

MODELAGEM DO AMBIENTE VIRTUAL PARA ENSINO DE CÁLCULO ESTRUTURADO PELAS ESPIRAIS DE APRENDIZAGEM

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2023.4383

Ubirajara Carnevale de Moraes - ubirajara.moraes@mackenzie.br
Universidade Mackenzie

Vera Lucia Antonio Azevedo - vera.laazevedo@mackenzie.br
Universidade Presbiteriana Mackenzie

Resumo: *O presente artigo investigou como um Ambiente Virtual de Aprendizagem poderia ser organizado durante a pandemia para atender os conteúdos de Pré-Cálculo na Universidade de forma a dar autonomia ao aluno, sem interromper seus estudos. Este ambiente foi desenvolvido para ser aplicado nas aulas de Cálculo Diferencial e Integral I de uma instituição de Ensino Superior de Engenharia. Dentre os resultados obtidos na primeira fase, percebeu-se que a modelagem do Ambiente Virtual pode auxiliar no desenvolvimento de habilidades do aluno como autonomia, responsabilidade, organização pessoal e dedicação. Percursos de aprendizagem matemática criados em espiral trazem benefícios aos alunos com as múltiplas atividades e circuitos online propostos com o apoio de professores e monitores. A criação de um novo e rico espaço trouxe uma melhora marcante nas aprovações, agora também será aplicada em outros componentes curriculares da Engenharia, bem como apoio de volta ao ensino presencial com novas situações como o ingresso extemporâneo ou enfermidades, utilizando o mesmo sistema com trilhas, espirais e o ambiente virtual.*

Palavras-chave: *Ambiente de aprendizagem, calculo, trilhas e espirais de aprendizagem, aulas remotas*

MODELAGEM DO AMBIENTE VIRTUAL PARA ENSINO DE CÁLCULO ESTRUTURADO PELAS ESPIRAIS DE APRENDIZAGEM

1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos de 2020 e 2021, o ensino brasileiro e mundial se depararam com a pandemia do COVID-19, o que levou, conforme Vieira e Silva (2020, p. 1044), o governo e os órgãos de saúde à adoção de uma série de medidas com o intuito de evitar a propagação da doença. Uma dessas medidas, segundo o Ministério da Educação (2020, p. 1) foi a possibilidade de se substituir disciplinas presenciais por meio das aulas remotas com o uso tecnologias de informação e comunicação.

Com isso as instituições de ensino precisaram adequar a sistemática das aulas, as metodologias e o uso dos recursos tecnológicos para a realização das aulas, agora de forma remota.

Além disso, no ensino superior, alunos recém-chegados do ensino médio, já apresentavam dificuldades, mesmo antes da pandemia, para acompanhar as aulas da disciplina Cálculo Diferencial e Integral I. Muitas são as possibilidades para essas dificuldades. Segundo Baldino e Cabral (2004, p. 139), a disciplina de Cálculo apresenta muita abstração e exige dos alunos, conceitos e conhecimentos matemáticos prévios e por isso é considerada uma disciplina que apresenta maior dificuldade de aprendizado por parte dos calouros ao chegar à Universidade.

De acordo com a pesquisa realizada por Nascimento et al. apresentada no VI EPEM (Encontro Pernambucano de Educação Matemática), uma de suas conclusões foi:

“Conscientizar os alunos da necessidade de buscar os conhecimentos anteriores necessários para cursar a disciplina com o melhor aproveitamento possível. Neste sentido pode-se incluir uma reflexão de como se poderia fazer um trabalho na perspectiva de um pré-cálculo para minimizar os desníveis de conhecimentos a serem mobilizados. (2006, p. 11).

Assim, a brusca mudança do ensino presencial para o remoto, bem como a importante tarefa em apoiar os alunos que sentem dificuldade em acompanhar as disciplinas matemáticas do ensino superior, exigiu uma adequação das aulas, bem como uma nova sistemática para ensinar e aprender.

Com o objetivo de proporcionar condições ao professor universitário, e principalmente, que leciona matemática nas primeiras etapas do curso superior, foi realizada a construção de um modelo utilizando um ambiente virtual, materiais da Internet em conjunto com ferramentas e metodologias da tecnologia educacional, para a realização das aulas remotas de Pré-Cálculo, podendo ser adaptado para outros componentes curriculares.

Assim, o presente estudo teve como objetivo geral, pesquisar como o Ambiente Virtual pôde ser organizado durante a pandemia aos conteúdos de Matemática no Ensino Superior de forma a dar autonomia ao aluno e sem interromper seus estudos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Ambiente virtual de aprendizagem

Com a questão do distanciamento social e a necessidade de os professores estarem em contato com seus alunos ao longo da pandemia, um recurso tecnológico seria necessário para a realização das aulas síncronas. Mesmo distante, a participação tradicional do professor será sempre bem-vinda e necessária.

Mesmo usando um conjunto de recursos tecnológicos, há a necessidade de um educador que faça o planejamento, a organização, a articulação, a implementação, a avaliação e o refinamento para que os resultados positivos sejam alcançados.

Segundo Veloso e Mill (2021), juntamente a todas as modificações que têm acompanhado na contemporaneidade, surgem também novas linguagens e, conseqüentemente, novas potencialidades pedagógicas.

Com o uso de recursos tecnológicos na Educação, emergem os Ambientes Virtuais de Ensino e Aprendizagem, um novo espaço escolar que pode ser um apoio e uma alternativa em situações como a Pandemia, onde os alunos não puderam comparecer presencialmente às aulas.

São inúmeros recursos disponíveis no Ambiente Virtual que, de forma planejada e organizada pelo professor, podem desenvolver, cognitivamente, o aluno. Para Gama (2014, p.66), "O Ambiente Virtual permite praticar o ensino e aprendizagem, a partir de uma abordagem sociocultural, dialógica e de incentivo ao desenvolvimento da autonomia do próprio aluno".

O professor, nesse caso, poderá sempre usar de sua criatividade e construir espaços adequados ao processo de ensino, aliás, conquistado ao longo de sua prática docente, agora adaptada e modernizada pelo ensino remoto.

Nessa modalidade, a separação física entre alunos e professores será amenizada por intermédio da criação de um novo modelo de ambiente interativo, amigável, responsivo, motivador, facilitador, estimulante, rico e diversificado em recursos tecnológicos.

Para Bacich e Moran (2018), os alunos têm grande facilidade de acesso à informação, participando de redes sociais com pessoas com as quais compartilham conhecimentos, valores, práticas e descobertas.

O crescente interesse do aluno universitário pela tecnologia favorece a adoção de Ambientes Virtuais nas aulas, especialmente no período da pandemia, permitindo seu contato com as aulas, colegas e professores.

2.2 Modelagem para o Ambiente Virtual

Para a organização do Ambiente Virtual, foi constituída uma equipe multidisciplinar com professores e monitores com o intuito de personalizar o Moodle, de forma a atender o aluno remotamente e, ao mesmo tempo, permitir ao professor usar esse novo espaço e o protagonismo do aluno para a realização das aulas remotas.

Apesar da Sala de Aula Invertida ser muito utilizada no Ensino Híbrido, conforme afirma Tori (2009), agora será realizada totalmente on-line, sem a presencialidade, mas com o mesmo efeito e a possibilidade de os alunos terem acesso ao conteúdo antes do encontro síncrono com o professor.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os recursos tecnológicos foram escolhidos pelo professor com objetivos pedagógicos bem definidos e no momento oportuno em cada aula. Foram também definidos os papéis do aluno e do professor em uma abordagem de Metodologia Ativa, ou seja, o aluno assumindo o protagonismo do processo e colocando em prática outras habilidades, conforme afirma Lovato et al (2018), como a iniciativa, a criatividade, a criticidade reflexiva, a capacidade de autoavaliação e a cooperação para se trabalhar em equipe.

A intenção era oferecer o fortalecimento de conceitos matemáticos muito importantes para dar base aos universitários na aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral.

No ambiente virtual Moodle, disposto em abas (Figura 1), o projeto foi estruturado em dez semanas, permitindo a fácil localização dos temas da matemática por parte do corpo discente.

Figura 1- Abas semanais do Ambiente Virtual

Aula 1 - Conjuntos e grupos numéricos, regras de Potenciação	Aula 2 - Produtos Notáveis/Fatoração	Aula 3 -Equação e Inequação
Aula 4 - Funções I	Aulas 5 e 6 - Funções II (exponencial e logarítmica)	Aula 7 - Trigonometria (parte I)
Aula 8 - Trigonometria (parte II)	Aula 9 - Matrizes e Determinantes	Aula 10 - Sistemas Lineares

Fonte: os autores

Porém, para o professor, ainda resta o desafio de organizar o conteúdo de cada aba do Ambiente Virtual de forma que permita ao aluno navegar em um ensino remoto com inúmeras possibilidades de ferramentas e recursos, com a meta de levá-lo à obtenção de conhecimento e colocando-o no centro do processo de aprendizagem.

Para tanto, foram organizadas as atividades para cada semana com o intuito de que o aluno desenvolvesse as tarefas, e o próprio Ambiente Virtual poderá conduzi-lo à semana seguinte, ou voltar no ponto necessário até conseguir ser promovido para o próximo tópico, lembrando que os tópicos já foram definidos pela professora de matemática como fundamentais para os estudos de Cálculo no curso de Engenharia.

O aluno que participou de uma avaliação diagnóstica no início do projeto deverá iniciar pela primeira aba, retomando todos os conceitos necessários e permitindo ao término, comparar seu desempenho na referida prova com as atividades ao longo do processo e na avaliação final.

A essa organização idealizada pelo professor, que estrutura o caminho que o aluno irá trilhar remotamente, foi denominada "trilha de aprendizagem".

Para Lopes e Lima (2019, p.172), a definição de trilha pode ser entendida de forma literal, como um caminho por onde se passa e, de forma figurada, como um caminho a ser seguido, um itinerário ou "o conjunto de passos, e procedimentos, uma receita".

Como se trata de uma trilha voltada à aprendizagem, pode ser considerada como um caminho a ser seguido para aprender. A trilha representa a intenção do professor no sentido do ensinar e, para o aluno, a sequência de passos idealizados por esse professor para que ele possa seguir independente, de acordo com seu desempenho, para buscar o conhecimento.

A ideia de construir trilhas em um ambiente virtual permite que o aluno tenha um caminho a orientá-lo, especialmente quando o ensino é remoto e o afasta da aula

tradicional, local onde o professor articula o horário da aula, mesclando conteúdos teóricos, exercícios, atividades de fixação e interações entre os participantes.

Assim, em cada semana, o aluno é norteado por intermédio de uma trilha de aprendizagem diferente que o auxilia a estudar, tirar suas dúvidas, obter mais segurança e fluência matemática naquele fundamento ao estudo do Cálculo.

Inúmeras são as possibilidades de montagem de uma “trilha de aprendizagem” que pode contar com estações contendo atividades remotas ao aluno:

- Atividades lúdicas digitais;
- Aulas on-line remotas com o professor (síncrono);
- Exercícios propostos;
- Exercícios resolvidos;
- Fóruns de dúvidas;
- Leitura de material teórico;
- Podcasts;
- Videoaulas previamente avaliadas pelo professor;
- Videoconferências com os alunos monitores (síncrono).

Os alunos que apresentarem dificuldade ou que estão com os conteúdos escolares anteriores defasados permanecerão na trilha, contando com novas atividades e conteúdos programados para isso, e serão encaminhados à estação dos monitores que, mesmo remotamente, poderão auxiliar.

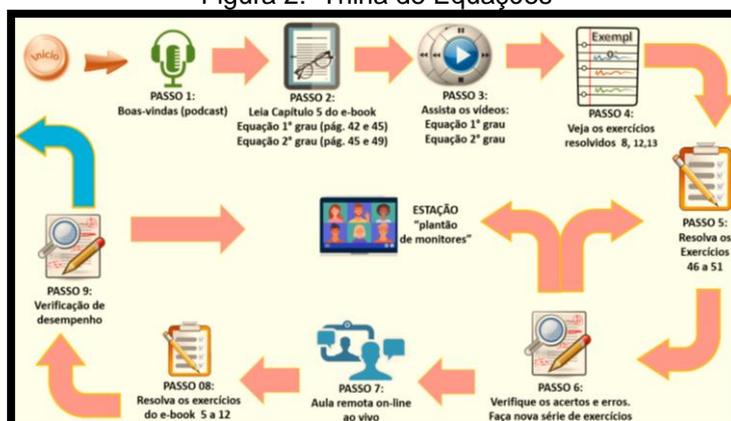
Essa estação, “plantão de monitores”, funciona como uma videoconferência com horários definidos, onde os alunos tiram suas dúvidas, mas que também participam na solução de problemas matemáticos em conjunto com seus colegas, chegando a resolver exercícios com seus pares.

A definição do uso das trilhas de aprendizagem já foi utilizada antes da pandemia com o ensino presencial e sofreram a atual adaptação em função das condições impostas pelo ensino remoto.

3.1 Trilhas de aprendizagem

Para cada aba do Ambiente Virtual, o aluno encontrou uma trilha diferente (Figura 2) definida pelo professor e abordando os conceitos necessários para o assunto da semana.

Figura 2: Trilha de Equações



Fonte: os autores

Assim, por exemplo, na aba da semana sobre “Equações” o aluno encontra um circuito de ações idealizadas pelo professor e que levariam o aluno a interagir com o material didático, atividades lúdicas como exercícios (Socrative, Khoot, Mentimeter, Simulados on-line, Padlet, Docs compartilhados, questionários, etc) e atividades tradicionais (como exercícios do e-book), encontros on-line com professor e com monitores, e avaliações síncronas em uma abordagem formativa que sinalizam, ao longo dos circuitos, como o aluno está reagindo às avaliações e interações.

Em todas as trilhas do projeto, a metodologia da “sala de aula invertida” está presente, já que o aluno tem contato com determinado conteúdo de forma variada (texto, exercícios resolvidos e exercícios propostos e vídeo) para depois interagir com o professor na aula ao vivo, síncrona e remota.

Ao final do circuito, o aluno novamente realiza exercícios de aprofundamento sobre o tema e poderá recorrer ao plantão de monitores.

No ambiente virtual, o professor tem acesso ao desempenho do aluno e aos resultados das atividades e avaliações realizadas em cada circuito.

Ao final da trilha da semana, os alunos caminham para a próxima trilha em uma espiral de aprendizagem, já que o conjunto das trilhas definidas compõem os conceitos necessários para se trabalhar com o futuro Cálculo Diferencial e Integral. A realização de toda a espiral, passando por todos os níveis, permitem ao aluno estudar os elementos necessários ao acompanhamento dessa disciplina tão importante no curso de Engenharia.

3.2 Espiral de aprendizagem: o conjunto de trilhas

Segundo Valente (2005, p. 12) em toda espiral há um ponto inicial, aqui representado pelo conhecimento do aluno ao ingressar na Escola de Engenharia, e um ponto final, muitas vezes inatingível, mas que mantém “a espiral de aprendizagem em ação, produzindo crescentes níveis de compreensão e de aprendizagem”.

A meta desejada é construir as trilhas de aprendizagem, compostas pelos pré-requisitos matemáticos e conceitos necessários ao acompanhamento do Cálculo. Essa espiral, usada na realização das aulas remotas, empregará o ambiente virtual para que o aluno percorra a espiral de aprendizagem, conforme indicado na Figura 3:

Figura 3: Espiral de aprendizagem para o Cálculo no ambiente virtual



Fonte: adaptado de <https://adriancahill.com/wp-content/uploads/2016/06/Spiral-Dynamics.jpeg>

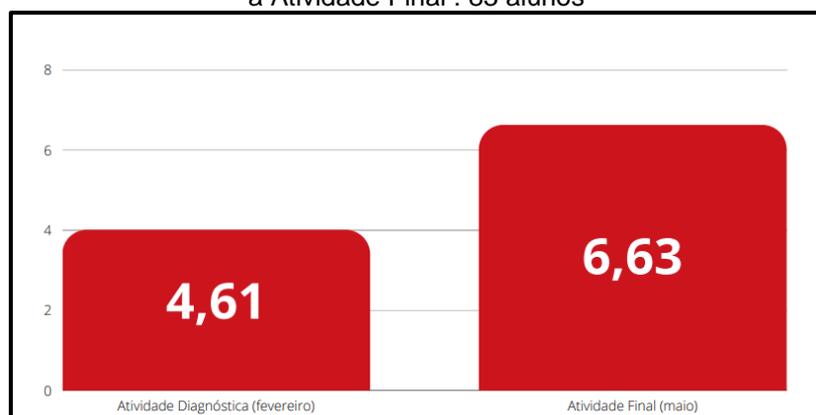
4 RESULTADOS

A modelagem do Ambiente Virtual Moodle, foi idealizada e construída para promover uma aprendizagem ativa e autônoma dos alunos, pois, além dos conceitos matemáticos abordados, o aluno desenvolve sua autonomia e responsabilidade (as tarefas têm prazos a serem cumpridos e cabe a cada aluno decidir o melhor lugar, horário e momento para resolver todas elas).

O layout e os recursos utilizados foram pensados para oferecer um ambiente otimizado, autoexplicativo e de fácil navegação e manuseio. Além disso, houve sempre uma supervisão e orientação a respeito das ferramentas e prazos, realizada pela equipe do projeto, sempre com vistas à permitir um bom desempenho do projeto pelo aluno.

4.1 Comparativo do resultado da Atividade Diagnóstica com a Atividade Final

Figura 4: Comparação da média geral da Atividade Diagnóstica Inicial com a Atividade Final : 83 alunos



Fonte: Laboratório de Matemática - UPM

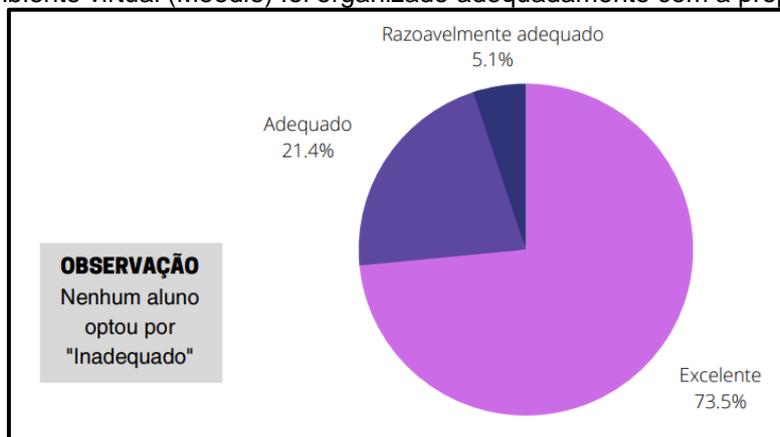
Após a realização do projeto foi possível comparar o desempenho dos alunos com a prova realizada inicialmente. Do total de alunos participantes, sessenta e cinco alunos tiveram um rendimento superior ou igual na Atividade Final em relação à Atividade Diagnóstica.

Dos trinta e quatro alunos que tiveram um rendimento abaixo da média da Universidade (inferior a seis) na Atividade Diagnóstica e depois de participar o projeto, obtiveram um rendimento maior ou igual à média.

4.2 Percepção do aluno no uso do Ambiente Virtual, Trilhas de aprendizagem e sua autoavaliação sobre aprendizagem após completar a espiral

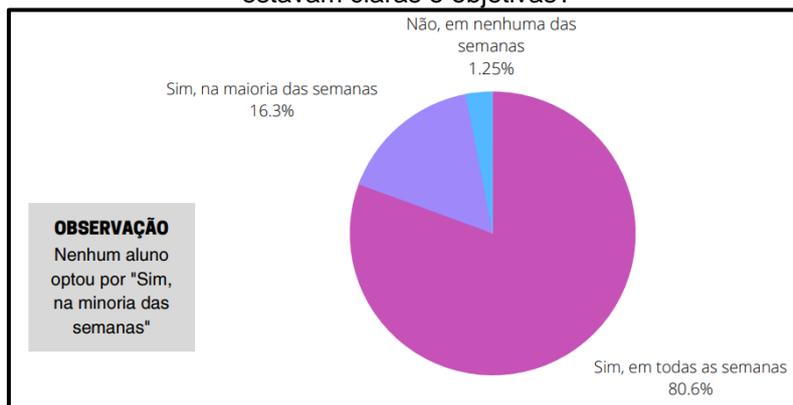
Além do resultado positivo nas médias finais, foi possível também verificar a aceitação dos alunos participantes quanto ao uso do ambiente virtual, das trilhas de aprendizagem e sua autoavaliação quanto ao seu aprendizado nos conceitos necessários para o estudo do Cálculo, após a realização completa da Espiral de Aprendizagem.

Figura 5: O ambiente virtual (Moodle) foi organizado adequadamente com a proposta do curso?



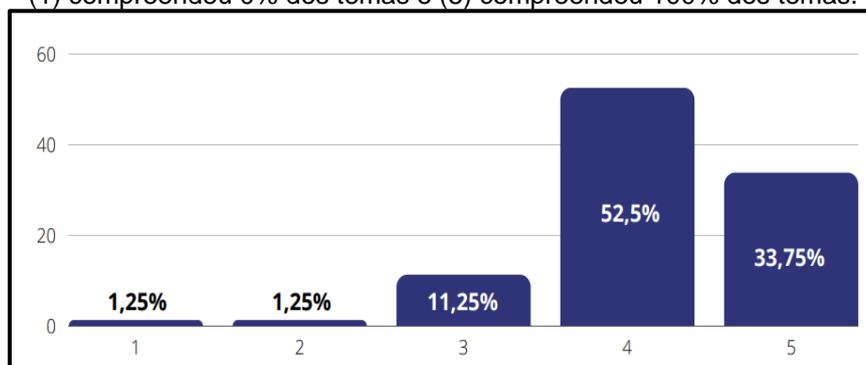
Fonte: Laboratório de Matemática – UPM

Figura 6: As trilhas de aprendizagem (etapas e recursos) de cada semana no ambiente virtual do curso estavam claras e objetivas?



Fonte: Laboratório de Matemática – UPM

Figura 7: Escala de 1 a 5 com a porcentagem sobre a compreensão dos temas abordados? (1) compreendeu 0% dos temas e (5) compreendeu 100% dos temas.



Fonte: Laboratório de Matemática – UPM

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na pesquisa apresentada, foram criadas trilhas de aprendizagem para organizar as aulas e os estudos dos alunos durante a pandemia e em um ambiente virtual. O conhecimento necessário para a resolução de problemas de cálculo foi decomposto em conceitos menores, mas importantes gerando os níveis da espiral de aprendizagem.

Com isso, esse estudo culminou na proposta de uma espiral de aprendizagem matemática específica para o ensino de cálculo diferencial e integral I no curso de Engenharia, onde foi possível explorar de forma organizada e gradativa, seus principais conceitos necessários à resolução de problemas.

A pesquisa continua em 2023 com a criação de novas trilhas de aprendizagem para outros componentes curriculares da Engenharia (p.e. Geometria analítica e vetores).

Mesmo com o fim da pandemia de COVID-19 e retorno as aulas presenciais, certamente a decomposição dos conhecimentos necessários, convertidos em trilhas de aprendizagem em forma de espiral poderão auxiliar como apoio às aulas presenciais ou como reforço aos alunos com maior dificuldade matemática, contribuindo para a personalização do ensino na Engenharia.

Novas oportunidades surgiram para a aplicação deste estudo. Mesmo com o ensino totalmente presencial, esta modelagem do Ambiente Virtual passou a dar apoio ao contingente que ingressou tardiamente no semestre, tais como alunos provenientes de transferência externa, portadores de diploma ou do ingresso via PROUNI. Ainda tivemos casos de alunos que ficaram doentes e entraram em um regime especial de frequência, onde puderam usufruir de todo o acervo matemático do Ambiente Virtual, estruturado pela espiral de aprendizagem que permitiu de acompanharem os conteúdos da disciplina longe do campus.

REFERÊNCIAS

BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico prática. Porto Alegre: Penso, 2018.

BALDINO, R.R; CABRAL, T.C.B. O ensino de matemática em um curso de engenharia de sistemas digitais. IN: CURY, H.N (org.). **Disciplinas matemáticas em cursos superiores**: reflexões, relatos, propostas. Porto Alegre: EDPUCRS. p. 139-186, 2004.

BRASIL. Ministério da Educação. **Portaria nº 544/2020**. Brasil: Conselho Nacional de Educação, 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-544-de-16-de-junho-de-2020-261924872>. Acesso em 24 mar. 2023.

GAMA, A. M. **Ambiente virtual de aprendizagem no contexto presencial do ensino médio**: indícios de autonomia na escrita via estratégias de aprendizagem. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2014. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/MGSS-9PRQ9K>. Acesso em: 24 mar. 2023.

LOPES, P. LIMA, G. A. **Estratégias de Organização, Representação e Gestão de Trilhas de Aprendizagem**: uma revisão sistemática de literatura. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pci/a/9sY8wHY966VgpqJppyLT5Md/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 26 mar. 2023.

LOVATO, F. L.; MICHELOTTI A.; SILVA, C. B.; LORETTO, E. L.S. **Metodologias Ativas de Aprendizagem**: Uma Breve Revisão. Canoas: Acta Scientiae, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/327924688_Metodologias_Ativas_de_Aprendizagem_Uma_Breve_Revisao. Acesso em: 20 mar. 2023.

NASCIMENTO, J. R. A.; MAGALHÃES, J. M. C.; SANTOS JUNIOR, V.B.; MENEZES, J. E. **Os obstáculos no processo ensino-aprendizagem da disciplina cálculo I nos cursos de graduação da UFRPE**. Disponível em: <http://epem.sbempe.com.br/anais/2006/anais/CCPDF/CC30.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2023.

TORI, R. Cursos híbridos ou blended learning. In: LITTO, Frederic Michael; FORMIGA, Manuel Marcos Maciel (Orgs.). **Educação a Distância**: o estado da arte. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2009.

VALENTE, J. A. **A espiral da espiral de aprendizagem**: o processo de compreensão do papel das tecnologias de informação e comunicação na educação. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2005. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/284458/1/Valente_JoseArmando_LD.pdf. Acesso em: 30 mar. 2023.

VELOSO, B.; MILL, D. **Linguagem da TV e da rádio na educação**. São Carlos: SEaD-UFSCar, 2021.

VIEIRA, M. F.; SILVA, C. M. S. **A Educação no contexto da pandemia de COVID-19**: uma revisão sistemática de literatura. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020. Disponível em: <https://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/v28p1013>. Acesso em 20 fev. 2023.

MODELING OF THE VIRTUAL ENVIRONMENT FOR TEACHING CALCULUS STRUCTURED BY LEARNING SPIRALS

Abstract: *The present article investigated how a Virtual Learning Environment could be organized during the pandemic to meet the contents of Pre-Calculus at the University in order to give autonomy to the student, without interrupting their studies. This environment was designed to be applied in Differential and Integral Calculus I classes at an Engineering Higher Education institution. Among the results obtained in the first phase, it was noticed that the Environment helps in the development of student skills such as autonomy, responsibility, personal organization and dedication. Mathematical learning paths created in a spiral bring benefits to students with the multiple activities and online circuits proposed with the support of teachers and monitors. The creation of a new and rich space that brought a marked improvement in approvals, will now also be applied in other curricular components of Engineering, using the same system with trails, spirals and the virtual environment.*

Keywords: *learning environment, calculus, learning spirals, learning tracks, remote classes*