam de curta duração (5-15 minutos) e ocorram durante a aula. Os estudantes podem se reunir em grupos e são submetidos a avaliações feitas de forma eletrônica, com feedbacks construtivos. No ensino de disciplinas de Computação, os autores consideram que *Microlabs* podem ser lógicos (resolvidos sem o uso de programação) ou programáveis (alunos são submetidos a exercícios de programação). Na pesquisa apresentada neste artigo, especificamente durante as aulas invertidas de *Blockchain*, foram utilizados *Microlabs* lógicos e programáveis. O tipo lógico foi usado no decorrer de uma simulação de um *Blockchain*, enquanto o tipo programável foi utilizado em codificações de um protótipo para a resolução de um problema apresentado aos alunos.

2.2. O Modelo de Aula Invertida Adotado

O conteúdo apresentado aos alunos previamente às aulas presenciais foi organizado sob a forma de roteiro de estudo. A estruturação dos roteiros é baseada em modelo inicial proposto em [Maher et al. 2015], que integra o uso de videotecas, com surveys online para auto-avaliação, quizzes e leitura de textos de livros, artigos e material da Internet. Três roteiros foram desenvolvidos utilizando o *Google Docs* e disponibilizados para os estudantes via Sistema Acadêmico. Em cada aula invertida ministrada na disciplina, um tipo de roteiro diferente foi utilizado¹. A estratégia de Aprendizagem Adaptativa foi inserida a partir do segundo roteiro de estudos e aprimorada no terceiro.

O primeiro roteiro produzido objetivou conduzir os discentes nos estudos relacionados com fundamentos de Redes de Computadores. O roteiro inicia recomendando a leitura de um capítulo do livro adotado na disciplina. Em seguida sugere uma série de vídeos sobre os protocolos da internet e sobre a ferramenta *Wireshark*. Após a etapa de aquisição de conhecimento, os alunos respondem um quiz para averiguação da compreensão do conteúdo. Esse quiz de autoavaliação provê uma *feedback* ao aluno no que tange aos conteúdos essenciais no momento da aula presencial.

O roteiro seguinte, Aula Invertida de interoperabilidade, teve por objetivo apresentar formas de representação externa de dados, assim como as principais tecnologias utilizadas nesse contexto. Esse roteiro utilizou um quiz de autoavaliação em momento anterior ao início do estudo pelos alunos. O principal objetivo do quiz de autoavaliação foi guiar o estudo a ser realizado pelo aluno. Após obter o *feedback* das questões presentes no quiz, os alunos percebiam os assuntos que mereciam mais atenção e poderiam prosseguir para o estudo. Logo em seguida, realizavam exercícios em casa, antes da aula em

¹Os roteiros utilizados nas aulas invertidas podem ser encontrados no seguinte link: <https://goo.gl/XPMYSJ>

sala. Durante a aula presencial, os estudantes usaram o roteiro para resolver problemas relacionados com o conteúdo dentro do intervalo de tempo do encontro.

O terceiro roteiro utilizado teve como objetivo direcionar os estudos sobre o conceito de *Blockchain*. Nesse roteiro, os alunos foram submetidos a vários quizzes de autoavaliação, variando de acordo com o modo de como o material foi sendo explorado individualmente. Além da autoavaliação durante o processo de aquisição de conhecimento, os estudantes foram submetidos a um teste de conhecimentos ao final do roteiro. Na sala de aula, atividades de simulação e codificação foram conduzidas utilizando-se PBL. Como esse conteúdo (*Blockchain*) é muito recente e exige que os discentes possuam grande quantidade de conhecimentos prévios para o correto entendimento sobre o tema, esse roteiro foi desenvolvido utilizando-se conceitos de Aprendizagem Adaptativa. A seção 3 é dedicada para a explicação de como essa abordagem foi utilizado na aula.

A Tabela 1 permite visualizar uma síntese das quantidades e os tipos de materiais utilizados em cada roteiro. Em alguns casos, não foi possível fazer referências a bibliografias, como por exemplo quando o assunto em questão se tratava de uma tecnologia específica. Nesse caso, artigos informais da *Web* ou fóruns com dúvidas frequentes sobre o assunto foram disponibilizados.

Tabela 1. Quantitativo de Materiais e Quizes de Autoavaliação

Aula	Vídeos	Artigos na Web	Artigos Científicos	Referências à Bibliografias	Fóruns	Quizes de Autoavaliação
Fundamentos de Redes	14	-x-	-x-	1	-x-	2
Interoperabilidade	18	5	-x-	-x-	1	1
<i>Blockchain</i>	69	54	43	4	33	9

Já a Tabela 2 sintetiza as principais características dos roteiros utilizados nas aulas invertidas de Sistemas Distribuídos. Foram consideradas as características do momento da avaliação do aluno, se o ensino foi feito de forma adaptativa e se o roteiro utilizou a técnica de *Problem Based Learning* (PBL).

Tabela 2. Características dos Roteiros

Roteiro	Momento da Avaliação	Estudo Adaptativo?	Utilizou PBL?
Fundamentos de Redes	Posterior	Não	Não
Interoperabilidade	Anterior	Não	Sim
<i>Blockchain</i>	Anterior e Posterior	Sim	Sim

3. Aprendizagem Adaptativa na Aula Invertida de *Blockchain*

Diferentes técnicas podem ser utilizadas para promover uma aprendizagem de forma adaptativa. Nesta pesquisa, foram utilizados (a) diferentes materiais didáticos explicando o mesmo tópico, (b) caminhos de aprendizagem personalizáveis e (c) quizzes de autoavaliação. Os diferentes tipos de materiais presentes nos roteiros, descritos na Tabela

1 permitem que alunos com perfis distintos possam utilizar o recurso mais adequado para seu estudo, conforme suas preferências e/ou aptidões. O roteiro alvo dessa seção (*Blockchain*) foi dividido em diversos sub-roteiros, que poderiam ser explorados pelos alunos de forma variável, de acordo com os seus objetivos. Dessa forma, os estudantes poderiam criar caminhos distintos em seu processo de aprendizagem, em conformidade com seus conhecimentos pregressos. O roteiro contemplou conteúdos prévios necessários ao entendimento sobre o tema. A Figura 1 ilustra a relação que cada sub-roteiro tem com os outros e facilita a visualização dos caminhos de aprendizagem possíveis. Nessa figura, podem ser vistos conceitos e seus pré-requisitos por meio das setas de precedência, além dos conteúdos presentes na aula que podem ser estudados em paralelo, a depender do conhecimento e preferências do discente.

Os quizzes de autoavaliação tiveram o objetivo de proporcionar uma forma do estudante perceber suas deficiências durante uma avaliação rápida, realizada de forma prévia aos estudos. Um primeiro quiz foi disponibilizado para os alunos no início do roteiro, que era usado para uma primeira percepção dos conteúdos gerais a serem estudados. Ao entrar em um sub-roteiro, os discentes poderiam responder outro quiz, para determinar a quantidade de conteúdo que ainda necessitaria ser explorado no sub-roteiro em questão. Vale destacar que a quantidade elevada de materiais presentes na aula de *Blockchain*, em comparação com as outras aulas, se deu por causa da característica de estudo adaptativo, onde diversas trilhas de aprendizagem precisam estar disponíveis.

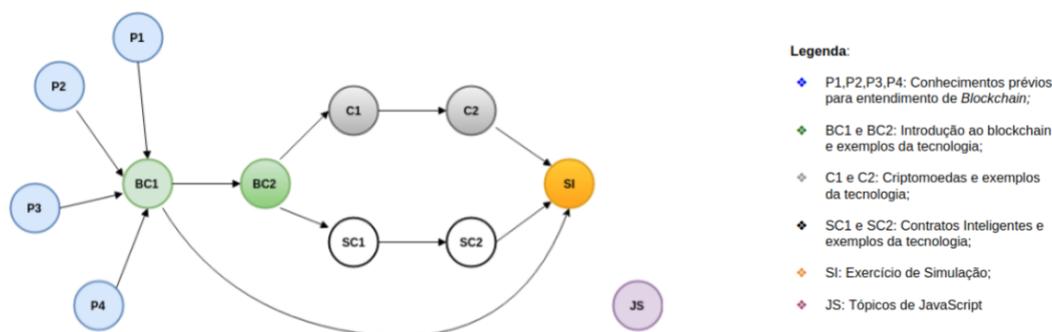


Figura 1. Fluxo de Estudo Adaptativo

4. O Estudo de Caso

4.1. Contexto

O presente estudo foi aplicado durante duas sessões em duas instituições federais de ensino superior, contemplando diferentes turmas divididas em dois níveis acadêmicos, organizados e nomeados conforme a Tabela 3. Na instituição *Inst1*, foram aplicados três roteiros para aulas invertidas, enquanto que na *Inst2* apenas um roteiro foi posto em prática. Os participantes do estudo foram alunos dos cursos de Bacharelado em Sistemas e Mídias Digitais, Bacharelado em Ciência da Computação e de um programa de Mestrado e Doutorado em Ciência da Computação. A maioria das aulas presenciais ocorreram em laboratório de informática. A turma *T1* foi constituída por 28 alunos heterogêneos em relação ao nível acadêmico (graduandos e pós-graduandos), enquanto que em *T2* foram dez alunos graduandos. Diversos alunos de *T1* são professores de ensino superior, atuando em

instituições públicas de ensino, enquanto que em *T2* os alunos são em sua maioria estudantes sem atividades profissionais ligadas à área da informática.

Tabela 3. Contexto do estudo

Instituição	Turma	Nível	Carga horária	Conteúdo(s)	Núm. de alunos
Inst1	T1	Graduação	80 horas	Fundamentos de redes, Interoperabilidade e <i>Blockchain</i>	09
		Pós-graduação		<i>Blockchain</i>	19
Inst2	T2	Graduação		<i>Blockchain</i>	10

4.2. Procedimento

A condução do estudo de caso se deu de acordo com as etapas das Aulas Invertidas. Em cada uma das aulas, os estudantes responderam questionários e submeteram sugestões, que foram utilizadas para aprimorar a elaboração da aula seguinte. Os estudantes recebiam o roteiro com antecedência de uma semana para realizarem o estudo em casa. Em seguida, seguiam o roteiro e conduziam o estudo de maneira individual. No dia da aula, os discentes resolviam problemas propostos relacionados à matéria estudada, e eram incentivados a fazê-lo de forma colaborativa. Ao final da aula, entregavam as atividades para correção pelo professor. Formulários de avaliação foram disponibilizados e os estudantes encorajados a respondê-los.

4.3. Métodos de avaliação da aula

A avaliação das aulas invertidas foi feita de forma quantitativa e qualitativa. Na avaliação quantitativa, foram utilizados formulários² elaborados com a ferramenta *Google Forms* do pacote *G Suite*. A avaliação qualitativa foi feita a partir de entrevistas semi-estruturadas³ com alunos da disciplina de Sistemas Distribuídos da instituição *Inst1*.

Os formulários desenvolvidos contaram com perguntas elaboradas utilizando-se a escala de Likert [Likert 1932]. Algumas perguntas presentes nos formulários foram inspiradas na avaliação de aulas invertidas apresentada no artigo [Zappe and Leicht 2009]. Os formulários de avaliação das aulas são semelhantes, mas algumas perguntas foram adicionadas/adaptadas de acordo com características relacionadas ao roteiro em estudo. Na aula invertida sobre *Blockchain*, por exemplo, foram acrescentadas perguntas sobre quizzes de autoavaliação e criação de trilhas de aprendizagem.

A análise qualitativa das aulas invertidas ocorreu no final da disciplina e contou com a participação de oito alunos de pós-graduação. O principal objetivo das entrevistas foi colher informações referentes à evolução dos roteiros utilizados quanto ao processo de adaptação do estudo. Nesse contexto, também foram exploradas questões relacionadas à forma como as trilhas de aprendizagem podem ser criadas no processo de aprendizagem e de que maneira o material instrucional pode facilitar esse processo.

²Os formulários utilizados para a avaliação das aulas estão disponíveis no seguinte link: <https://goo.gl/4858JM>

³As entrevistas gravadas com os alunos estão disponíveis no seguinte link: <https://goo.gl/38o2uZ>

4.4. Resultados

4.4.1. Avaliação das Aulas

A avaliação das aulas invertidas objetivou colher informações sobre as seguintes perspectivas: (1) estrutura do roteiro de estudo, (2) execução das atividades propostas em sala e (3) motivação dos discentes quanto à aulas invertidas.

No que se refere à estrutura dos roteiros, para cada uma das aulas invertidas, os alunos mostraram satisfação em relação à condução da leitura e visualização do material. Mais de 90% dos estudantes respondeu que concorda totalmente ou em parte com as afirmativas “A estrutura do roteiro de estudo me guiou na leitura e visualização do material” e “A divisão entre os tópicos a serem estudadas ficou clara”.

Sobre a avaliação da execução das atividades propostas, evidenciou-se que os alunos sentiram-se satisfeitos com as discussões e contextualização dos conteúdos abordados nos roteiros de estudo em sala de aula. Acima de 80% dos estudantes discordaram parcialmente ou fortemente em todas as avaliações com a afirmação “As discussões em sala de aula não estavam contextualizadas com o conteúdo estudado em casa”. A avaliação da motivação dos estudantes visou investigar se os estudantes visualizaram os conteúdos até o fim, dada a qualidade do material. Nesse sentido, mais de 80% dos alunos demonstraram satisfação e seguiram até o fim. Um outro aspecto analisado foi a pretensão dos alunos em ter novas aulas invertidas. Sobre isso, os resultados da afirmativa “Me senti motivado a ter outras aulas invertidas” pode ser visualizado na Figura 2. O eixo vertical corresponde à quantidade de respostas e o eixo horizontal às aulas invertidas.

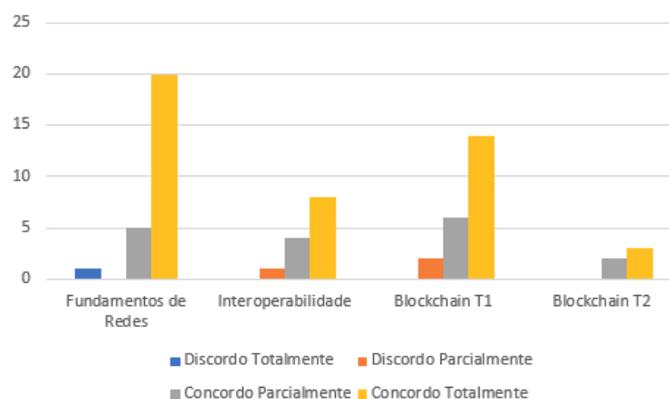


Figura 2. Aceitação das Aulas Invertidas

4.4.2. Avaliação da Adaptação

A avaliação da abordagem de estudo adaptativo ocorreu apenas no último roteiro produzido, que objetivou ensinar *Blockchain*. Os formulários utilizados tiveram o propósito de colher informações sobre as aulas e também aspectos referentes à qualidade dos quizzes de autoavaliação, bem como, a importância dos quizzes na criação de trilhas de aprendizagem.

Na perspectiva da qualidade dos quizzes de autoavaliação, as perguntas foram direcionadas para investigações sobre: (a) a quantidade de quizzes respondidos, (b) a percepção

de dificuldade das questões apresentadas e (c) o uso dessa autoavaliação para a geração de trilhas de aprendizagem. Todos os alunos, em ambas as turmas (*T1* e *T2*), utilizaram o recurso da autoavaliação por meio dos quizzes. O percentual de alunos que afirmaram que os quizzes ajudaram na percepção de fraquezas foi de 90,5% para a turma *T1* e de 100% para a turma *T2*. Quanto ao aspecto da criação de trilhas de aprendizagem, 95,2% dos alunos da turma *T1* afirmaram que os quizzes ajudaram na criação de um fluxo de estudo. Na turma *T2* esse percentual foi de 80%. A quantidade de quizzes respondidos pelos alunos durante o estudo pode ser percebido no gráfico comparativo da Figura 3.

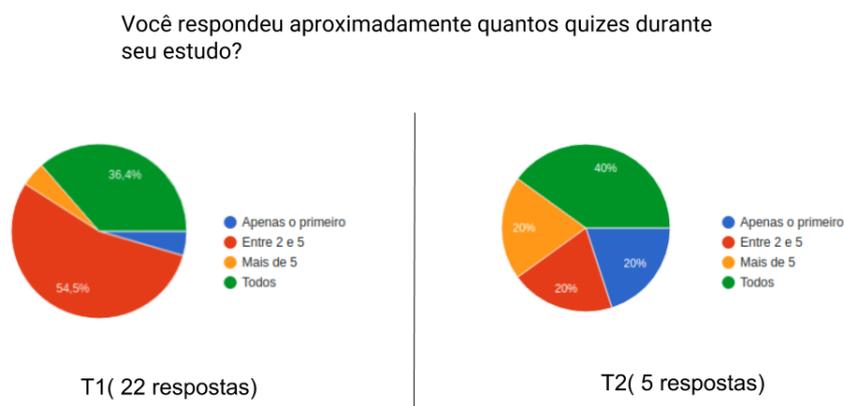


Figura 3. Quantidade de Quizes Respondidos

Os alunos entrevistados (avaliação qualitativa) responderam questões sobre a adaptação realizada na aula de *Blockchain*. As perguntas foram relacionadas aos tipos de materiais de estudo presentes no roteiro, às trilhas de aprendizagem possíveis e aos quizzes de autoavaliação. Inicialmente, quanto aos materiais, os estudantes concordaram que os tipos de mídia presentes no roteiro foram adequados e suficientes para o estudo. Alguns afirmaram que buscaram informações em outras fontes, mas o tipo de mídia coincidia com um dos que estavam presentes no roteiro(ver tabela 1).

No que se refere às trilhas de aprendizagem, os estudantes entrevistados foram questionados se preferiam criar suas próprias trilhas de aprendizagem (como ocorreu na aula invertida) ou receber uma trilha personalizada pelo professor. Apenas um aluno respondeu que preferia receber uma trilha do professor, todos os outros afirmaram preferir criar fluxos de estudo de maneira livre. Quando perguntados sobre a função dos quizzes de autoavaliação na condução do estudo, todos os alunos afirmaram que o quiz foi uma ferramenta utilizada para apoiar o estudo e fizeram sugestões, como por exemplo, prover *feedbacks* instantâneos sobre onde estudar conteúdos de questões que eventualmente tivessem respondido de forma incorreta.

5. Discussão

Por meio dessa pesquisa, foi possível avaliar a aceitação da abordagem de aulas invertidas pelos alunos no ensino de tópicos de Sistemas Distribuídos. Nesse sentido, de acordo com os resultados apresentados na seção anterior, é possível afirmar que, para esta pesquisa, a abordagem foi avaliada positivamente pelos estudantes. A qualidade do material é um fator essencial para o desempenho satisfatório dos alunos quando estão estudando em um

ambiente anterior ao de uma sala de aula presencial. A introdução de conceitos utilizando roteiros de estudo foi avaliada e, conforme as respostas coletadas, pode-se afirmar que a estrutura do material e sua devida organização obteve receptividade positiva pelos estudantes em todas as aulas invertidas utilizadas neste estudo.

O uso de Aprendizagem Adaptativa foi proveitoso, segundo os estudantes. Entre os fatores que fornecem evidência para esse fato, podemos citar o uso dos quizzes de autoavaliação em momento prévio ao estudo por todos os alunos. A adaptação do estudo foi inserida incrementalmente em cada roteiro. No segundo roteiro disponibilizado, todos os estudantes fizeram o uso do quiz de autoavaliação para melhor compreender o que deveriam estudar mais profundamente, comprovando que todos pretendiam adaptar o estudo para suas necessidades. Foi percebido que todos os alunos que se guiaram pelo roteiro da aula de *Blockchain*, onde existia a possibilidade de mais de um fluxo ser seguido, utilizaram mais de um quiz de autoavaliação, revelando a adaptação dinâmica ao estudo, uma vez que o estudante ao navegar pelos links de sub-roteiros verifica a necessidade de estudar ou revisar determinada matéria.

A partir disso, é notório perceber que alguns desafios surgem durante o processo de ensino com Aulas Invertidas auxiliadas por Aprendizagem Adaptativa. Por exemplo, a dificuldade que professores enfrentam na elaboração de conteúdo instrucional. Considerar aspectos pedagógicos para tornar a aprendizagem mais fácil e adaptável às possíveis trilhas que os alunos podem seguir durante seu estudo pode ser uma tarefa custosa em relação ao tempo de preparo, dependendo do conteúdo a ser explorado. No que se refere aos estudantes, dificuldades podem surgir em relação ao fator “tempo” e “maturidade” que são demandadas para a condução dos estudos em momento anterior às aulas presenciais. Conciliar as atividades de outras disciplinas que usam metodologias tradicionais de ensino com atividades de Aulas Invertidas pode ser desafiador para os discentes, especialmente para aqueles que exercem atividades profissionais. Apesar dos desafios citados, a condução das Aulas Invertidas trouxe efeitos positivos para a sala de aula. Os alunos mostraram-se mais preparados para as discussões e atividades em sala, além de se motivarem a participar das aulas. As entrevistas e respostas aos formulários também evidenciam a aceitação massiva dos alunos por esse tipo de aula.

6. Ameaças à Validade

Alguns fatores podem ter causado viés na avaliação feita pelos estudantes, entre eles pode-se destacar a complexidade da tecnologia *Blockchain* apresentada na aula. Estudantes que necessitassem aprender todo o conteúdo prévio precisariam de muito tempo e isso poderia enviesar os resultados. Além disso, o período de fim de semestre e sua alta demanda também pode ter impactado a percepção dos estudantes.

7. Conclusão e Trabalhos Futuros

Esse trabalho apresentou o uso de Aulas Invertidas combinadas com Aprendizagem Adaptativa para o ensino de Sistemas Distribuídos. Os resultados mostram que a estratégia de ensino utilizada foi bem recebida pelos estudantes e estes se sentiram motivados ter outras aulas nesse estilo.

Como trabalhos futuros, pretendemos utilizar os dados colhidos para orientar o desenvolvimento de uma ferramenta que auxilie o processo de criação e execução de

Aulas Invertidas.

Referências

- Barbosa, E. F. and de Moura, D. G. (2013). Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica. *Boletim Técnico do Senac*, 39(2):48–67.
- Bergmann, J. and Sams, A. (2012). *Flip your classroom: Reach every student in every class every day*. International Society for Technology in Education.
- Chi, Y. L., Chen, T. Y., and Hung, C. (2017). Learning adaptivity in support of flipped learning: An ontological problem-solving approach. *ChemElectroChem*, (April 2015):1–14.
- Dantas, A. D. (2015). Uma avaliação do modelo da sala de aula invertida no ensino superior. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, volume 4, page 512.
- Dorça, F. A., Lima, L. V., Fernandes, M. A., and Lopes, C. R. (2011). Detecção e correção automática de estilos de aprendizagem em sistemas adaptativos para educação. *Revista de Informática Teórica e Aplicada*, 18(2):178–204.
- Hundt, C., Schlarb, M., and Schmidt, B. (2017). SAUCE: A web application for interactive teaching and learning of parallel programming. *Journal of Parallel and Distributed Computing*, 105:163–173.
- Kakosimos, K. (2015). Example of a micro-adaptive instruction methodology for the improvement of flipped-classrooms and adaptive-learning based on advanced blended-learning tools. *Education for chemical engineers*, 12:1–11.
- Kilroy, D. (2004). Problem based learning. *Emergency medicine journal*, 21(4):411–413.
- King, A. (1993). From sage on the stage to guide on the side. *College teaching*, 41(1):30–35.
- Kurtz, B. L., Fenwick Jr, J. B., and Meznar, P. (2012). Developing microlabs using google web toolkit. In *Proceedings of the 43rd ACM technical symposium on Computer Science Education*, pages 607–612. ACM.
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of psychology*.
- Maher, M. L., Latulipe, C., Lipford, H., and Rorrer, A. (2015). Flipped classroom strategies for cs education. In *Proceedings of the 46th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, pages 218–223. ACM.
- Piva Jr, D. and Cortelazzo, A. L. (2015). Sala de aula invertida, ambientes de aprendizagem e educação online: a junção de três métodos para potencialização do ensino de algoritmos. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, volume 4, page 1271.
- Van Seters, J., Ossevoort, M., Tramper, J., and Goedhart, M. J. (2012). The influence of student characteristics on the use of adaptive e-learning material. *Computers & Education*, 58(3):942–952.
- Zappe, S. and Leicht, R. (2009). Ac 2009-92:“flipping” the classroom to explore active learning in a large undergraduate course. *age*, 14:1.