

IX JORNADA DE ATUALIZAÇÃO EM INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (JAIE 2020)

MINICURSOS

Coordenação:
Alex Sandro Gomes (UFPE)
André Maurício Cunha Campos (UFRN)



CBIE 2020

9º Congresso
Brasileiro de
Informática
na Educação



CBIE 2020

9º Congresso
Brasileiro de
Informática
na Educação

IX Jornada de Atualização em Informática na Educação (JAIE 2020)

<https://cbie.ceie-br.org/2020>

<https://sol.sbc.org.br/livros/index.php/sbc>

ISBN: 978-65-87003-27-6

Natal, RN, Brasil, Online, 24 a 28 de novembro de 2020

EDITORA

Sociedade Brasileira de Computação – SBC

ORGANIZADORES

Alex Sandro Gomes (UFPE)

André Maurício Cunha Campos (UFRN)

ORGANIZAÇÃO E EXECUÇÃO

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN)

PROMOÇÃO

Comissão Especial de Informática na Educação – CEIE

REALIZAÇÃO

Sociedade Brasileira de Computação – SBC



Este livro contém cinco capítulos correspondentes aos minicursos conduzidos na IX Jornada de Atualização em Informática na Educação (JAIE 2020), evento ocorrido no IX Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2020). A inclusão nesta publicação não necessariamente constitui endosso pelos editores e/ou organizadores.

A fonte e os direitos da SBC devem ser devidamente referenciados. As cópias não devem ser utilizadas de nenhum modo que implique o endosso da SBC. Cópias da obra não podem ser colocadas à venda sem a autorização expressa da SBC.

Permissão para fazer cópias impressas ou digitais de todo ou parte deste trabalho para uso pessoal ou acadêmico é concedido sem taxas desde que cópias não sejam feitas ou distribuídas para renda ou vantagem comercial e que cópias contenham esta observação e citação completa na primeira página.

Sociedade Brasileira de Computação

CNPJ no. 29.532.264/0001-78

Inscrição Estadual isenta

CCM nº 18115128

<http://www.sbc.org.br>

Av. Bento Gonçalves, 9500 – Setor 4 – Sala 116 – Prédio 43424 – Agronomia

CEP 91501-970 – Porto Alegre – RS, Brasil

Produzido em Natal, RN, Brasil.



Catálogo da publicação na fonte. UFRN/Secretaria de Educação a Distância.

Jornada de Atualização em Informática na Educação (9. : 2020 : Natal/RN).
[Anais do] IX Jornada de Atualização em Informática na Educação /
Organizado por Alex Sandro Gomes e André Maurício Cunha Campos. – 1. ed.
– Natal: Sociedade Brasileira de Computação (SBC), 2020.
5430 KB.: 1 PDF

ISBN nº 978-65-87003-27-6

1. Informática na Educação. 2. JAIE. 3. Jogos Educacionais. 4. Educação 4.0.
I. Gomes, Alex Sandro. II. Campos, André Maurício Cunha.

CDU 004:37
J82

Elaborada por Edineide da Silva Marques CRB-15/488.

Sobre o Congresso Brasileiro de Informática na Educação

O Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE) é um evento anual da Sociedade Brasileira de Computação (SBC), que tem como objetivo geral promover um fórum para reunir a comunidade da área de Informática na Educação, possibilitando a troca de informações e o estabelecimento de metas para que os desafios educacionais do Brasil sejam superados. Em particular, o CBIE funciona como um fórum para debater e propor avanços e soluções na área de Informática na Educação, visando ao desenvolvimento da educação em todos os seus níveis, com o apoio de diferentes tecnologias.

O tema deste ano foi **“Desenvolvimento de habilidades e competências para inovação e impacto social”**, no intuito de ampliar um importante debate sobre os processos de inovação tecnológica no âmbito educacional, visando a transformação da sociedade. Espera-se, com isso, construir um espaço de troca de conhecimentos e experiências que tenham em seu âmago o impacto social.

O CBIE 2020 congregou palestrantes nacionais e internacionais, pesquisadores, professores, alunos e demais interessados no tema, constituindo-se num espaço privilegiado de discussões, reflexões, troca de saberes, interconexão de experiências vivenciadas em diferentes contextos e realidades, na busca de uma nova ecologia para uma sociedade permeada pela cultura digital.

O cenário atual é de crise sanitária em decorrência da pandemia pelo Covid-19. Além de este ser um período desafiador diante das incertezas com relação ao futuro, também se desenha uma grande oportunidade para inovação. Para garantir o fluxo de produção técnico-científica e manter nossa comunidade mobilizada, a Comissão Organizadora do CBIE 2020 traz uma reinvenção do evento, trabalhando em seu formato exclusivamente *online*.

Prefácio

As Jornadas de Atualização em Informática na Educação (JAIE) são momentos e conteúdos de atualização científica e tecnológica para a comunidade de Informática na Educação (IE) do Brasil. Elas são organizadas anualmente na programação do Congresso Brasileiro de Informática na Educação sob a forma de um conjunto de minicursos.

Cada jornada enfoca temas atuais e relevantes da área de IE. Eles visam estimular a formação de pesquisadores das áreas de Computação, Educação, Psicologia, Design e afins com abordagens teóricas e metodológicas contemporâneas e de vanguarda.

As JAIE são voltadas a fazer evoluir ferramentas, técnicas, métodos e processos considerados importantes à atuação acadêmica ou aplicação industrial da IE. Os minicursos refletem uma visão ampla e profunda da pesquisa básica ou aplicada na área de IE.

Integram essa edição da JAIE propostas que sintetizem o estado da arte ou da técnica e ajudem a evoluir a área. Na jornada **“Avanços da Aprendizagem Colaborativa com Suporte Computacional na Educação 4.0”**, os colegas Juliana Baptista dos Santos França, Angélica Fonseca da Silva Dias e Marcos Roberto da Silva Borges discutem os princípios de CSCL (*Computer Supported Collaborative Learning*), o planejamento da colaboração voltado ao ensino e as estratégias de inovação empregadas na Educação 4.0.

Elaine Silva Rocha Sobreira, Veronica Gomes dos Santos e Edson Sidnei Sobreira organizaram a jornada **“Computação criativa com Scratch, Mixly e Arduino: Prototipando com HackEduca Conecta”** e apresentaram o software HackEduca Conecta, o qual permite a programação do Arduino por meio da linguagem de programação por blocos - Scratch e Mixly -, Aprendizagem de Máquina e conexão com dispositivos Android. Essa jornada trouxe uma proposta de imersão em projetos desenvolvidos em instituições escolares, compartilhando experiências reais de projetos curriculares integrados à robótica educacional. Também apresenta um percurso prático formativo que compartilha estratégias exitosas para um trabalho significativo e contextualizado tanto com alunos formais, quanto na condução de formação docente e oficinas abertas.

Os colegas Samanta F. Aires, Jorge F. R. Barbosa e Charles A. G. Madeira animaram a jornada **“Desenvolvendo Jogos Educacionais Digitais Inovadores e Instigantes com o Framework PlayEduc”**. O trabalho do grupo com o tema é reconhecido pela comunidade. Nessa atualização, eles levantam a problemática da qualidade de jogos educacionais digitais (JED) e propõem uma metodologia de design para melhorar a qualidade dos mesmos desde a sua concepção, alinhando o entretenimento com a educação de uma forma balanceada. Eles analisam algumas iniciativas de metodologias do gênero que foram adaptadas ao desenvolvimento de JED nos últimos anos. A proposta do grupo é o framework PlayEduc que visa guiar o processo de concepção de JED adaptado aos interesses de alunos e professores.

A atualização proposta pelos colegas Elyda Freitas, Taciana Pontual Falcão e Rafael Ferreira Mello trouxe o tema da análise de dados educacional em sua **“Desmistificando a adoção de**



Learning Analytics: um guia conciso sobre ferramentas e instrumentos. *Learning Analytics* (LA) é um tópico de pesquisa emergente na área de Informática na Educação. Eles discutem um conjunto de instrumentos que ajudam a realizar uma análise detalhada das expectativas e necessidades de instituições de ensino em relação à adoção de LA. São instrumentos para identificar as principais necessidades das instituições e examinar alunos, professores e gestores. Este minicurso apresenta conceitos introdutórios sobre LA assim como instrumentos e ferramentas relevantes para a sua adoção e monitoramento em instituições de ensino.

Vitor Rolim, Rafael Ferreira Mello e Rafael Dueire Lins apresentam a jornada **“Análise de Discussões em Fóruns Educacionais Usando Mineração de Texto e Análise de Grafos”** na qual apresentaram a técnica chamada ENA (*Epistemic Network Analysis*), que pode ser utilizada para análise de dados textuais, e o processamento prévio desses dados pode ser realizado pelas técnicas de mineração de texto. O intuito é de abranger o que envolve o desafio de prover uma experiência educacional satisfatória ao aluno de forma a otimizar a construção do conhecimento.

A partir de Natal/RN, e realizado online, novembro de 2020.

Alex Sandro Gomes (UFPE)
André Maurício Cunha Campos (UFRN)
Coordenadores da JAIE 2020



Comitê de Programa

- Coordenadores:

Alex Sandro Gomes | Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

André Maurício Cunha Campos | Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

- Membros do Comitê de Programa:

Alex Gomes | Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

André Campos | Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

Claudia Motta | Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Cristiane Porto | Universidade Tiradentes (UNIT)

Edilson Ferneda | Universidade Católica de Brasília (UCB)

Edson Pimentel | Universidade Federal do ABC (UFABC)

Francisco Oliveira | Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano (IF Sertão-PE)

Ismar Frango Silveira | Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL)

José Francisco Netto | Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

Patrícia Tedesco | Centro de Informática (UFPE)

Patrick Moratori | Universidade Federal Fluminense (UFF)

Ricardo José Rocha Amorim | Universidade do Estado da Bahia/Faculdade de Ciências Aplicadas e Sociais de Petrolina

Rosa Maria E. Moreira Costa | Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)

Sérgio Crespo C. S. Pinto | Universidade Federal Fluminense (UFF)

Outras Coordenações Relacionadas

- **Coordenação Geral do Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2020):**

Charles Andryê Galvão Madeira | Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

Dennys Leite Maia | Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

Isabel Dillmann Nunes | Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

- **Coordenação do XXXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2020):**

Sérgio Crespo Coelho da Silva Pinto | Universidade Federal Fluminense (UFF)

Adja Ferreira de Andrade | Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

- **Coordenação do XXVI Workshop de Informática na Escola (WIE 2020):**

Patricia Cabral de Azevedo Restelli Tedesco | Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Apuena Vieira Gomes | Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

- **Coordenação da IX Jornada de Atualização em Informática em Educação (JAIE 2020):**

Alex Sandro Gomes | Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

André Maurício Cunha Campos | Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

- **Coordenação do Concurso Alexandre Direne de Teses, Dissertações e Trabalhos de Conclusão de Curso em Informática na Educação (CTD-IE 2020):**

Henrique Nou Schneider | Universidade Federal de Sergipe (UFS)

Ismenia Blavatsky de Magalhães | Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

- **Coordenação do VI Concurso Integrado de Desenvolvimento de Soluções de Tecnologia e Objetos de Aprendizagem para a Educação (Apps.Edu 2020):**

Ismar Frango Silveira | Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM)

Emerson Moura de Alencar | Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

- **Coordenação do Painel de Políticas e Diretrizes para Informática na Educação (PPDIE 2020):**

Alex Sandro Gomes | Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

- **Organização Geral:**

Adja Ferreira de Andrade | Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

Alexandre Gomes de Lima | Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

André Maurício Cunha Campos | Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

Apuena Vieira Gomes | Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

Cibelle Amorim Martins | Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

Eduardo Henrique da Silva Aranha | Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

Emerson Moura de Alencar | Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

Ismenia Blavatsky de Magalhães | Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

- **Comitê de Divulgação**

Dennys Leite Maia | Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

Cibelle Amorim Martins | Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)



CBIE 2020

9º Congresso
Brasileiro de
Informática
na Educação

IX Jornada de Atualização em Informática na Educação
(JAIE 2020)

- Comitê Financeiro

Charles Andryê Galvão Madeira | Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

Isabel Dillmann Nunes | Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

- Coordenação de Publicação e Editoração dos Anais

Rafael Dias Araújo | Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

Comitê Gestor da Comissão Especial de Informática na Educação (CEIE)

Coordenador: Alex Sandro Gomes | Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Vice-coordenador: Tiago Thompsen Primo | Universidade Federal de Pelotas (UFPEl)

Comitê Gestor:

Adriano Canabarro Teixeira | Universidade de Passo Fundo (UPF)

André Luís Alice Raabe | Universidade do Vale do Itajaí (Univali)

Bruno Freitas Gadelha | Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

Claudia Lage Rebello da Motta | Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Crediné Silva de Menezes | Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Dennys Leite Maia | Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

Esdras Lins Bispo Junior | Universidade Federal de Jataí (UFJ)

Isabela Gasparini | Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)

José Aires de Castro Filho | Universidade Federal do Ceará (UFC)

Leticia Lopes Leite | Universidade de Brasília (UnB)

Patrícia Cabral de Azevedo R. Tedesco | Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Rafael Dias Araújo | Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

Thais Helena Chaves de Castro | Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

Sociedade Brasileira de Computação (SBC)

Presidência

Raimundo José de Araújo Macêdo (UFBA) – Presidente

André Carlos Ponce de Leon Ferreira de Carvalho (USP) – Vice-Presidente

Diretorias

Carlos André Guimarães Ferraz (UFPE) – Diretor de Finanças

Carlos Eduardo Ferreira (USP) – Diretor de Competições Científicas

Cristiano Maciel (UFMT) – Diretor de Eventos e Comissões Especiais

Edson Norberto Cáceres (UFMS) – Diretor de Relações Profissionais

Francisco Dantas de Medeiros Neto (UERN) – Diretor de Divulgação e Marketing

Itana Maria de Souza Gimenes (UEM) – Diretora de Educação

José Viterbo Filho (UFF) – Diretor de Publicações

Marcelo Duduchi Feitosa (CEETEPS) – Diretor de Secretarias Regionais

Priscila América Solís Mendez Barreto (UnB) – Diretora de Planejamento e Programas Especiais

Renata Galante (UFRGS) – Diretora Administrativa

Rossana Maria de Castro Andrade (UFC) – Diretora de Articulação com Empresas

Wagner Meira (UFMG) – Diretor de Cooperação com Sociedades Científicas

Diretoria Extraordinária

Leila Ribeiro (UFRGS) – Diretora de Ensino de Computação na Educação Básica



Sumário

Capítulo 1. Avanços da Aprendizagem Colaborativa com Suporte Computacional na Educação 4.0	01-22
Juliana Baptista dos Santos França (UFRRJ), Angélica Fonseca da Silva Dias (UFRJ) e Marcos Roberto da Silva Borges (UFRJ)	
Capítulo 2. Computação criativa com Scratch, Mixly e Arduino: Prototipando com HackEduca Conecta	23-52
Elaine Silva Rocha Sobreira (USP), Veronica Gomes dos Santos (UNICAMP) e Edson Sidnei Sobreira (FEI)	
Capítulo 3. Desenvolvendo Jogos Educacionais Digitais Inovadores e Instigantes com o <i>Framework PlayEduc</i>	53-72
Samanta F. Aires (UFRN), Jorge F. R. Barbosa (IFRN) e Charles A. G. Madeira (UFRN)	
Capítulo 4. Desmistificando a adoção de <i>Learning Analytics</i> : um guia conciso sobre ferramentas e instrumentos.....	73-99
Elyda Freitas (UPE), Taciana Pontual Falcão (UFRPE) e Rafael Ferreira Mello (UFRPE)	
Capítulo 5. Análise de Discussões em Fóruns Educacionais Usando Mineração de Texto e Análise de Grafos.....	100-123
Vitor Rolim (UFPE), Rafael Ferreira Mello (UFRPE) e Rafael Dueire Lins (UFPE/UFRPE)	

Capítulo

1

Avanços da Aprendizagem Colaborativa com Suporte Computacional na Educação 4.0

Juliana Baptista dos Santos França, Angélica Fonseca da Silva Dias e Marcos Roberto da Silva Borges

Abstract

The new technological and collaborative resources that everyone is exposed daily have shown great potential for inclusion, sociability, information sharing, and knowledge construction. Any group today collaborates through popular tools like WhatsApp, Zoom, Google Drive, and Social Media. If many advances have occurred from a technological standpoint, challenges and opportunities are still perceived in the application of this evolution in Education, especially in Computer-Supported Collaborative Learning (CSCL). It is known that an individual learns more and better when he is in a welcoming, representative, and collaborative environment. Therefore, collaborative learning is expected to yield good social and academic results. However, CSCL initiatives are known to be unsuccessful. Much of this failure is associated with a lack of planning of the collaboration strategies needed to accomplish the task. This is the time to move forward in the era of Education 4.0 as professionals and an educational research community, more specifically in CSCL. This course discusses the principles of CSCL and the innovation strategies employed in Education 4.0.

Resumo

Os novos recursos tecnológicos e colaborativos a que cada indivíduo é exposto diariamente têm apresentado grande potencial para inclusão, sociabilidade, compartilhamento de informação e construção de saberes. Qualquer grupo hoje colabora por meio de ferramentas populares como WhatsApp, Zoom, Google Drive, e Mídias Sociais. Se muitos avanços ocorreram do ponto de vista tecnológico, ainda se percebem desafios e oportunidades para aplicar essa evolução na Educação, especialmente na Aprendizagem Colaborativa mediada por Computador (CSCL - Computer Supported Collaborative Learning). Sabe-se que um indivíduo aprende mais e melhor quando se encontra em um ambiente acolhedor, de representatividade e colaboratividade. Logo, espera-se que a aprendizagem colaborativa renda bons resultados sociais e acadêmicos. No entanto, são conhecidas iniciativas de aprendizagem

colaborativa mediada por computador (CSCL) que não apresentaram sucesso. Muito desse fracasso está associado a falta de planejamento das estratégias de colaboração necessárias para o cumprimento de uma tarefa. Este é o momento para avançarmos na era da Educação 4.0 enquanto profissionais e comunidade de pesquisa em educação, mais especificamente em CSCL. Este capítulo discute os princípios de CSCL, o planejamento da colaboração voltado ao ensino e as estratégias de inovação empregadas na Educação 4.0.

1.1. Introdução

A Aprendizagem Colaborativa tem sido defendida por educadores e constitui-se de um conjunto de métodos e técnicas de aprendizagem em grupo, no qual a responsabilidade pela aprendizagem de cada indivíduo é compartilhada com os demais membros do grupo. Esta prática de interação social, juntamente com a participação ativa, fortalece o processo educacional e promove o conhecimento coletivo. Dessa forma, percebe-se que a colaboração tem um papel importante na construção do conhecimento.

A evolução do vínculo entre educação e tecnologia tem ampliado as possibilidades de proporcionar ambientes educacionais colaborativos. Comunidades virtuais de aprendizagem e redes sociais educacionais são exemplos de plataformas tecnológicas com inúmeros recursos que viabilizam a materialização do aprendizado em contextos heterogêneos e/ou geograficamente dispersos [Pimentel and Fuks 2011]. A Aprendizagem Colaborativa mediada por computador (CSCL) apresenta o grande desafio de investigar e explorar estas duas grandes áreas, o suporte computacional e a aprendizagem colaborativa, para dar suporte ao aprendizado [Jeong and Hmelo-Silver 2016].

Este capítulo tem por papel fundamental discutir os avanços e desafios da CSCL na era onde os recursos tecnológicos aplicados à aprendizagem têm sido exigidos para viabilizar as atividades acadêmicas no âmbito médio e superior. Faz parte deste capítulo conceitualizar a aprendizagem colaborativa com suporte computacional em tempos da Educação 4.0, discutir alguns métodos de ensino envolvidos, e principalmente discutir o framework Collab_Edu de suporte ao planejamento da colaboração antes da aplicação de qualquer iniciativa de aprendizagem colaborativa. Faz parte também das discussões desse capítulo propor reflexões a respeito da colaboração na educação em tempos de crise.

A organização deste capítulo é estruturada nas seguintes seções: (1) Colaboração na Educação 4.0, onde são discutidas as teorias de colaboração defendidas pela literatura; o framework Collab_Edu proposto com base na experiência prática dos autores e referências bibliográficas de suporte ao planejamento da colaboração. (2) Aprendizagem Colaborativa na Educação 4.0, discutindo a evolução histórica da aprendizagem colaborativa, as diferenças entre metodologia ativa e tradicional e os métodos de ensino. (3) Inovação Colaborativa na Educação 4.0 em tempos de Crise. (4) Considerações finais.

1.2. Colaboração na Educação 4.0

Ao longo dos últimos tempos, temos observado um grande avanço da educação na era 4.0. No entanto, apesar de boa parte das mudanças estarem ocorrendo em termos do papel do professor em sala de aula e dos recursos tecnológicos envolvidos, é notória a

dificuldade de muitas escolas brasileiras se adaptarem tendo em vista a falta de capacitação, recursos privados e governamentais [Laval 2019].

A Educação na era digital é marcada pela mudança de comportamento dos indivíduos, e de suas interações na vida diária. A necessidade de lidar com problemas complexos levou ao surgimento de novas habilidades práticas, conhecimentos, atitudes e mudança comportamental. Essas mudanças são respostas à introdução de novas tecnologias e paradigmas na educação, de forma que os indivíduos estejam melhor preparados para lidar com as demandas da sociedade moderna.

Lin (2019) discute a aceitação do uso de tecnologias na educação e traz importantes reflexões sobre o tema. De acordo com [Fisk 2017, Hussin 2018], os alunos devem aprender não apenas as habilidades e conteúdos predeterminados, mas também a identificar fontes para aprender formas independentes na era da educação 4.0. Para difundir este paradigma de educação, algumas tendências são relacionadas [Garcia et al. 2020]:

1. uso de ferramentas de e-Learning (aprendizagem online), que oferecem oportunidades para aprendizado remoto e individualizado, que pode ser realizado a qualquer momento e em qualquer lugar;
2. A utilização de sala de aula invertida, onde o aprendizado interativo é realizado em sala de aula, enquanto o conteúdo teórico pode ser aprendido fora do horário da aula;
3. A liberdade aos alunos em escolher ferramentas ou técnicas de aprendizagem que preferem;
4. incentivo ao aprendizado prático, por meio de experiências de campo, como estágios, projetos de orientação, e projetos colaborativos;
5. A literacia de dados (Data Literacy) em que os alunos são expostos à interpretação dos dados, e incentivados a aplicar seus conhecimentos teóricos a números, e usar suas habilidades de raciocínio para fazer inferências baseadas na lógica e nas tendências de determinados conjuntos de dados;
6. A avaliação diferenciada por aluno, utilizando plataformas computacionais;
7. A consideração sobre a opinião dos alunos ao projetar e atualizar o currículo pedagógico; e,
8. A responsabilidade compartilhada de aprendizado entre professores e alunos.

Diante das tendências citadas, observa-se que a colaboração é um aspecto inerente a maioria. Ao pensar em ferramentas de e-learning, podemos discutir como essas mesmas ferramentas podem dar suporte a grupos de alunos em suas tarefas acadêmicas. Essas mesmas tarefas podem ser síncronas ou assíncronas, sendo necessário um planejamento claro da colaboração necessária para o desenvolvimento da tarefa.

Na era da Educação 4.0, observamos, que a avaliação colaborativa de alunos a partir de plataformas computacionais é factível, onde os próprios pares acompanhados por um tutor poderiam se envolver nesta atividade. As teorias da colaboração já têm sido amplamente aplicadas na educação, no entanto, pouco preparo tem sido dedicado a este assunto. O que se observa na prática é a junção de alunos em um grupo, sem considerar aspectos como: características pessoais dos alunos, nível já absorvido do conteúdo, local

para o desenvolvimento da tarefa e recursos tecnológicos necessários. É importante destacar que o indivíduo assimila informações de maneira diferente diante das múltiplas mídias disponíveis e, para isso, o especialista (em nosso caso professor, instrutor ou tutor) precisa repensar as maneiras de transmitir o conhecimento. Nesta seção, a relação das tendências da Educação 4.0 é discutida à luz da colaboração. Nas subseções a seguir serão apresentadas as teorias e modelos de colaboração e também um framework de suporte ao planejamento da colaboração na Educação 4.0.

1.2.1 Teorias e modelos de colaboração

De acordo com Fuks et al. (2011), as teorias e modelos, de são de fundamental interesse para apoiar a seleção e projeto de sistemas apoiados no trabalho em grupo. Através dessas teorias e modelos é possível compreender como as pessoas colaboram e como se relacionam com o uso da tecnologia. Ao direcionar nossa atenção para a área de aprendizagem colaborativa, as teorias e modelos de colaboração atuam como efetivos na definição de ferramental tecnológico para apoio da aprendizagem colaborativa, além de dar suporte ao entendimento das interações sociais e de aprendizagem necessárias. Nesta subseção serão apresentadas algumas teorias e modelos da colaboração como Teoria de Jogos, Teoria da Evolução da Colaboração, Teoria da Atividade, Modelo 3C de colaboração.

Na Teoria dos Jogos, a relevância está nos cenários de tomadas decisões estratégicas onde o resultado de cada participante depende da decisão dos demais envolvidos na sessão colaborativa. Um exemplo clássico é a fuga de congestionamentos de trânsito em véspera de feriado. Considere que poucas pessoas terão disposição para levantar-se mais cedo da cama e dirigir-se a estrada rumo ao seu destino para o feriado. Neste caso, a decisão indicada para fugir do trânsito seria acordar mais cedo para ter o caminho livre. Contudo, se estivermos enganados e a maioria pensar como nós, o caminho estará congestionado para nós e livre para os pouco que dormiram até mais tarde.

A Teoria da Evolução da Colaboração defende como a colaboração emerge e se mantém em um cenário competitivo. Essa teoria, também conhecida como “toma lá dá cá” (“tit for tat”), segue três regras básicas: (i) Contribua. Nunca seja o primeiro a trair; (ii) Se for traído, retalie; (iii) Esteja preparado para perdoar a traição após uma retaliação. A Teoria da Atividade apresenta como os seres humanos realizam atividades em situações cotidianas, individualmente e em sociedade. Nessa teoria, a atividade apoia a compreensão das ações de uma pessoa ou um grupo. Essas realizam ações sobre um objeto a fim de alcançar um objetivo. Neste caso, um objeto pode ser concreto como um documento, ou abstrato como uma ideia ou decisão a ser tomada.

Os três fundamentos que viabilizam o trabalho em grupo (colaboração) são: comunicação, coordenação e cooperação. Esta classificação veio a ser conhecida como o Modelo 3C de colaboração. Mais tarde, o modelo foi estendido para incluir o papel da percepção (*awareness*) do indivíduo nas relações entre os 3C's (Figura 1.1).

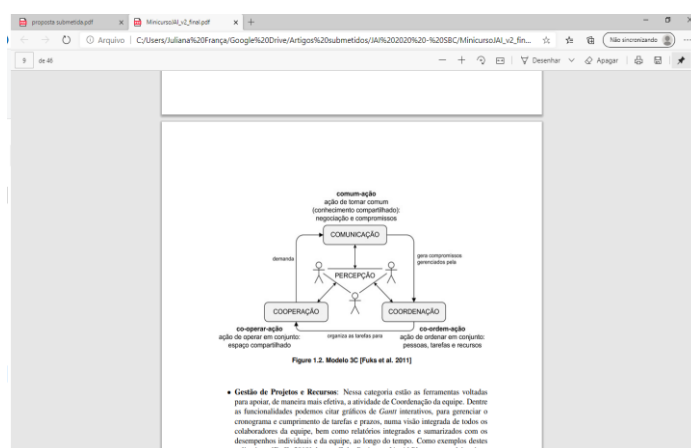


Figura 1.1. Modelo 3C [Fuks et al. 2011]

A Comunicação pode tomar várias formas: troca de mensagens, argumentação e negociação entre pessoas; a Coordenação inclui o gerenciamento de pessoas, atividades e recursos e a Cooperação é a ação conjunta em espaço compartilhado para a produção de objetos e informações. Este espaço pode ser um espaço virtual, pasta compartilhada, mesa digital ou qualquer outro tipo de espaço onde o trabalho seja realizado por um grupo de pessoas. Através da Percepção, o indivíduo se mantém informado sobre o andamento do trabalho do grupo: como está o andamento global, sobre o que as outras pessoas estão conversando, no que elas estão trabalhando, qual o objetivo de cada um e seu papel no contexto de trabalho e que informações são necessárias para seu trabalho.

O Modelo 3C exerce influência direta na concepção e desenvolvimento de sistemas de *groupware* (ferramentas tecnológicas tendo como fundamento os aspectos da colaboração). A literatura discutiu e tem discutido a engenharia de *groupware* fundamentada no Modelo 3C. As ferramentas de *groupware* tem se mostrado fortemente inseridas na sociedade. Muito desta constatação se dá por sua raiz nos conceitos explorados no modelo 3C. Em sociedade, observa-se uma necessidade por relações interpessoais, pelo estabelecimento de protocolos, de compromissos e por tomada de decisões em conjunto a fim de que o trabalho possa ser realizado e objetivos possam ser alcançados. Com base nisso, temos observado uma demanda por *groupwares* para a condução de trabalhos, aulas e interações sociais. Em momentos em que a presença física se torna um impedimento, estratégias tecnológicas que mantenham o contato virtual e fomentem ações colaborativas têm sido empregadas.

Diferentes são as funcionalidades exigidas a fim de que uma ferramenta tecnológica possa ser colaborativa. O Modelo 3C tem, portanto, o papel de orientar sobre quais funções devem ser previstas nessas ferramentas, classificadas de acordo com seus prismas: comunicação, cooperação e coordenação. Ferramentas de troca de mensagens instantâneas estão cada vez mais aprimoradas, permitindo o envio de textos, áudio, imagens, vídeos, sem contar a troca de emoções através do uso de *emojis*. Exemplos clássicos são Whatsapp, Telegram, Zoom, Hangout. Essas ferramentas apresentam claramente estratégias de comunicação entre indivíduos onde ações de negociação e afirmação de compromissos são observadas a fim de que as partes se entendam. Há também ferramentas de comunicação onde a interação não precisa acontecer em tempo real como ocorre nos Emails.

Dessa forma, vemos que a comunicação pode ocorrer através de linguagem verbal, textual, corporal ou de sinais; e também de acordo com o tipo de comunicação: síncrona ou assíncrona. A comunicação onde o emissor e receptor enviam e respondem mensagens em um intervalo de tempo pequeno, quase imediato é do tipo síncrona; enquanto na assíncrona, o emissor envia uma mensagem e não espera resposta rapidamente, i.e., a mensagem fica armazenada até que o receptor leia e responda.

O papel da coordenação nas ferramentas de *groupware* está relacionado à organização do grupo para evitar que esforços de comunicação e de cooperação sejam perdidos e para que as tarefas sejam realizadas na ordem correta, no tempo correto e cumprindo as restrições e objetivos. Exemplos de ferramentas de groupware que atuam frente à coordenação de tarefas são: Workflow, Discord.

Apesar de vitais, a comunicação e a coordenação não são suficientes. É necessário um espaço para criar entendimento compartilhado. Cooperação é a operação conjunta dos membros do grupo no espaço compartilhado visando a realização das tarefas gerenciadas pela coordenação. Indivíduos cooperam produzindo, manipulando e organizando informações, construindo e refinando objetos de cooperação, como textos, planilhas e gráficos. Exemplos de ferramentas atuais que atuam sob os objetivos da cooperação são: Dropbox, GoogleDrive, OverLeaf.

1.2.2. Collab_Edu: Planejamento da Colaboração em Educação

Estudos apontam que a aplicação de estratégias da aprendizagem colaborativa tem apresentado melhores resultados quanto ao engajamento dos alunos, motivação pela aprendizagem e resultados acadêmicos; quando há planejamento da colaboração necessária para o cumprimento das tarefas [Tardelli et al. 2019, Ferreira et al. 2020, Reis e Isotani 2019]. Diante disto, o framework Collab_Edu propõe uma estratégia de planejamento da colaboração com finalidades educacionais. O papel do **framework Collab_Edu** é orientar professores, gestores e tutores na organização das tarefas em grupo, permitindo um trabalho direcionado aos alunos quanto aos aspectos de colaboração esperados. Esse Framework impactará também os alunos, permitindo que eles conheçam como a colaboração em grupo deve acontecer a fim de que os resultados da tarefa sejam mais promissores.

Conforme pode ser visto na Figura 1.2, o framework é estruturado em quatro módulos: ‘Definição da atividade’, ‘Dinâmica da atividade’, ‘Ferramentas necessárias’ e ‘Formação de grupo’. Cada um desses módulos é organizado com base nos pilares do Modelo 3C: comunicação, cooperação, coordenação e percepção [Fuks et al. 2011]. A Figura 1.3 faz um mapeamento objetivo dos conceitos inerentes a cada um dos pilares do Modelo 3C, frente aos módulos do Collab_Edu.



Figura 1.2. Framework de planejamento da colaboração em educação

O Módulo Definição da Atividade visa orientar professores e alunos quanto ao tipo de atividade a ser desempenhada. Esse módulo apresenta aos professores quatro potenciais tipos de tarefa (Pesquisa, Apresentação, Debate e Criação). Caberá ao professor escolher um dos tipos, ou mesmo, uma integração de tipos diferentes, a fim de que os alunos pratiquem os novos saberes desenvolvidos. Caberá ao aluno se preparar para a execução de tarefas com o tipo definido. Neste módulo será necessário um entendimento pleno do tipo de atividade e dos participantes da aula/atividade educacional. É importante investigar também como esta atividade se enquadra no planejamento da aula desenvolvido pelo professor, e se há um espaço compartilhado disponível para os alunos participarem da atividade.

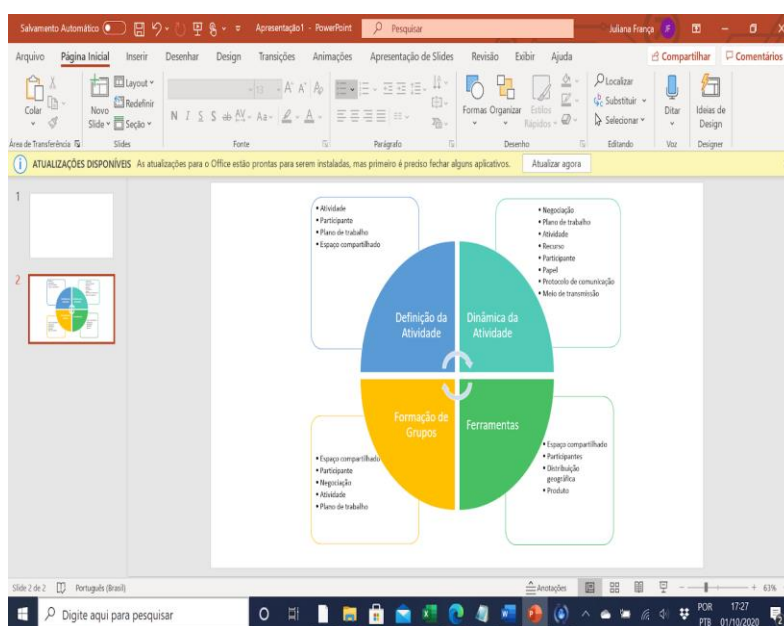


Figura 1.3. Mapeamento dos conceitos da ontologia de colaboração [Vivacqua and Garcia 2011] sobre os módulos do framework Collab_Edu

No módulo Dinâmica da Atividade, os professores deverão informar ou negociar qual protocolo de interação é esperado que seja executado pelo grupo entre professor-aluno, aluno-aluno, professor-professor. O grupo deverá buscar pelo senso comum ou haverá um representante com maior poder de decisão no grupo? É esperado também que os professores informem os pré-requisitos da atividade (competências técnicas e sociais exigidas, tempo disponível, espaço físico ou virtual disponíveis, infra-estrutura necessárias). O professor deverá orientar seus alunos quanto ao tipo de avaliação, informando os produtos que deverão ser produzidos e entregues, além dos aspectos subjetivos que estarão em avaliação.

O módulo Ferramentas Necessárias visa orientar tanto professor, aluno, tutores e gestores educacionais sobre as ferramentas necessárias para as práticas de ensino. Essas ferramentas podem ser tecnológicas ou não. No entanto, todos os papéis envolvidos precisam conhecer as potencialidades das ferramentas a fim de que a experiência educacional seja plena e sem interferência externa ao aprendizado. Neste módulo, os papéis envolvidos deverão se organizar, tendo como premissa as: discussões que levem a resultados sobre o espaço compartilhado necessário para uso da ferramenta e condução da atividade; conhecer os participantes da atividade e qual a relação deles com as ferramentas escolhidas; negociar com os participantes sua capacitação sobre as ferramentas que serão usadas nas atividades educacionais; verificar se a atividade educacional, quando executada na ferramenta proposta, é capaz de gerar os produtos esperados; entender qual a distribuição geográfica dos participantes da atividade e, portanto, quais requisitos a ferramenta usada na atividade deve atender.

Na Formação de Grupos, o planejamento da colaboração é trabalhado tendo como objeto de investigação as características dos alunos na atividade educacional. Neste módulo, o planejamento da colaboração destaca a necessidade em conhecer o perfil psicológico dos alunos participantes e como a junção de perfis similares ou diferentes podem impactar a execução da atividade em grupo. Para planejar a formação de grupos, a atividade proposta deve ser bem entendida para que o professor consiga definir o

tamanho dos grupos. Se existe a necessidade por tarefas em grupo com alto grau de discussão orientada, a preferência deve ser por grupos menores (até 5 participantes) e auto organizados. Caso a necessidade seja por alto grau de prospecção, grupos maiores (até 8 participantes) são indicados para concentrar no grupo diferentes pontos de vista e perfis sociais.

É importante destacar que o Collab-Edu propõe uma orientação para apoiar o planejamento da colaboração em atividades educacionais. Este framework não apresenta aspectos assertivos, mas sim destaca ações importantes que precisam ser pensadas e definidas antes da execução da atividade educacional colaborativa. Na próxima seção será discutida a aprendizagem colaborativa com suporte educacional na era da educação 4.0.

1.3. Aprendizagem Colaborativa com Suporte Computacional na Educação 4.0

A aprendizagem colaborativa é um ramo das ciências da aprendizagem que estuda como as pessoas podem aprender em grupo. A aprendizagem colaborativa apresenta uma visão pedagógica baseada em teoria e pesquisa de como o CSCL poderia ser dado o desenvolvimento de suportes computacionais inovadores e novas formas de conceituar conhecimento (epistemologia), pensamento (cognição) e aprendizagem (colaborativa).

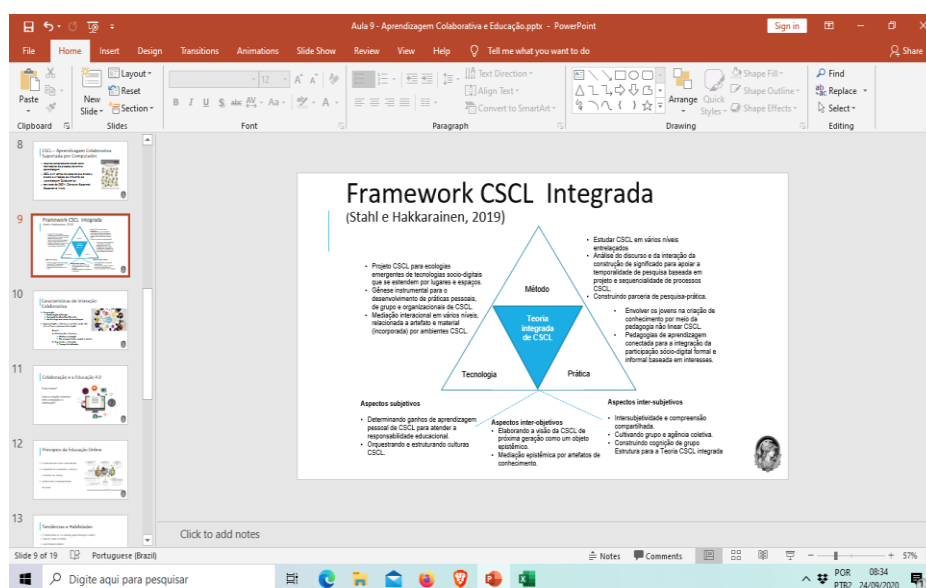


Figura 1.4. Framework CSCL [Adaptado de Stahl and Hakkarainen 2020]

A Figura 1.4 apresenta uma análise das inter-relações e modelagem mútuas entre as tecnologias, práticas e métodos para CSCL caracterizados como:

- **Tecnologia:** Com o surgimento do campo CSCL foi associado ao desenvolvimento de tecnologias de informação e comunicação ou sistemas de *groupware* que possibilitaram a interação e colaboração síncronas e assíncronas entre os alunos. Estes desenvolvimentos inspiraram ambientes e teorias para a aprendizagem colaborativa, que continuaram sendo mediados e desenvolvidos por tecnologias sócio digitais. No entanto, o uso de aplicativos de mídia social com foco tradicional da CSCL, vem sendo usados com aplicativos especializados para colaboração. A mídia social desenvolvida comercialmente como Facebook ou Twitter são predominantemente projetadas para a troca de opiniões pessoais

(resultando em muitas notícias e *fake news*), em vez de apoiar processos de construção de conhecimento.

- **Método:** Para aplicação de CSCL são necessários um conjunto de métodos, processos e práticas. Eles contribuem para o redesenho das tecnologias e modelos pedagógicos a aplicação. As análises das aplicações de CSCL motivaram teorias de cognição que são distribuídas de forma temporal e social. O campo de pesquisa da CSCL desenvolveu métodos específicos e práticas investigativas para estudar a aprendizagem colaborativa em vários níveis: desde o indivíduo e pequenos grupos até a sala de aula / comunidade / unidades culturais / sociais de análise.
- **Prática:** Os impactos das tecnologias CSCL são mediados tanto por práticas educacionais existentes, quanto pelo uso difundido dessas tecnologias na aprendizagem. O uso educacional das tecnologias CSCL é um esforço sistêmico ancorado nas práticas sociais de alunos, professores e instituições educacionais. Os pesquisadores da área de CSCL têm buscado desenvolver estruturas pedagógicas e diretrizes para apoiar a inovação da CSCL juntamente com o desenvolvimento de teorias para a compreensão das práticas e sua dinâmica transformadora. O uso e implementação do CSCL pode melhorar a qualidade da aprendizagem, democratizar o conhecimento e promover a igualdade do aprendizado através de experimentos de modelos iterativos e colaborativos no contexto educacional.

Entende-se que a teoria de CSCL é uma visão pedagógica baseada em teoria e pesquisa de como a aprendizagem colaborativa poderia ser dada o desenvolvimento de suportes computacionais inovadores e novas formas de conceituar conhecimento (epistemologia), pensamento (cognição) e aprendizagem (colaborativa). Portanto, CSCL não é simplesmente o estudo do uso de tecnologias existentes em ambientes educacionais convencionais, conforme analisado por métodos e teorias tradicionais. A seguir, será discutida a evolução histórica da aprendizagem colaborativa com suporte computacional.

1.3.1. Evolução histórica da Aprendizagem Colaborativa com Suporte Computacional

De acordo com Stahl et al. (2006), CSCL teve sua ascensão em 1996, com o principal objetivo de reagir aos softwares da época que visavam estimular o ensino individualista e com poucas interações em grupo. Isso foi possível dada a estrutura web já disponível nesta época.

No entanto, durante o desenvolvimento da CSCL, os problemas de design, disseminação, e o aproveitamento das vantagens trazidas pelos novos softwares educacionais tornaram-se cada vez mais aparente. Diante disso, ficou clara a necessidade de transformação do conceito de aprendizagem no ensino e em como ser aluno e professor. Com as discussões e novas propostas de métodos de ensino via os paradigmas da CSCL, o professor deixa de assumir o protagonismo absoluto em suas aulas e o aluno passa a exercer o papel de co-criação e co-desenvolvimento dos novos saberes discutidos.

Ao traçar um paralelo com os dias atuais, percebe-se uma crescente evolução dos paradigmas de CSCL aplicados ao ensino. Hoje, as discussões vão além se a aula colaborativa será a distância, presencial ou online, mas sim se a estrutura pedagógica e a infra-estrutura previstas são suficientes a fim de envolver o aluno no processo ensino-aprendizagem. Para aprofundar essa discussão, apresentamos a seguir as características e diferenças entre metodologia ativa e tradicional.

1.3.2. Diferenças entre metodologia ativa e tradicional

Para Bacich e Moran (2018), o uso de “metodologias ativas são estratégias de ensino centradas na participação efetiva dos estudantes na construção do processo de aprendizagem, de forma flexível e interligada”. A metodologia ativa é qualquer abordagem onde todos os alunos participam ativamente do processo de aprendizagem.

O aprendizado ativo pode assumir muitas formas e ser executado em qualquer disciplina. Comumente, os alunos se engajam em atividades pequenas ou grandes centradas em escrever, falar, resolver problemas ou refletir. A metodologia ativa está em contraste com os métodos tradicionais de ensino, pela mudança de papel do aluno.

Na abordagem tradicional, os alunos são receptores passivos de conhecimento de um especialista. Na ativa, os alunos participam ativamente da construção do conhecimento com o apoio de um especialista. A mudança fundamental está no papel que o professor assume, passando de protagonista para coadjuvante no processo de aprendizado de seus alunos. De acordo com [Costa et al. 2020], as principais vantagens das metodologias ativas (centrada no aluno) são:

- Estimular as diferentes formas dos alunos aprenderem: considerando diferentes objetos de aprendizagem.
- Estimular as competências da era atual: O enfoque maior será explorar o comportamento proativo de alunos, competências colaborativas, abertura para interação com objetos tecnológicos em atividades de aprendizagem.
- Deixar as aulas mais dinâmicas: Explorar a atuação do aluno como também provedor de novos conhecimentos e inserção de recursos tecnológicos na aprendizagem que já fazem parte do dia a dia dos alunos como: redes sociais, histórias e games.

Enquanto as principais desvantagens das metodologias ativas são destacadas por:

- Maior dificuldade na garantia de um aprendizado comum a todos: É preciso direcionar o ensino para a necessidade individual de cada aluno. Dessa forma, há uma mudança de paradigma de ensino onde o aluno passa ser o protagonista e quem demandará suas necessidades individuais para o processo de ensino-aprendizagem.
- Dificil aceitação dos alunos no começo (já que exige mais esforço): é preciso propor soluções para as dificuldades de introduzir mudança cultural em um sistema de ensino com práticas muito arraigadas no ensino passivo.

Algumas metodologias ativas ganharam muita notoriedade nos últimos anos, tanto no meio científico, quanto em sala de aula. Vários pesquisadores buscaram comprovar a efetividade dessas metodologias, enquanto elas eram praticadas por milhões de professores brasileiros em sala de aula. Dentre as principais metodologias ativas podemos citar: Ensino Híbrido, Aprendizagem baseada em problemas, Aprendizagem baseada em projetos, Rotinas de pensamento (*Thinking Routines*), Aprendizagem baseada em equipes. Na próxima subseção serão discutidos em detalhes as metodologias destacadas.

1.3.3 Métodos de Ensino

Nesta seção apresentaremos alguns métodos de ensino difundidos na literatura e sua interface com a aprendizagem colaborativa. Esses métodos serão: Sala de Aula Invertida, Aprendizagem baseada em projetos, Rotina de pensamentos, Aprendizagem baseada em equipes, Aprendizagem baseada em problemas. Para a prática de cada método, é recomendado planejar as estratégias de colaboração e, portanto, o Framework Collab_Edu é indicado para ser aplicado antes da execução dos métodos de ensino com fundamentos de colaboração.

- **Ensino Híbrido - Sala de aula invertida (*Flipped Classroom*)**

O Ensino Híbrido é um modelo de educação formal que se caracteriza por mesclar dois modos de ensino: Online e Offline. No online, o aluno possui controle sobre algum elemento do seu estudo na escola ou fora dela, como o tempo, forma, ritmo ou local. Já o offline deve ser realizado na escola, e pode ter vários momentos diferentes [Stöhr et al. 2020].

Nesse sentido, a ideia é a parte online e offline se conectarem e complementarem, proporcionando diferentes formas de ensinar e aprender. Existem vários modelos de ensino híbrido: os sustentados e os disruptivos. Os sustentados são conhecidos como: “rotação por estações”, “laboratório rotacional”, “rotação individual” e “sala de aula invertida”. Já os disruptivos são: “modelo flex”, “modelo à la carte”, “modelo virtual enriquecido”.

A aula invertida tem sido vista de forma reducionista como assistir vídeos antes e realizar atividades presenciais em um segundo momento. Essa é uma das formas de inversão. O aluno pode partir de pesquisas, projetos e produções para iniciar-se em um assunto e, em seguida, aprofundar seu conhecimento e competências com atividades supervisionadas. Dentro de um cenário online o modelo pode ser utilizado para aumentar a interação do aluno com seus colegas e com o professor.

O modelo de sala de aula invertida pode ter um alcance ainda maior quando é combinada com algumas dimensões da personalidade do aluno e sua individualidade, como autonomia e a flexibilização. Parte do processo de aprendizado pode ser iniciado antes do encontro coletivo da sala de aula e pós sala de aula.

A atividade em sala de aula invertida é realizada para estimular a investigação e/ou design e permitir envolver os alunos em cada fase das atividades com o objetivo de ampliar o conhecimento, a aquisição de habilidades e o processo de resolução de problemas. Neste método os alunos aprendem novos fundamentos conforme necessário. Estudos como os de [Reidsema et al. 2017, Keengwe 2014, Stohr et al. 2020, Schneiders 2018], propõem uma análise do local onde será conduzida a atividade educacional, para a partir disso realizar uma análise das ferramentas tecnológicas a serem empregadas.

A estratégia ativa – aula invertida e um modelo híbrido - otimiza o tempo da aprendizagem e do professor. O conhecimento básico ficando a cargo do aluno e as fases seguintes têm a interferência do professor e a interação dos grupos na sala de aula presencial ou virtual. Bergmann e Sams (2016) foram os pioneiros de algumas técnicas da aula invertida utilizando o vídeo como material para estudo prévio, com a vantagem de que cada aluno fique livre para assistir em seu ritmo o material disponibilizado pelo professor.

A metodologia para a sala de aula invertida apresenta atividades individuais e em equipe, estudos de caso, leitura, dinâmicas em sala de aula, apresentações, entre outras atividades que acabam contemplando todos os estilos de aprendizagem, tornando a aula mais dinâmica e interativa [Trevelin et al. 2013, Awidi and Paynter 2019]. Estes estudos identificaram que o uso das metodologias de aula invertida pode ser observado no desempenho dos alunos apresentando uma melhoria quantitativa e qualitativa no desempenho. Além disso, a partir do planejamento da colaboração nos grupos de sala de aula e aplicação do método também mostrou eficiência de forma positiva em relação aos professores.

- **Rotinas de pensamento (*Thinking Routines*)**

As rotinas de pensamento (*Thinking Routines*) são definidas por padrões simples de pensamento que podem ser usados no aprendizado de diferentes áreas de forma repetida. Este método aplicado em sala de aula oferece aos alunos estruturas com uso de ferramentas promovendo ambientes de aprendizado interativo. As Rotinas de Pensamento também podem ser pensadas como um padrão de comportamento e uma manifestação do modo de operação de um grupo [Sepulveda and Venegas-Muggli 2019].

Para os autores [Wolberg and Goff 2012, Pinedo et al. 2018], a experiência de construção de significados dentro das Rotinas de Pensamento envolvem uma variedade de contextos e experiências sociais. Além disso, os estudos tratam da aquisição da linguagem que afetam diretamente o desenvolvimento cognitivo fornecendo ao aluno uma linguagem comum de pensamento, através de ferramentas apropriadas.

Os estudos sobre este método, enfatizam o papel fundamental da interação social promovendo a compreensão. O pensar engloba uma gama de habilidades cognitivas que incluem fazer comparações, raciocinar, analisar, deduzir e refletir, habilidades que são relevantes independentemente do ambiente de aprendizagem. Um aluno exposto a diferentes tipos de pensar, pode tornar-se mais consciente de maneiras significativas para interagir com diferentes artefatos. Estes pensamentos e estratégias podem fortalecer o planejamento de tarefas de colaboração e, com isso potencializar o método e o desempenho do aluno.

A partir do uso de modelos colaborativos e uma estratégia de aprendizagem voltada para Rotinas de pensamento, espera-se fortalecer e apoiar a aprendizagem e pensamento do aluno. A oportunidade de usar estratégias e desenvolver habilidades dentro de vários contextos, nutrem o processo de aprendizagem e torna toda a experiência mais pessoal e relevante para os alunos e educadores. O propósito de rotinas de pensamento de forma simples, explícitas, de fácil aprendizagem é oferecer aos educadores possibilidades de criar experiências de aprendizagem inovadoras.

- **Aprendizagem baseada em equipes (*Team-Based Learning*)**

A aprendizagem baseada em equipes é uma estratégia de ensino projetada para apoiar o desenvolvimento de equipes de aprendizado de alto desempenho e oferecer oportunidades para essas equipes se engajarem em tarefas significativas de aprendizado [Fink 2004]. Originalmente desenvolvido para escolas de administração, a aprendizagem baseada em equipes é estruturada em quatro princípios: (i) Os grupos devem ser adequadamente formados e gerenciados; (ii) os alunos devem ser responsabilizados por seus trabalhos em grupo; (iii) as tarefas de grupo devem promover tanto o aprendizado quanto o

desenvolvimento de equipes; e (iv) os alunos devem ter feedback de desempenho frequente e oportuno [Johnson 2009].

Para Michaelsen et al (2008) estudos de TBL (*Team-Based Learning*) são voltados para criar e implementar atribuições de grupos. Os autores destacam os elementos chave para conduzir o trabalho em grupos de maneira eficaz: (i) as atribuições devem sempre ser projetadas em torno de um problema que seja significativo para os alunos; (ii) todos os alunos da turma devem estar trabalhando no mesmo problema; (iii) os alunos devem ser solicitados a fazer uma escolha específica com relação à solução do problema; e (iv) os grupos devem relatar simultaneamente suas escolhas (Figura 1.5). Além disso, os procedimentos se aplicam a todos os três estágios nos quais os alunos preparam suas atividades individuais antes das discussões em grupo, discussões com grupos e discussão com toda a classe entre os grupos.



Figura 1.5. Framework de Criação de Grupo de Trabalho Efetivo (Adaptado de Michaelsen, 2008)

Os autores também apresentam os principais fatores para obter o máximo impacto positivo na aprendizagem, considerando a organização proposta na Figura 1.5:

- Significativo - indivíduos e grupos devem trabalhar em um problema, caso ou questões que demonstrem a utilidade do conceito;
- Problema de semântica - indivíduos e grupos devem trabalhar no mesmo problema, caso ou questão;
- Escolha específica - indivíduos e grupos devem ser obrigados a usar os conceitos do curso para fazer uma escolha específica;
- Relatar simultaneamente - se possível, indivíduos e grupos devem relatar suas escolhas simultaneamente.

O estudo demonstra que a melhor forma de atingir o objetivo da atividade é exigir que os alunos façam uma escolha específica. É importante que os membros recebam informações e produza uma decisão simples. Na sala de aula, a melhor maneira de promover a discussão relacionada ao conteúdo é usar tarefas que requeiram grupos, que trabalhem de forma colaborativa para usar os conceitos e tomar decisões sobre questões apresentadas.

O uso de Aprendizagem Baseada em Equipe (TBL) na educação cresceu exponencialmente e não se restringe à área de educação. TBL tem sido aplicado também na área de saúde. No entanto, até o momento os estudos se basearam em medidas tradicionais de sucesso acadêmico, como pontuações em testes e avaliações do curso [Reimschisel 2017]. Estudos de TBL futuros devem controlar fatores potencialmente confusos, como tempo na tarefa, desenvolvimento profissional fornecido aos facilitadores

antes de implementar TBL, e o efeito de novas técnicas de ensino no envolvimento do professor e aluno.

- **Aprendizagem baseada em problemas (*Problem-Based Learning*)**

A aprendizagem baseada em problemas (*Problem-Based Learning*), é a construção do conhecimento a partir da discussão em grupo de um problema [Boud and Feletti 1998, Savin-Baden and Major 2004]. Nela, o aluno estuda individualmente sobre determinado assunto antes da aula, e registra todas as suas dúvidas ou dificuldades. Durante a aula, acontecem discussões em grupo sobre os problemas apresentados e diferentes pontos de vista são considerados sobre a questão. Esta dinâmica tem por papel enriquecer os envolvidos, desenvolvendo neles novas competências e permitindo que novos horizontes sobre o problema seja atingido. Desta forma, a participação de cada aluno no grupo de discussão é essencial, incentivando o trabalho em equipe e a comunicação.

O interesse sobre Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) tem crescido nos ambientes educacionais. No entanto, a abordagem apresenta desafios, principalmente no que tange as formas de aprendizagem orientada a ação. A PBL é uma abordagem na qual é afetado pelo ambiente estrutural e pedagógico em que é inserida. Ela pode receber estímulos tanto na própria disciplina, dos professores ou institucional. Embora reconheçamos que a aprendizagem baseada em problemas necessite de mudanças, existem aspectos delineados que possibilitam a organização de construtos teóricos apoiando uma análise mais profunda no ciclo da aprendizagem baseada em problema.

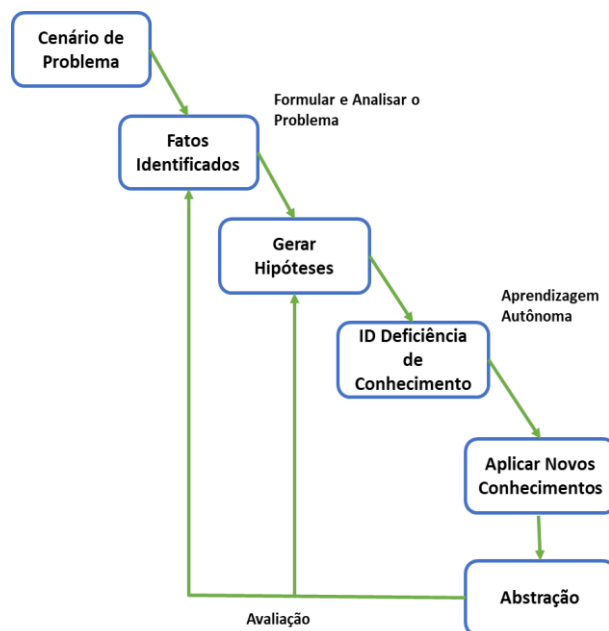


Figura 1.6. Ciclo da aprendizagem baseada em problema [Adaptado de Hmelo-Silver 2004]

O ciclo de aprendizagem apresentado na Figura 1.6 está baseado na solução de problemas e engloba 6 fases: (i) Cenário de problema: os alunos discutem a natureza do problema; (ii) Fatos identificados: levantamento de elementos relacionados ao problema; (iii) Gerar hipóteses: os alunos levantam as hipóteses encontradas no cenário; (iv) ID

Deficiência de Conhecimento: os alunos buscam habilidades e conhecimentos não existentes no grupo; (v) Aplicar Novos Conhecimentos: as necessidades de conhecimentos novos são compartilhadas e aplicadas nos grupos; e (vi) Abstração: os alunos são convidados a abstrair suas ideias e buscar soluções.

A aprendizagem baseada em problemas permite ao aluno rever fatos identificados anteriormente, podendo gerar novas hipóteses sobre eles. Este ciclo também permite que o aluno reforce o aprendizado buscando de forma autônoma expandir o conhecimento.

1.4. Inovação colaborativa na Educação em tempos de Crise

O Educação 4.0 faz menção ao conceito e uso de Internet inteligente que afirma que os conteúdos destinados aos internautas serão cada vez mais personalizados e interativos. Diante desse cenário, temos como principal característica o fato de as tecnologias estarem cada vez mais no nosso cotidiano, e também dentro da sala de aula, promovendo e estimulando a troca de conhecimento.

O foco, porém, vai deixando de ser somente os recursos tecnológicos e passa a ser o como utilizar as ferramentas digitais e como elas podem proporcionar interação, ludicidade e o fazer coletivo. Um grande desafio da educação nos tempos atuais está em repensar formas de aprender no contexto colaborativo e virtual. Dunwill (2016) discute mudanças que devem ser estruturadas e planejadas para um futuro próximo. Entre elas está a adoção de diferentes modelos de tarefas, capazes de acomodar estilos distintos de aprendizagem como a CSCL. Os ambientes de aprendizado digital e colaborativo têm gerado mudanças em como as instituições constroem seus ecossistemas de aprendizagem, tanto para alunos quanto para os professores.

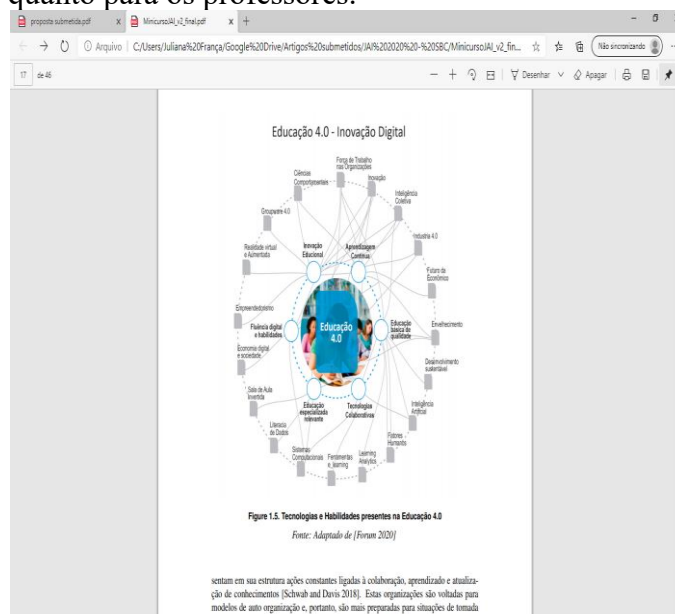


Figura 1.7. Educação 4.0 - Estratégias de inovação [Garcia et al. 2020]

A tecnologia traz, a cada dia, uma infinidade de novas oportunidades e um enorme crescimento. Este novo cenário exige diferentes perfis que promovam o trabalho em equipe, promovendo a resiliência, respeito, a diversidade, a criatividade, facilidade para tomada de decisão e liderança, que passam a fazer parte da lista de requisitos exigidos nas equipes. É preciso preparar os alunos para atuarem nesse novo contexto, principalmente em tempos de COVID19 (provocada pelo novo coronavírus (SARS-CoV-2)). Tendo o

ambiente escolar que ser reinventado, oferecendo estruturas mais flexíveis e favoráveis para o desenvolvimento pedagógico e a aprendizagem significativa, mas também é essencial desenvolver o aluno enquanto cidadão, com base nas tão faladas habilidades socioemocionais.

A Figura 1.7 apresenta o contexto da Educação 4.0 e suas inter-relações entre diferentes habilidades e áreas da aprendizagem. Neste contexto, a inovação educacional abre espaço para a disseminação e uso de tecnologias aplicadas em diferentes segmentos como: economia digital, sala de aula, alfabetização de dados (Literacia de Dados), educação online, sistemas computacionais, *learning analytics*, fatores humanos, inteligência artificial, desenvolvimento sustentável, indústria 4.0, inovação social, inteligência coletiva e ciências comportamentais. Fica claro nesta ilustração e com as discussões desse capítulo, que as tecnologias e habilidades apresentadas andam de mãos dadas com a aprendizagem colaborativa.

É fato notório a necessidade por avanços de estratégias a fim de viabilizar a aprendizagem colaborativa. É notório também o surgimento de métodos de ensino e ferramental tecnológico de suporte à aprendizagem com alta carga de colaboração. No entanto, pouco se tem pensado em como preparar professores e alunos para este novo momento da educação, principalmente se pensarmos no momento atual de Pandemia e no Pós-pandemia.

1.5. Considerações Finais

Este texto abordou conceitos e aspectos gerais da Avanços da Aprendizagem Colaborativa com Suporte Computacional, tendo como domínio de aplicação os requisitos advindos da Educação 4.0, Métodos de Ensino e Modelos de Colaboração. Discutimos como esses requisitos ajudam a delinear o que chamamos de Educação 4.0. Neste texto, apresentamos também o framework Collab_Edu, que aponta estratégias de planejamento da colaboração em educação com o objetivo de orientar professores e alunos quanto ao tipo e dinâmica das atividades educacionais propostas, ferramentas tecnológicas e infra-estrutura necessárias para a condução das atividades e formação de grupos.

Também foram apresentados no capítulo métodos e abordagens essenciais no processo educativo, oferecendo condições de aprendizagem em contextos de incertezas. O capítulo mostrou a importância do desenvolvimento de múltiplas atividades e questionamentos sobre a informação e a autonomia do aluno para resolução de problemas complexos e de convivência em situação de diversidade. E, que mesmo em cenários remotos, como estes que estamos vivendo, foi possível desenvolver trabalhos em grupo com participação ativa.

O capítulo permitiu uma reflexão sobre a aplicação da aprendizagem colaborativa mediada por computador (CSCL) no momento que estamos vivendo, quando fomos paralisados pela pandemia: a COVID-19. Durante este período, inúmeras pessoas foram infectadas e muitas perderam suas vidas. Para mitigar esse problema, a maioria dos governos seguiram recomendação da Organização Mundial da Saúde (OMS) e adotaram alguma forma de distanciamento social. Em grande parte dos países, foi decretada suspensão de aulas, fechamento temporário de serviços não essenciais e suspensão de transportes, e foram feitas recomendações à população para que ficasse em casa. Através de estratégias pautadas na CSCL, foi possível buscar soluções e transformar o papel do

professor e aluno. Foi possível também tornar as relações de aprendizagem mais criativa, reflexiva, crítica e cada vez mais colaborativa.

A população foi incentivada a ficar em casa, e a um só tempo, compreender e trabalhar a distância de forma distribuída, síncrona e/ou assíncrona, no formato *home office* e *home schooling* [Calado 2020, Dingel and Neiman 2020]. Ações para integrar tecnologias digitais e metodologias ativas em processos educativos foram observadas na prática. Para isso, foi preciso integrar essas ações ao processo pedagógico, pensando em uma expansão do desenvolvimento prático voltado para o conhecimento, tecnologias, linguagens, recursos, modelos colaborativos, relações sociais e pedagógicas.

As tecnologias existentes, inicialmente limitadas a grupos restritos, de repente se popularizaram. Sob stress, algumas revelaram sua vulnerabilidade e outras suas grandes funcionalidades. Muitos questionamentos sobre o ensino online e CSCL ocorreram no ano de 2020, onde suas práticas se fizeram presentes no domínio educacional. Preocupações associadas ao rendimento acadêmico dos alunos, preparo dos professores para essa dinâmica de ensino, privacidade para professores e alunos, aconteceram e continuam em processo de investigação.

O ano de 2020 será um estudo de caso e seus impactos serão apresentados nos resultados práticos e em pesquisas científicas. Esperamos que o material deste curso sirva de referência aos interessados em iniciar seus estudos em Aprendizagem Colaborativa mediada por computador (CSCL), e que sua leitura motive e incentive o surgimento de novos pesquisadores e comunidades na área.

Agradecimentos

Este Capítulo foi apoiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ). Juliana B. dos S. França foi apoiada pela FAPERJ no processo E-26/211.367/2019.

Referências

- Awidi, Isaiah T., and Mark Paynter. "The impact of a flipped classroom approach on student learning experience." *Computers & Education* 128 (2019): 269-283.
- Boud, David, and Grahame Feletti, eds. *The challenge of problem-based learning*. Psychology Press, 1998.
- Bacich, Lilian, and José Moran. *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Penso Editora, 2018.
- Calado, S. (2020) "Novos modelos de trabalho? covid-19 pode ser oportunidade para testá-los", <https://eco.sapo.pt/especiais/covid-19-poder-seroportunidade-para-testar-novos-modelos-de-trabalho/>, Acesso 04/2020.
- Costa, Joabio Alekson Cortez, Júlia Diniz de Oliveira, and Denis Rodrigues Dantas. "Metodologias ativas e suas contribuições no processo de ensino-aprendizagem." *Série Educar-Volume 40 Prática Docente*: 8.
- Dingel, J. I. and Neiman, B. (2020) "How many jobs can be done at home?", <https://www.nber.org/papers/w26948>, Acesso 04/2020.

- Dunwill, E. (2016). "4 changes that will shape the classroom of the future: Making education fully technological.", <https://elearningindustry.com/4-changes-will-shape-classroom-of-the-future-making-education-fully-technological>.
- Ferreira, Tais Borges, et al. "Regras para formação de grupos de colaboração utilizando detecção automática de traços de personalidade." *Revista Brasileira de Informática na Educação* 28 (2020): 273.
- Fink, L. Dee. "Beyond small groups: Harnessing the extraordinary power of learning teams." *Team-based learning: A transformative use of small groups in college teaching* (2004): 3-26.
- Fisk, Peter. "Education 4.0... the future of learning will be dramatically different, in school and throughout life." *Last modified* (2017).
- Fuks, H., et al. *Teorias e modelos de colaboração, || Sistemas Colaborativos, cap. 2*. ISBN 978-85-352-4669-8, 2011.
- Garcia, A.C.B., Vieira, V., Vivacqua, A.S., França, J.B.S., Dias, A.F.S. (2020) *Groupware 4.0: Avanços e Desafios da Computação Social*. JAI CSBC, in press.
- Hmelo-Silver, Cindy E. "Problem-based learning: What and how do students learn?." *Educational psychology review* 16.3 (2004): 235-266.
- Hussin, Anealka Aziz. "Education 4.0 made simple: Ideas for teaching." *International Journal of Education and Literacy Studies* 6.3 (2018): 92-98.
- Jeong, Heisawn, and Cindy E. Hmelo-Silver. "Seven affordances of computer-supported collaborative learning: How to support collaborative learning? How can technologies help?." *Educational Psychologist* 51.2 (2016): 247-265.
- Johnson, Claire. "Team-Based Learning for Health Professions Education: A Guide to Using Small Groups for Improving Learning." *The Journal of Chiropractic Education* 23.1 (2009): 47.
- Keengwe, Jared, ed. *Promoting active learning through the flipped classroom model*. IGI Global, 2014.
- Laval, Christian. *A escola não é uma empresa: o neoliberalismo em ataque ao ensino público*. Boitempo Editorial, 2019.
- Lin, Jian-Wei, and Hao-Chiang Koong Lin. "User acceptance in a computer-supported collaborative learning (CSCL) environment with social network awareness (SNA) support." *Australasian Journal of Educational Technology* 35.1 (2019).
- Michaelsen, Larry K., and Michael Sweet. "The essential elements of team-based learning." *New directions for teaching and learning* 2008.116 (2008): 7-27.
- Pinedo, R., N. García, and M. Cañas. "Thinking routines across different subjects and educational levels." *INTED2018* (2018): 5577-5580.
- Reidsema, Carl, et al. "The Flipped Classroom." *Practice and Practices in Higher Education*. Ed. Springer (2017).
- Reimschisel, Tyler, et al. "A systematic review of the published literature on team-based learning in health professions education." *Medical teacher* 39.12 (2017): 1227-1237.

- Reis, Rachel, and Seiji Isotani. "Formação de Grupos em Ambientes CSCL baseada na combinação entre os Traços de Personalidade e Teorias de Aprendizagem Colaborativa." *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*. Vol. 8. No. 1. 2019.
- Savin-Baden, Maggi, and Claire Howell Major. *Foundations of problem-based learning*. McGraw-hill education (UK), 2004.
- SCHNEIDERS, Luís A. "O método da sala de aula invertida (flipped classroom)." *Lajeado: ed. da UNIVATES* (2018).
- Sepulveda Larraguibel, Yerko, and Juan I. Venegas-Muggli. "Effects of Using Thinking Routines on the Academic Results of Business Students at a Chilean Tertiary Education Institution." *Decision Sciences Journal of Innovative Education* 17.4 (2019): 405-417.
- Stahl, Gerry, and Kai Hakkarainen. "Theories of CSCL." *International handbook of computer-supported collaborative learning*. New York, NY: Springer. Retrieved from: <http://gerrystahl.net/pub/cscltheories.pdf> (2020).
- Stahl, Gerry, Timothy Koschmann, and Dan Suthers. "Aprendizagem colaborativa com suporte computacional: Uma perspectiva histórica." *Traduzido por Hugo Fuks, Tatiana Escovedo (Português do Brasil)* (2006).
- Stöhr, Christian, Christophe Demazière, and Tom Adawi. "The polarizing effect of the online flipped classroom." *Computers & Education* 147 (2020): 103789.
- Tardelli, André, et al. "A Influência da Personalidade do Aluno na Construção de Grupos de Trabalho em Sala de Aula." *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. Vol. 30. No. 1. 2019.
- Trevelin, Ana Teresa Colenci, Marco Antonio Alves Pereira, and José Dutra de Oliveira Neto. "A utilização da "sala de aula invertida" em cursos superiores de tecnologia: comparação entre o modelo tradicional e o modelo invertido "flipped classroom" adaptado aos estilos de aprendizagem." *Revista de estilos de aprendizagem* 6.12 (2013).
- Vivacqua, Adriana Santarosa, and Ana Cristina Bicharra Garcia. "Ontologia de colaboração." *Sistemas Colaborativos* 1 (2011).
- Wolberg, Rochelle Ibañez, and Allison Goff. "Thinking routines: Replicating classroom practices within museum settings." *Journal of Museum Education* 37.1 (2012): 59-68.

Curriculum resumido dos autores

Juliana Baptista dos Santos França



Doutora em Informática pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (PPGI/UFRJ - 2018) com ênfase em Gestão de Sistemas Complexos. Concluiu seu Pós doutorado na UFRJ na área de CSCW (PPGI/UFRJ - 2018). Mestre em Informática pelo Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGI/UNIRIO - 2012) da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, com ênfase na linha de pesquisa Sistemas de Apoio a Negócios. Possui graduação em Sistemas de Informação pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), e também graduação em Engenharia Cartográfica pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Atualmente é Professora Adjunto na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) junto ao Departamento de Computação (DECOMP) e atua como colaboradora no programa de pós-graduação em informática da UFRJ com a coorientação de alunos de mestrado. É membro da ACM/FCA desde 2019. Atuou na organização de eventos científicos nacionais e internacionais como ISCRAM 2016, Summer School em IHC/CSCW 2019, e SBSC 2019. Tem experiência na área de Sistemas de Informação e atua principalmente nos seguintes temas: Colaboração (CSCW), Gestão de Conhecimento, BPM, Suporte à Decisão, CSCL e Modelagem Conceitual e Ontológica.

Angélica Fonseca da Silva Dias



Doutora em Informática pela Universidade Federal do Rio de Janeiro com ênfase em Gestão de Sistemas Complexos. Mestre em Sistemas de Informação pela UFRJ. Especialista nas áreas de Gestão Executiva e E-Business (COPPEAD/UFRJ) e Inteligência e Database Marketing pela (NCE/UFRJ) e graduação na Unesa. Diretora da Área de Extensão e Coordenadora de Extensão do NCE/UFRJ. Foi Coordenadora acadêmica dos cursos de pós-graduação lato sensu do Instituto Tércio Pacitti/NCE, na UFRJ. Foi docente dos cursos do IBMEC e dos cursos de pós-graduação online do COPPEAD. Docente convidada nos programas de graduação e pós-graduação do Departamento de Ciência da Computação, Instituto de Economia, Escola de Engenharia - Politécnica e no Programa de Pós-graduação em Informática da UFRJ e no Programa de História, de Ciência, de Tecnologias e Epistemologia. Atua como colaboradora no programa de pós-graduação da UFRJ com a coorientação de alunos de graduação e mestrado. Atuou na organização de eventos científicos nacionais e internacionais (CBIE 2012, ISCRAM 2016, SBSC 2019 e WCO 2020). Tem experiência nas áreas de Administração Pública, Gerência de Projetos, Ciência da Computação e Educação. Temas de interesse: Gestão de Conhecimento, Trabalho e Aprendizagem Cooperativa apoiada por computador (CSCW e CSCL), Tecnologia Assistiva, Economia Circular, Sustentabilidade, Gestão Estratégica da Informação, Inteligência Coletiva, Inteligência Ambiental, Data Literacy e Educação a distância.

Marcos Roberto da Silva Borges



Professor Titular aposentado do Departamento de Ciência da Computação do Instituto de Matemática da Universidade Federal do Rio de Janeiro desde 2011. Desde fevereiro de 2020 é Investigador Senior do TECNUN, Universidade de Navarra, Espanha. Possui graduação em Engenharia Elétrica pela UFRJ (1975), mestrado em Engenharia de Sistemas e Computação pela COPPE/UFRJ (1981) e doutorado em Sistemas de Informação - University of East Anglia (1986). Realizou pós-doutorado na Santa Clara University (1994-1996). Em 2001 atuou como Professor Visitante da Universidade de Paris VI e entre 2004 e 2005 na Universidade Politécnica de Valencia, Espanha. Atua como pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Informática da UFRJ. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Sistemas de Informação, atuando principalmente nos seguintes temas: sistemas colaborativos, gestão de conhecimento, engenharia de software e projetos de interfaces. Mantém cooperação regular com professores de: Universidade Politécnica de Valencia, Espanha, Ohio State University, EUA e o Rensselaer Polytechnic institute, EUA. Coordenou a organização do Congresso da SBC em 1988. Foi um dos fundadores do grupo de interesse em Engenharia de Software e do grupo de interesse em Sistemas Colaborativos, ambos da Sociedade Brasileira de Computação. Foi um dos fundadores do CRIWG (Collaboration Researchers International Working Group) e membro do Conselho de Administração de 1995 até 2012. É membro do Conselho de Administração da IEEE-CSCWD e do ISCRAM. Em 2016 organizou XIII edição da Conferência Internacional sobre Sistemas de Informação para a resposta e gestão de crises (ISCRAM 2016). Foi Co-Chair do Comitê de Programa da Conferência ACM CSCW em 2017. Foi Presidente da ISCRAM (Information Systems for Crisis Response and Management) Association entre 2018 e 2019. Bolsista de Produtividade em Pesquisa 1-D do CNPq (2016-2020) e Cientista do Nosso Estado da FAPERJ (2018-2020).

Capítulo

2

Computação criativa com Scratch, Mixly e Arduino: Prototipando com HackEduca Conecta

Elaine Silva Rocha Sobreira, Veronica Gomes dos Santos e Edson Sidnei Sobreira

Resumo

O Arduino é uma placa de prototipagem eletrônica programada em linguagem C++. Por ser de baixo custo, despertou o interesse de instituições educacionais. No entanto, sua linguagem de programação dificulta a utilização com crianças. Diante disso, a equipe do HackEduca desenvolveu o software HackEduca Conecta permitindo a programação do Arduino por meio da linguagem de programação por blocos - Scratch, Mixly, Aprendizagem de Máquina (“Machine Learning”) e conexão com dispositivos Android. Essa proposta, visa uma imersão em projetos desenvolvidos em instituições escolares, compartilhando experiências reais de projetos curriculares integrados a robótica educacional. Também apresenta um percurso prático formativo que compartilha estratégias exitosas para um trabalho significativo e contextualizado tanto com alunos formais, quanto na condução de formação docente e oficinas abertas.

Abstract

Arduino is an electronic prototyping board programmed in C ++ language. Due to its low cost, it raised the interest of educational institutions. However, its programming language makes it difficult to use with children. Taking that in consideration, the HackEduca team developed the software HackEduca Conecta, allowing Arduino to be programed by blocks with Scratch, Mixly, Machine Learning and connection with Android devices. This proposal aims at an immersion in projects developed in school institutions, sharing real experiences of curricular projects integrated with educational robotics. It also presents a practical formative path that shares successful strategies for meaningful and contextualized work not only with students, but also with teachers and workshops.

1. Introdução e justificativa

O trabalho com a robótica alternativa, com placas de prototipagem, sensores, atuadores e materiais reaproveitáveis vem crescendo dentro das salas de aulas, qualificando muitos conteúdos e diversificando as estratégias de aprendizagens. Porém, tal trabalho acaba sendo desenvolvido por poucos, pois encontra uma barreira natural na dificuldade de muitos professores em utilizar tais recursos, pela falta de conhecimento e experiência com as linguagens de programação.

Uma alternativa viável é programar as placas de prototipagem utilizando a linguagem de programação por blocos, por ser de fácil compreensão tanto para os alunos dos anos iniciais do ensino fundamental, quanto para os professores que não dominam a linguagem de códigos utilizada em cada um destes recursos, além disso, a linguagem de blocos também exclui possíveis erros de sintaxe, facilitando assim a sua execução.

Diante da necessidade de criar alternativas para viabilizar a integração do Scratch 2.0 com a placa Arduino (inicialmente), em 2011 criamos o software HackEduca Conecta, com o intuito de trabalhar com materiais de baixo custo nas aulas de robótica e com uma linguagem de programação já conhecida e utilizada pelos alunos. Outro diferencial é a sua facilidade de instalação com arquivo único, pois engloba todos os programas necessários que permitem a sua funcionalidade e execução.

Por meio de projetos desenvolvidos em sala de aula, foi possível verificar a facilidade de se trabalhar com placas de prototipagem envolvendo conteúdos curriculares da educação básica, tornando a aprendizagem dos conteúdos mais prática e significativa para os alunos [Sobreira, Viveiro, d'Abreu, 2017; Sobreira, 2017; Sobreira, Viveiro, d'Abreu, 2018].

Diante de tal cenário, elegemos práticas de computação criativa, com linguagem de computação por blocos, em projetos que tenham interação física e virtual, favorecendo a aprendizagem de conteúdos curriculares. Sendo assim, a seleção de algumas experiências de uso do HackEduca Conecta em escolas públicas envolvendo projetos curriculares em um contexto de computação criativa, podem inspirar outras propostas educacionais, para isso, estruturamos um percurso prático formativo aos interessados em desenvolver novas propostas.

A proposta visa apresentar a interface “HackEduca Conecta”, um instalador de extensões e plugins que possibilita a integração de algumas placas de prototipagem como Arduino, ESP8266, micro:bit, Raspberry pi e dispositivos Android com o Scratch 2.0 e Scratch 3.0, deixando acessível à linguagem de programação e facilitando a utilização de recursos variados integrados às propostas curriculares. Seu potencial também encontra-se na possibilidade de ser utilizado diretamente no computador offline, sem necessidade de conexão com a internet, viabilizando o uso em locais em que não possui acesso à internet, tornando-o mais acessível.

Propomos a estruturação de um percurso prático formativo, com o intuito de propiciar a outros educadores a oportunidade de, conhecer o software HackEduca Conecta para Windows, aprendendo a instalar e conhecendo suas funcionalidades, e, inclusive, projetar a utilização como recurso formativo ou de planejamento docente, baseado na criação de desafios de programação e reflexão sobre os mesmos.

Apesar de reconhecer a abrangência de interesse na temática, este percurso prático formativo foi elaborado considerando principalmente o crescente interesse de perfis que

buscam ampliar seus conhecimentos na integração de tais recursos na educação, seja de caráter formativo ou como recurso de ensino e aprendizagem. Porém, o conteúdo disponibilizado atende a uma variedade de perfis, como professores de educação básica, estudantes, pesquisadores, curiosos e interessados em geral em programar a placa Arduino utilizando linguagem de programação por blocos.

Delineamos como objetivo principal a oportunidade de disseminar a programação de placas Arduino integrando-o em projetos de contextos escolares, por meio da programação por blocos, por ser mais acessível a crianças, adolescentes e demais pessoas que não são familiarizadas com a linguagem escrita de programação C++. E como objetivos específicos pretendemos:

- Contribuir para o desenvolvimento de projetos que envolvam propostas de computação criativa, utilizando softwares que facilitem a programação das placas de prototipagem, sem exigir conhecimentos avançados em programação.
- Vislumbrar possibilidades educacionais, contribuindo para aprendizagens mais significativas, autorais e mão na massa.

A partir deste material espera-se que os interessados estejam aptos a programarem uma diversidade de recursos utilizando a linguagem de programação por blocos e a conduzirem estratégias formativas ou planejamento para integração curricular. Para isso, estruturamos uma proposta de percurso prático formativa, contextualizada nos referenciais teóricos que vamos descrever neste trabalho, e organizamos esse texto que será utilizado como base na condução do mesmo, da seguinte forma: a seção 2 explicita a importância da integração das tecnologias na educação desenvolvendo habilidades relacionadas a cultura digital. A seção 3 aborda o conceito de computação criativa com base em referenciais teóricos que abrangem o construcionismo e a aprendizagem criativa. A seção 4 apresenta as placas de prototipagem como Arduino, micro:bit e Raspberry pi que favorecem o desenvolvimento de projetos com alunos da educação básica. A seção 5 apresenta o aplicativo HackEduca Conecta e a sua facilidade em programar estes dispositivos, apresentando exemplos viáveis, além das possibilidades da interface para a promoção da computação criativa. A seção 6 trará algumas experiências desenvolvidas em escolas de educação básica utilizando o HackEduca Conecta, apresentando projetos que demonstram a aplicação dos conceitos apresentados anteriormente. A seção 7 apresenta as escolhas metodológicas para a construção de um percurso prático formativo como possibilidade para disseminar o uso da programação do Arduino com a linguagem de blocos a partir da condução de aulas, planejamento de projetos e/ou criação de formações e, por fim, a seção 8 trará as considerações finais.

2. A importância da integração das tecnologias na educação para o desenvolvimento de habilidades relacionadas a cultura digital

As tecnologias digitais estão cada vez mais sendo integradas na educação como recursos essenciais para o desenvolvimento de aprendizagens e competências próprias para o convívio social, além de favorecer a aprendizagem de conteúdos curriculares. Importantes documentos destacam a integração das tecnologias na educação básica, como o Itinerário

Formativo de Computação (SBC, s.d.) e as Diretrizes para ensino de Computação na Educação Básica (SBC, 2017).

O Itinerário Formativo de Computação da SBC (s.d.) propõe três eixos para o ensino da computação, com ênfase nos eixos de Pensamento Computacional, Cultura Digital e Mundo Digital, conforme ilustra a (Fig.1) a seguir. Ele visa desenvolver as competências específicas e mobilizar competências de diferentes áreas.

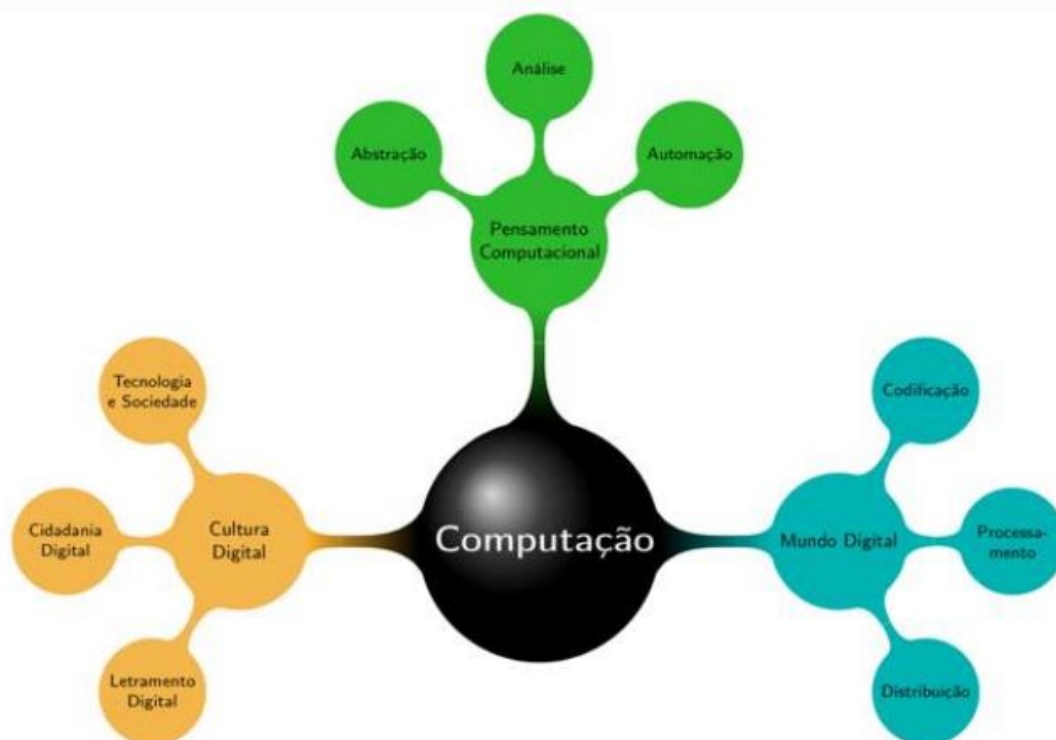


Figura 1: Três eixos para o ensino da computação

Fonte: Itinerário Formativo (SBC, s.d., p.1)

O Itinerário formativo compreende a computação como uma área fundamental a qual “mobiliza todas as outras áreas do conhecimento, permitindo um gama de possibilidades de atividades integradoras na implementação das unidades deste itinerário” (SBC, s.d. p. 5). Busca desenvolver as seguintes competências das áreas da BNCC, conforme ilustra a (Fig.2):

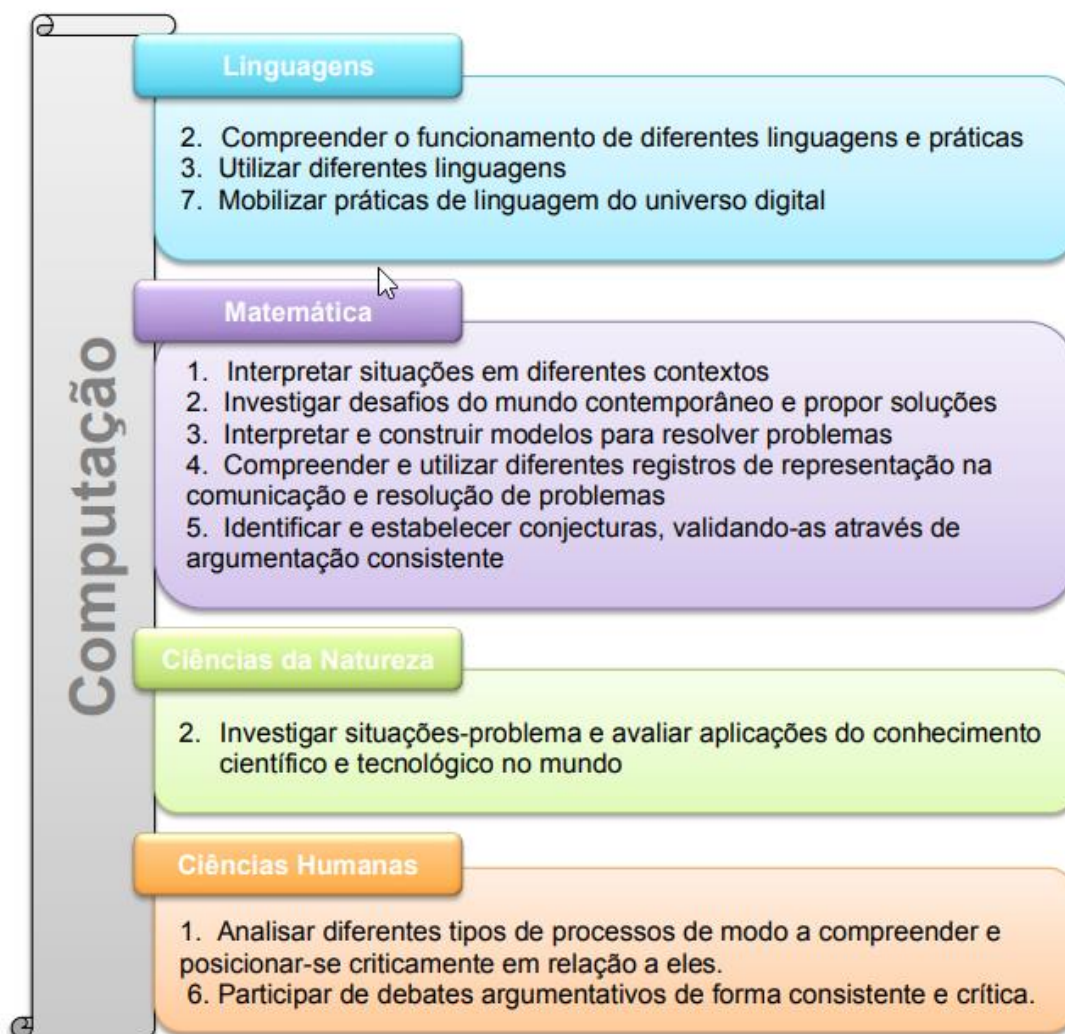


Figura 2: Competências da área da BNCC que podem ser desenvolvidas com o ensino da computação

Fonte: Itinerário Formativo (SBC, s.d., p.5)

As Diretrizes para ensino de Computação na Educação Básica da SBC (2017), considera que o ensino de Computação desenvolve competências complementando a formação das outras áreas do conhecimento. Organiza essas competências em 5 específicas:

1. Interpretação e transformação do mundo (C1, C2, C6, C7, C10): Aplicar conhecimentos de Computação para compreender o mundo e ser um agente ativo e consciente de transformação do mundo digital, capaz de entender e analisar criticamente os impactos sociais, culturais, econômicos, legais e éticos destas transformações.
2. Aplicação de Computação em diversas áreas (C2, C3, C6, C7, C8, C10): Compreender a influência dos fundamentos da Computação nas diferentes áreas do conhecimento, incluindo o mundo artístico-cultural, sendo capaz de criar e utilizar ferramentas computacionais em diversos contextos, reconhecendo que a Computação contribui no desenvolvimento do raciocínio lógico, do pensamento computacional, do espírito de investigação, da criatividade, e da capacidade de produzir argumentação coerente.

3. Formulação, execução e análise do processo de resolução de problemas (C2, C4, C5, C6, C9, C10): Utilizar conceitos, técnicas e ferramentas computacionais para identificar e analisar problemas cotidianos, sociais e de todas áreas de conhecimento, modelá-los e resolvê-los, individual e/ou cooperativamente, usando representações e linguagens adequadas para descrever processos (algoritmos) e informação (dados), validando estratégias e resultados.
4. Desenvolvimento de projetos (C2, C5, C6, C7, C9, C10): Desenvolver e/ou discutir projetos de diversas naturezas envolvendo Computação, com base em princípios éticos, democráticos, sustentáveis e solidários, valorizando a diversidade de opiniões de indivíduos e de grupos sociais, sem preconceitos de qualquer natureza.
5. Computação é uma ciência (C1, C2, C4, C5): Compreender os fundamentos da Computação e reconhecê-la como uma ciência que contribui para explicar e transformar o mundo, solucionar problemas de diversas áreas do conhecimento e para alicerçar descobertas, com impactos no mundo cotidiano e do trabalho. (SBC, 2017, p. 6)

Na terceira versão da Base Nacional Comum Curricular - BNCC [BRASIL, 2017], as tecnologias aparecem como competências gerais, denominada como “Cultura Digital” e está integrada em todas as disciplinas da educação básica, reforçando a necessidade de educar os estudantes “para usos mais democráticos das tecnologias e para uma participação mais consciente na cultura digital” (BRASIL, 2017, p. 57).

A BNCC destaca dez habilidades essenciais, dentre elas, a competência 5 que refere-se a Cultura Digital e tem por objetivo que os alunos possam:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (Brasil, 2017, p. 7)

A inserção das tecnologias na educação favorece o desenvolvimento de habilidades para um uso crítico, autônomo, no qual Buckingham (2010), ressalta a necessidade de se desenvolver um letramento midiático que estimule “uma compreensão mais sistemática de como funciona a mídia e daí promover formas mais reflexivas de usá-la”. Porém, mais que desenvolver a criticidade para o uso das mídias digitais, destacamos aqui também a necessidade de desenvolver competências para que os estudantes possam desenvolver conhecimentos relacionados à produção de tecnologias. É o que Passarelli denomina de “prosumers”, onde “os usuários da modernidade (...) são denominados prosumers (produtor + consumidor) com a consequente redefinição dos papéis desses atores em rede” (2012, p. 14).

Sobre este tema, Brennan e Resnick (2012, p. 10), relatam que “a maioria de nossas experiências com mídia interativa é como consumidor” (tradução nossa) e que o tempo que dedicamos explorando as tecnologias são “atividades importantes para aprender a usar a tecnologia, mas que não são suficientes para o desenvolvimento como pensador computacional”. Para eles, “um pensador computacional vê a computação como um meio e pensa: “Eu posso criar”. e “Eu posso expressar minhas idéias através deste novo meio”.” (BRENNAN e RESNICK. 2012, p. 10 - tradução nossa).

A este respeito, a BNCC destaca:

Em decorrência do avanço e da multiplicação das tecnologias de informação e comunicação e do crescente acesso a elas pela maior disponibilidade de computadores, telefones celulares, tablets e afins, os estudantes estão dinamicamente inseridos nessa

cultura, não somente como consumidores. Os jovens têm se engajado cada vez mais como protagonistas da cultura digital, envolvendo-se diretamente em novas formas de interação multimidiática e multimodal e de atuação social em rede, que se realizam de modo cada vez mais ágil. (Brasil, 2017, p. 57)

Para isso, faz-se necessário trabalhar com todas as dimensões e subdimensões propostas na competência 5 da Cultura Digital no decorrer da escolaridade, envolvendo os conceitos demonstrados no quadro 1.

Quadro 1 - Dimensões e Subdimensões da Competência "Cultural Digital" proposta pela BNCC

Dimensão	Subdimensões
Computação e Programação	Utilização de ferramentas digitais; Produção multimídia; Linguagens de programação
Pensamento Computacional	Domínio de algoritmos; Visualização e Análise de dados
Cultura e Mundo Digital	Mundo digital; Uso ético

Fonte: Dimensões e Desenvolvimento das Competências Gerais da BNCC¹

Todas estas subdimensões trazem grandes desafios para os professores, por nem sempre estarem familiarizados com estes conceitos, principalmente os que envolvem linguagens de programação e pensamento computacional. Para isso, faz-se necessário um investimento em formação continuada de professores, de modo a desenvolver conhecimentos também relacionados ao uso de tecnologias.

De acordo com Mishra e Koehler (2006), é necessário investir em formação de professores onde estes possam desenvolver conhecimentos relacionados tanto aos conteúdos específicos do currículo, quanto aos relativos às tecnologias e às abordagens pedagógicas. Defendem que o conhecimento sobre conteúdo (C), pedagogia (P) e tecnologia (T) é central para o desenvolvimento de um bom ensino, os quais devem ser trabalhados de forma integrada, derivando assim o TPCK (*Technological Pedagogical Content Knowledge* - conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo).

Para Mishra e Koehler (2006) trata-se de um conhecimento diferente do conhecimento de um especialista disciplinar ou tecnológico. O TPCK é a base de um bom ensino com tecnologia onde, através de seu uso é possível representar conceitos utilizando tecnologias, auxiliar os alunos a resolver desafios, construir novos conhecimentos ou fortalecer conhecimentos existentes.

Diante do exposto, ressaltamos a necessidade de se desenvolver propostas de formação continuada dos professores para que compreendam a importância de incluir um trabalho consolidado com as tecnologias na educação básica, com abordagens que favorecem o desenvolvimento da autoria, do protagonismo e da criatividade, envolvendo conceitos de computação criativa, como exposto a seguir.

¹ http://movimentopelabase.org.br/wp-content/uploads/2018/03/BNCC_Competencias_Progressao.pdf

3. Computação criativa

Além de propor a resolução de problemas de maneira eficazes e desenvolver a aprendizagem de conceitos relacionados a programação, a computação criativa favorece o desenvolvimento de outras competências, conforme relatado na página do Exploratorium², do Tinkering Studio, ao descrever que essas práticas podem favorecer o “desenvolvimento pessoal, socioemocional e o pensamento criativo” (JEAN, 2016).

Trata-se de desenvolver os conceitos da programação aliados a projetos que tenham um significado pessoal, promova engajamento e se relaciona com questões sociais. Tem como base os conceitos construcionistas onde Papert (1980) e Kafai (2006), afirmam que as pessoas aprendem melhor quando estão construindo coisas que têm significado pessoal e social. Desta forma, propomos trabalhar com a integração dos conceitos de computação na educação com propostas que envolvem o desenvolvimento de projetos criativos, com o intuito de tornar a computação mais envolvente e significativa para todos os nossos estudantes, dos diversos níveis de escolaridade.

De acordo com o Guia de Computação Criativa da Escola de Pós-Graduação em Educação de Harvard [ScratchEd, 2019], a computação criativa propõe uma relação entre a computação e os interesses pessoais de cada indivíduo, baseado na criatividade, imaginação e interesses pessoais. Trabalha a computação como oportunidade de criação, não apenas para consumo de tecnologias prontas, favorecendo assim, o desenvolvimento de práticas para a criação de meios computacionais interativos que podem ser utilizados no cotidiano. Define a computação criativa de acordo com três aspectos: *creativity*, *agency* e *computing*, conforme descrito a seguir:

- *Creative computing is about creativity* (a computação criativa está relacionada com a criatividade): “A computação criativa apoia o desenvolvimento de conexões pessoais com o computador, estimulando a criatividade, a imaginação e os interesses pessoais.” (ScratchEd, 2019, p. 5)
- *Creative computing is about agency* (a computação criativa está relacionada com engajamento): “A computação criativa enfatiza o conhecimento, as práticas e a formação que os jovens precisam ter para criar as mídias computacionais dinâmicas e interativas que fazem parte do seu dia a dia.” (ScratchEd, 2019, p. 5)
- *Creative computing is about computing* (a computação criativa está relacionada com a computação): “(...) favorece o pensamento computacional, formando indivíduos capazes de usar conceitos, práticas e perspectivas computacionais em todos os aspectos de suas vidas, em diferentes disciplinas e contextos.” (ScratchEd, 2019, p. 5)

Para Presicce (2017), trata-se de criar propostas que envolvam uma abordagem que valoriza o desenvolvimento de novas ideias, a criação de projetos pessoalmente significativos, envolvidos em um processo de colaboração e reflexão. Segundo este autor, o que está realmente relacionado é a maneira como a atividade é planejada, conduzida e finalizada. É a proposta e a abordagem envolvida que poderão fornecer condições para o estudante desenvolver o aprendizado, conforme descrito a seguir:

² Site Exploratorium:

https://www.exploratorium.edu/?gclid=CjwKCAjwiOv7BRBREiwAXHbv3OO7Q2SUq6f2Ywafxh-RqmMCgXgkkGsesiIAeM9M_bSooQ6DI19yRoCdkQQA vD_BwE

Em todos os casos, disponibilizar kit de ferramentas por si só, não definem a maneira como as pessoas se envolvem com o material. É a maneira como a atividade é projetada - em termos de instruções, estrutura e facilitação de atividades que podem fornecer mais ou menos espaço para as pessoas explorarem a tecnologia ou para alavancar a computação enquanto exploram. Presicce (2017, p. 26, tradução nossa³).

Verificamos que a computação criativa vai além da formação de pessoas para atuar na área, ela busca utilizar a computação para ampliar as possibilidades criativas e contribuir com a formação e desenvolvimento de outras competências e habilidades inerentes ao processo propiciado pela mesma.

Pretendemos assim, compartilhar projetos nos quais os estudantes possam envolver-se ativamente e construir tecnologias utilizando recursos físicos e computacionais, de forma que a computação possa tornar-se mais significativa e envolvente, favorecendo a formação de “pensadores computacionais” (BRENNAN E RESNICK, 2012).

Para viabilizar o acesso aos recursos, propomos além do uso de materiais reaproveitáveis e de baixo custo, a utilização de algumas placas de prototipagem, conforme relatado no item 4.

4. O uso de placas de prototipagem na educação básica

O trabalho com robótica educacional muitas vezes envolve um investimento alto de recursos e dispositivos robóticos, inviabilizando a sua efetivação em muitas instituições. Por questões de acessibilidade econômica, dentre outras vantagens, as placas de prototipagem passaram a ser uma alternativa acessível para o desenvolvimento das aulas de robótica. Elas possibilitam o acesso a diversos sensores e atuadores por um preço mais acessível e permite o desenvolvimento de projetos variados. A seguir, destacamos alguns recursos que viabilizam o desenvolvimento de projetos em instituições públicas.

4.1. Arduino

O Arduino (Fig. 3) foi criado em 2005 por um grupo de cinco pesquisadores: Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino e David Mellis. O principal objetivo era criar um dispositivo que fosse barato, funcional e fácil de programar, sendo dessa forma acessível a estudantes e projetistas amadores e artistas. Desde o princípio foi adotado o conceito de hardware livre, o que significa que qualquer um pode montar, modificar, melhorar e personalizar o Arduino, partindo do mesmo hardware básico.

O uso do Arduino é muito simples e com a ampla produção de empresas chinesas ele se tornou uma opção barata e popular, dessa forma, ampliou-se o uso por diversas escolas, alunos e curiosos em prototipagem, robótica e programação.

³ Texto original em inglês: “*In all cases, the affordances of the toolkit alone do not define the way in which people engage with it. It is how the activity is designed - in terms of prompts, activity structure, and facilitation that can provide more or less space for people to tinker with computation or to leverage computation while tinkering*”. (PRESICCE, 2017, p. 26).



Figura 3: Arduino Uno

Fonte da imagem: Wikimedia⁴

4.2. Micro:bit

O Micro:bit (Fig.4) é uma placa de desenvolvimento criada pela BBC com o objetivo de ensinar programação para crianças. Permite a integração do mundo físico com o virtual, facilitando o desenvolvimento de projetos criativos, uma vez que já possui vários sensores embutidos, como o acelerômetro, bússola, botões programáveis, matriz de Leds e conexões de entradas e saídas analógicas e digitais, além da possibilidade de comunicação sem fio por meio do bluetooth ou radiofrequência.

O micro:bit pode ser programado por meio do Java ou Python e ambas podem ser feitas também através de blocos o que torna mais acessível para crianças. O Scratch 3.0 possui extensão nativa para comunicação via bluetooth, com possibilidade de uso de alguns poucos sensores. Utilizando a extensão personalizada disponível no Hackeduca Conecta é possível utilizar mais sensores e também todos os pinos. Devido ao preço, o acesso ao micro:bit pelas escolas brasileiras é mais limitado que o Arduino.



Figura 4: Micro:bit

Fonte da imagem: Wikimedia⁵

4.3. Raspberry pi

Diferente do Arduino e do micro:bit, o Raspberry Pi (Fig. 5) é um minicomputador, semelhante a um computador doméstico (PC). Ele é compacto e é necessário somente um cartão miniSD para instalação do sistema operacional (normalmente uma versão específica do Linux - raspbian), um teclado, monitor e um mouse.

O dispositivo foi criado no Reino Unido pela Fundação Raspberry Pi, uma organização sem fins lucrativos com foco na promoção e no ensino de ciência da

⁴ <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Arduino-uno-perspective-transparent.png>

⁵ https://commons.wikimedia.org/wiki/File:BBC_Microbit.jpg

computação básica para jovens em escolas e universidades da Europa, com produtos de preço acessível para os britânicos. Como computador é possível instalar softwares desenvolvidos para Linux, como a própria IDE do Arduino e a IDE do micro:bit. É possível programar o Raspberry Pi e usá-lo para programar um Arduino e um micro:bit.



Figura 5: Raspberry Pi 4 - Modelo B

Fonte da imagem: Wikimedia⁶

Essas três placas, associadas a outros recursos como sensores e atuadores são alternativas mais acessíveis para as instituições escolares se comparadas com os kits prontos vendidos exclusivamente para aulas de robóticas. No entanto, a linguagem de programação utilizada para programar esses recursos, também necessitam ser acessíveis para alunos da educação básica, principalmente para os alunos dos anos iniciais. Com este intuito, desenvolvemos o aplicativo Hackeduca Conecta.

5. HackEduca Conecta, facilitando a programação das placas de prototipagem

A ideia inicial começou em 2011 com o desejo pessoal de integrar o Scratch 2.0 com o Arduino, como já existia a opção S4A para o Scratch 1.4, desejávamos utilizar a mesma versão do Scratch 2.0 para programar o Arduino nas nossas aulas de robótica.

Nesse momento conhecemos o trabalho do Alan Yorinks⁷, que havia desenvolvido uma extensão que já integrava o Scratch 2.0 com o Arduino utilizando a linguagem de programação Python 2.7 para esse propósito.

No mesmo ano conhecemos o trabalho do Kreg Hanning⁸ que havia desenvolvido uma extensão para integração do Scratch 2.0 com dispositivos Android, neste caso, colaboramos para a tradução e correção de problemas relacionados ao uso no idioma português devido ao uso de acentos ortográficos, inexistente no idioma inglês.

Devido à complexidade de uso de múltiplas linguagens de programação, necessárias para comunicação, todo o processo se tornava muito trabalhoso para usuários que não possuem formação técnica e tampouco dispõe de tempo para a execução, pois alguns passos com ações múltiplas eram necessários para a execução no momento da comunicação entre o Scratch e o Arduino (o que em sala de aula pode demandar muito tempo).

Segue exemplo de algumas ações:

⁶ https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Raspberry_Pi_4_Model_B_-_Side.jpg

⁷ <https://github.com/MrYsLab>

⁸ <https://github.com/khanning>

- Download do Scratch e Adobe Air
- Download e instalação da linguagem de programação Python
- Extensa sequência de passos para instalação
- Download do firmware FirmataPlus
- Download e instalação da IDE do Arduino
- Transferência dos firmware para o Arduino
- Abrir o terminal de comandos para acessar o Python
- Digitar o comando de inicialização (3 vezes - 1 vez para cada programa)

Pela necessidade de todos os passos descritos anteriormente, foi criado uma versão simples e rudimentar que consistia em um script programado com linguagem Batch (utilizada para automatização de tarefas - já integrada ao Windows), para executar automaticamente quase tudo que o usuário deveria fazer para instalação e uso dos programas.

Embora inicialmente ele fora concebido para uso particular, começamos a perceber que havia interesse por parte de outros professores, de outras escolas também, em utilizar o HackEduca Conecta. Para atender esta demanda, decidimos disponibilizar alguns tutoriais e manuais de instruções para auxiliar professores, mas após algum tempo, percebemos que havia dificuldade por uma grande parte dos professores, pois o processo semiautomático de instalação, dependia de um pouco de conhecimento da linguagem de programação Python.

Em meados de 2011 surgiu, então, algo parecido com a versão atual do HackEduca Conecta, substituindo todos esses passos descritos acima pelo download e instalação de um único arquivo que pode ser baixado gratuitamente no website do Hackeduca:

Na primeira versão, havíamos encapsulado os seguintes programas:

- Versão simplificada do Python
- Avrdude (permite a transferência de um arquivo compilado para o Arduino)
- Firmware para diversas opções de Arduino
- Scratch 2.0
- Adobe Air

Dessa forma, o professor deveria fazer um download, instalar e abrir o aplicativo por meio de um ícone em sua área de trabalho - ação idêntica a qualquer outra aplicação do computador.

Nos últimos anos passamos a traduzir, desenvolver nossas próprias extensões e colaborar com as novas criações de outros desenvolvedores, como a extensão do Alan Yorinks que atualmente permite a comunicação do Arduino com o Scratch 3.0.

A fundação Scratch incentiva a criação de extensões que possibilitam conexão entre dispositivos externos ao Scratch, como o Arduino, micro:bit, diversos robôs, e drones, por exemplo. Por fazer parte do grupo de apoiadores/financiadores, desde a versão 2.0 já existia extensões oficiais para alguns produtos da Lego. Hoje as extensões oficiais são para micro:bit, Lego e Makey Makey.

Extensões não-oficiais, como a do Arduino, por exemplo são feitas por desenvolvedores autônomos, normalmente utilizando linguagem de programação diferente da original do Scratch, como o Python, NodeJS, por exemplo. Além deste, também há a necessidade de um outro programa conhecido como “helper” para atuar como uma central de trocas de informações, pois o Scratch, desde a versão 2.0 não permite comunicação direta com sua interface, causando uma dificuldade adicional aos desenvolvedores, devido a criação de múltiplos servidores locais para troca de informações entre o Scratch e demais tipos de placas, conforme pode ser analisado pela Fig.6, considerando a comunicação entre Scratch 3.0 e Arduino.



Figura 6: Passos de comunicação entre Scratch e Arduino

Inicialmente o HackEduca Conecta, incorporava somente a possibilidade de comunicação entre Scratch 2.0 e Arduino via USB e também com dispositivos Android via rede Wifi local, porém, com o passar dos anos, o software foi sendo aperfeiçoado incorporando extensões desenvolvidas pela própria equipe do HackEduca bem como, em colaboração com outros desenvolvedores⁹. Há também extensões - “open source” - de outros desenvolvedores¹⁰, como por exemplo, a extensão DataView por João Adriano e Cássia Fernandez¹¹ e a extensão Scratch Control por Kreg Hanning¹².

A versão de 4.0.0.4, lançada em Agosto de 2020, permite que o usuário possa fazer diversas atividades, como:

- Funcionalidades disponíveis nas versões para Windows, Linux e Raspberry Pi:
 - Transferência direta do Firmware para o Arduino
 - Transferência direta do Firmware para o micro:bit
 - Integrar Arduino ao Scratch 2.0
 - Integrar Scratch 2.0 ao micro:bit via porta USB (essa possibilidade permite o uso de comunicação via rádio)
 - Integrar Scratch 2.0 a dispositivos Android.
 - Programação do Arduino por meio de blocos com o software Mixly. (aplicativo Chinês, o qual incluímos novas extensões e traduzimos para o português)
- Funcionalidades disponíveis apenas na versão para Windows:
 - Integrar Scratch 3.0 ao Arduino
 - Versão Online e Offline do Tensorflow (algoritmo K-nn para comparação de imagens)
 - Disponibilidade de drivers para comunicação entre o Arduino (FTDI e CM340)

⁹ s2aio, s2m, s3onegpio por Alan Yorinks - <https://github.com/MrYsLab>

¹⁰Scratch Microbit More por Koji Yokokawa - (<https://lab.yengawa.com/project/scratch-microbit-more>)

¹¹ <https://jaafreitas.github.io/scratch-dataviewer>

¹² <https://github.com/khanning>

O HackEduca Conecta pode ser baixado no site do HackEduca¹³, na área de download ou diretamente nas versões correspondentes, como a **versão 64bits**¹⁴ e a **versão 32bits**¹⁵.

O HackEduca Conecta está sendo utilizado em 18 países e em 4 idiomas, conforme é possível conferir na imagem abaixo (Fig.7):



Figura 7: Informações numéricas do HackEduca Conecta

5.1. O que tem por dentro do HackEduca Conecta?

A *UI - User Interface* - Interface do Usuário (a parte que se vê e clica) do HackEduca Conecta foi criada em Visual Basic, para Windows e em Python, nas versões baseadas em sistemas Linux. O programa (parte do software que executa ações invisíveis ao usuário), por sua vez, foram utilizadas diversas linguagens como Python, Batch Script, Node Js, Java Script, Java, PHP e HTML.

Na maioria das vezes que se escolhe uma ação do HackEduca Conecta é efetuada uma ação em Python ou Batch Script.

Veja na Fig. 8 um exemplo do processo de passar o firmware para o Arduino (programa que possibilita a comunicação do Scratch 3.0 com o Arduino):

¹³ <https://www.hackeduca.com.br>

¹⁴ https://www.hackeduca.com.br/download/hackeduca_conecta/

¹⁵ https://www.hackeduca.com.br/download/hackeduca_conecta32b/

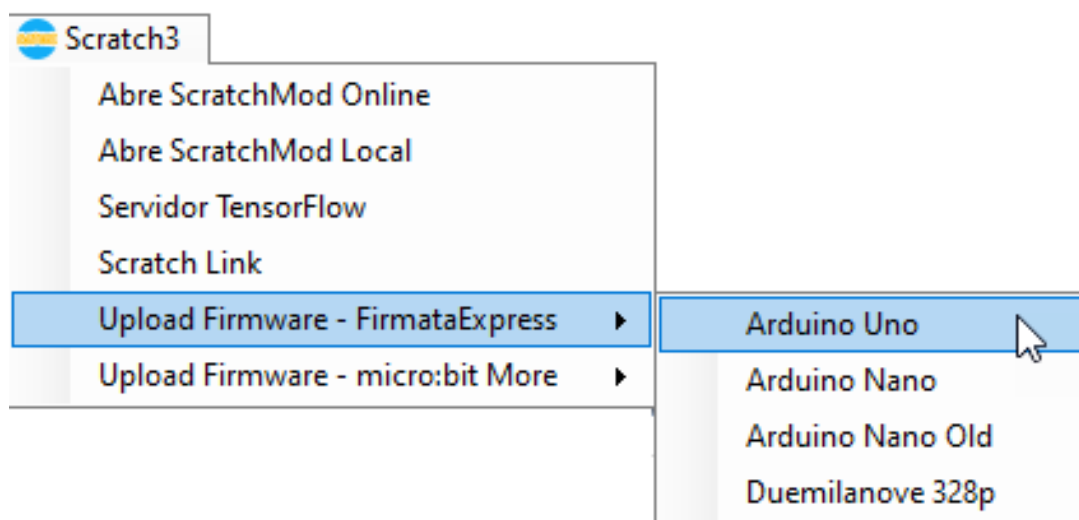


Figura 8: Carregando o Firmware para a placa Arduino

O Comando por trás do clique é:

```
Shell("cmd.exe /c" + "c: && cd\HackEducaConecta\BurnFirmataPlus\ && avrdude -  
Cavrdude.conf -v -patmega328p -carduino -P" + ComboBoxCOM.Text + " -b115200 -D -  
Uflash:w:FirmataExpress_Uno.hex:i && pause")
```

Sem esse comando o usuário precisaria abrir a interface IDE do Arduino, abrir o programa e transferir para a placa. Esse processo em uma sala de aula pode levar vários minutos para ser executado, porém, com o HackEduca Conecta pode ser realizado em segundos.

A comunicação entre Arduino e Scratch é feita através da linguagem Python, pois o Scratch 3.0 é programado em Java Script e o Arduino, por sua vez, é programado em C++ - não há uma maneira direta de comunicação entre ambas as linguagens.

Todo o processo da comunicação entre Scratch 3.0 e o Arduino ocorre por meio da criação de três servidores (ws_gateway, backplane e Arduino_gateway) locais programados em Python.

O Scratch envia uma mensagem para o servidor 1 (ws_gateway), que por sua vez envia para um servidor comum (backplane) que traduz a solicitação e envia para o servidor 3 (Arduino-gateway) o qual finalmente envia ao Arduino, conforme pode ser verificado na Fig 6.

O mesmo processo ocorre de maneira similar mudando somente os dois últimos servidores, no caso de uma comunicação com ESP8266, Raspberry pi e Picoboard. Veja na Fig. 9 o exemplo da comunicação com o Raspberry Pi:

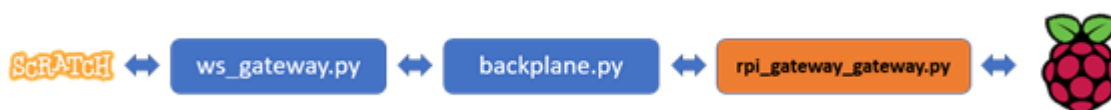
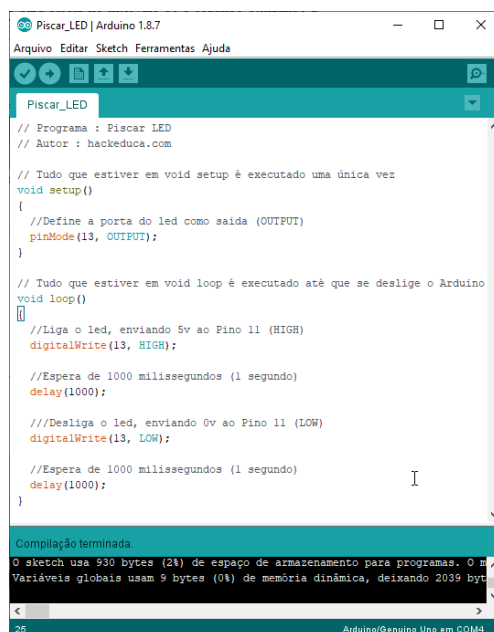


Figura 9: Passos de comunicação entre Scratch e Raspberry Pi

5.2. Programando sensores e atuadores do Arduino com o HackEduca Conecta

A facilidade proporcionada pela programação por blocos permite a criação de projetos por crianças desde o ensino fundamental I. Verifique a diferença de códigos de programação ao programar um Led para piscar no intervalo de um segundo utilizando a IDE do Arduino com linguagem C++ (Fig. 10) e utilizando o Scratch 3.0 na extensão OneGpio Arduino que está disponível no HackEduca Conecta (Fig. 11):



```
Piscar_LED | Arduino 1.8.7
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda

Piscar_LED
// Programa : Piscar LED
// Autor : hackeduca.com

// Tudo que estiver em void setup é executado uma única vez
void setup()
{
  //Define a porta do led como saída (OUTPUT)
  pinMode(13, OUTPUT);
}

// Tudo que estiver em void loop é executado até que se desligue o Arduino
void loop()
{
  //Liga o led, enviando 5v ao Pino 11 (HIGH)
  digitalWrite(13, HIGH);

  //Espera de 1000 milissegundos (1 segundo)
  delay(1000);

  //Desliga o led, enviando 0v ao Pino 11 (LOW)
  digitalWrite(13, LOW);

  //Espera de 1000 milissegundos (1 segundo)
  delay(1000);
}

Compilação terminada
O sketch usa 930 bytes (2%) de espaço de armazenamento para programas. 0 bytes de memória dinâmica são reservados. Variáveis globais usam 9 bytes (0%) de memória dinâmica, deixando 2039 bytes disponíveis para variáveis locais.

25 Arduino/Genuino Uno em COM4
```

Figura 10: Programação do Led na IDE do Arduino, linguagem C++

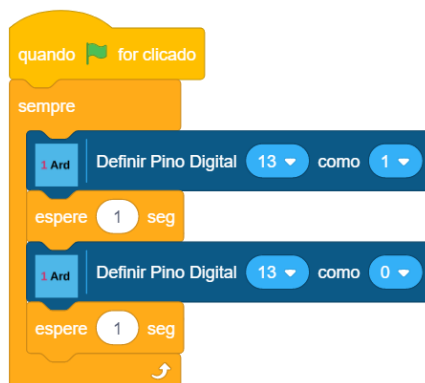


Figura 11: Programação do Led no Scratch 3.0 utilizando a extensão OneGpioArduino com HackEduca Conecta

Ao utilizar o Scratch para programar o Arduino ganhamos mais uma funcionalidade que propicia ricos projetos de programação criativa, pois permite a integração de projetos entre o mundo físico e o virtual, com iterações na tela e em dispositivos robóticos simultaneamente. Descrevemos aqui alguns exemplos de como essa integração é possível, como a proposta conduzida na oficina “Monte seu monstrinho” (Fig. 12 e 13). Os participantes foram desafiados a criarem monstrinhos, que realizasse alguma interação com o público a partir dos sensores disponíveis.

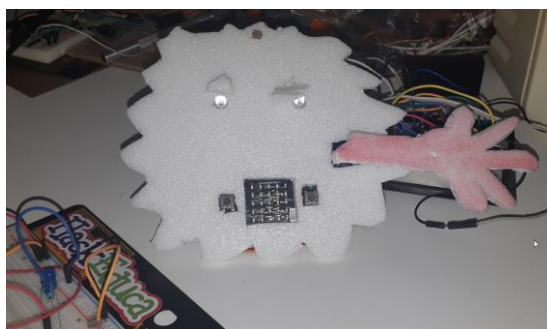


Figura 12: Exemplo de uso em Oficina “Monte o seu monstrinho”

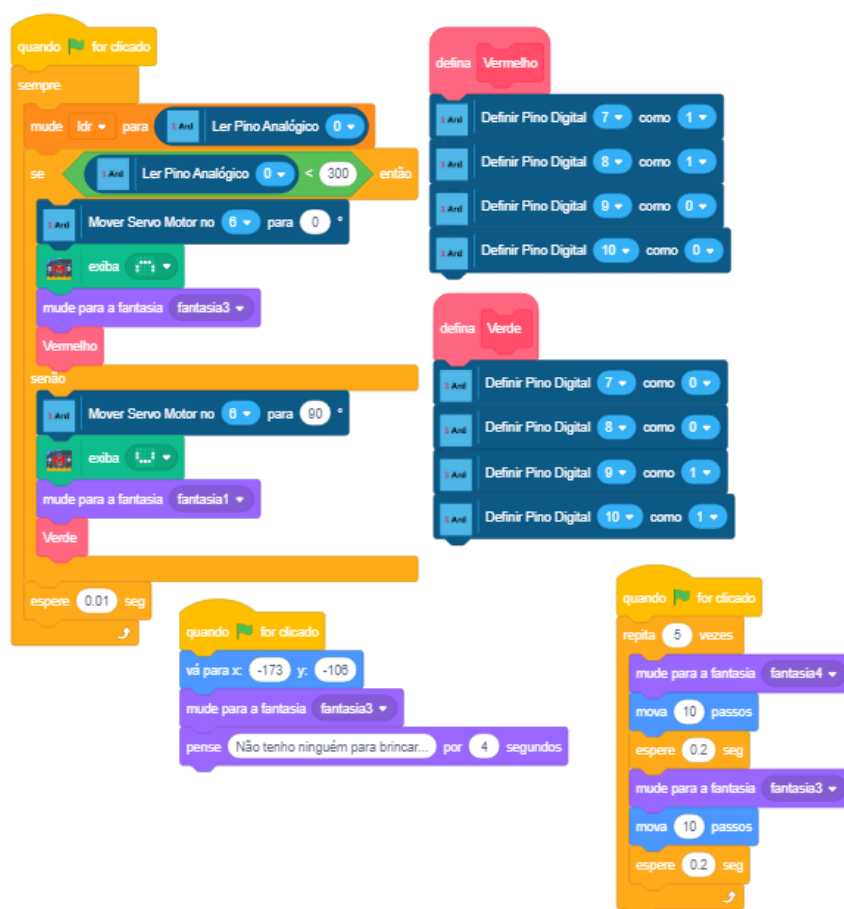


Figura 13: Exemplo do código utilizado na Oficina “Monte o seu monstrinho”

5.3. Mixly

A integração do Scratch com o Arduino é muito versátil, porém, há uma limitação que se torna crucial conforme se avança no entendimento de linguagens e lógica de programação, programar algo que não precise estar conectado com o computador o tempo todo.

Nessa fase, em que o aluno ainda não está apto para entender uma linguagem de programação escrita, como C++, Python, Java, por exemplo, o Mixly é um excelente caminho para essa migração.

Ele possibilita programar o Arduino, por meio de blocos, assim como o Scratch. O diferencial está no fato que, após a programação, é possível transferir para o Arduino o código criado, permitindo desconectar o Arduino do computador.

Veja um exemplo, no Mixly (Fig.14), equivalente ao que já vimos em (Fig. 10) e (Fig. 11):

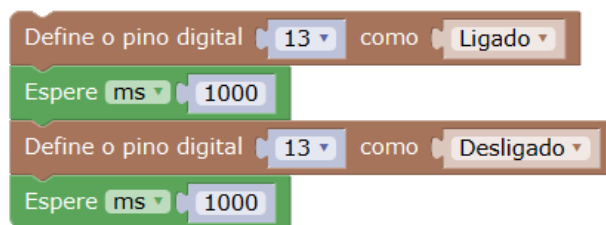


Figura 14: Exemplo do código similar a Figura 10 e Figura 11

No Mixly é também possível ver a programação escrita em C++ ao mesmo tempo que o que foi programado em blocos (Fig. 15):



Figura 15: Exemplo do código similar a Figura 10 e Figura 11, com a versão escrita em C++

Veja um exemplo para um termômetro, a programação na Fig. 16, a montagem na Fig. 17 e a execução final na Fig. 18:

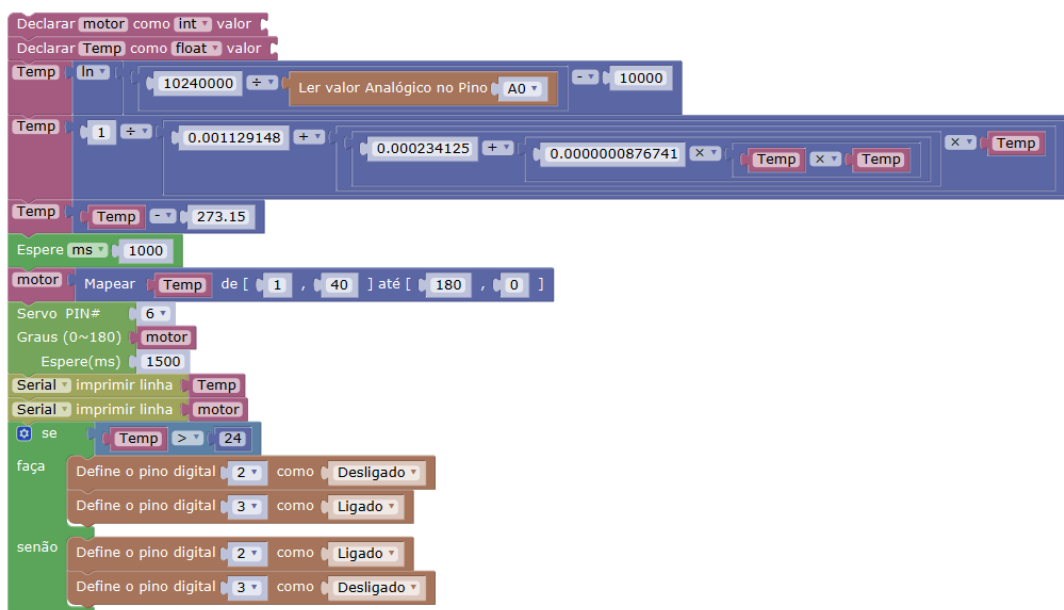


Figura 16: Exemplo do código usado na oficina “Monte um termômetro Maker”

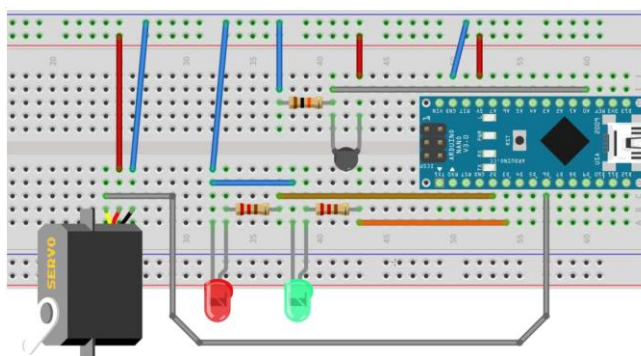


Figura 17: Exemplo do esquema de ligação usado na oficina “Monte um termômetro Maker”

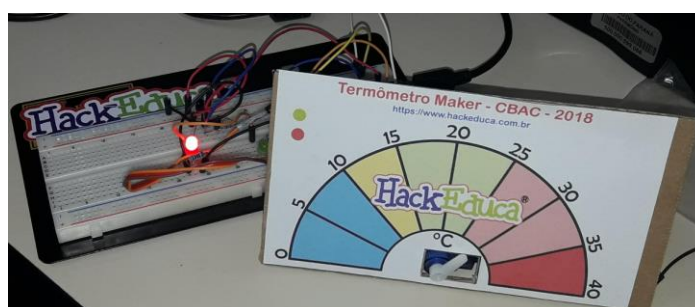


Figura 18: Protótipo de uma das possibilidades utilizada na na oficina “Monte um termômetro Maker”

5.4. Micro:bit

No HackEduca Conecta há duas extensões para comunicação com Scratch, uma para a versão 2.0 e outra para a versão 3.0. Descrevemos abaixo a diferença entre elas.

5.4.1. Extensão micro:bit para Scratch 2.0

Essa extensão surgiu da modificação da extensão criada por Alan Yorinks. Incluímos o sensor de temperatura e a possibilidade de envio e recebimento de mensagens via rádio com oitenta e três canais. Com o uso do rádio é possível enviar mensagens de uma placa para outra - opção muito versátil para os computadores que não possuem bluetooth 4.0.

Veja na Fig. 19 um exemplo de uso dessa extensão com um jogo de forca, onde um micro:bit envia mensagens para outra placa na sala de aula.

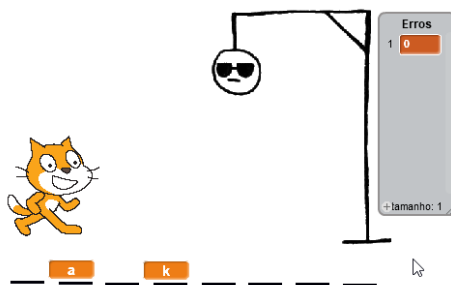


Figura 19: Exemplo de uso da Extensão para micro:bit e Scratch 2.0

5.4.2. Extensão micro:bit para Scratch 3.0

A extensão para o Scratch 3.0 foi desenvolvida por Koji Yokokawa¹⁶ e o HackEduca foi responsável pela tradução para o português.

Essa extensão, diferente do padrão, desenvolvida pela equipe do Scratch, possibilita acesso a todos os pinos do micro:bit e não somente a 3 pinos, além de permitir controlar servo motores, pinos PWM, sensor de luz, entre outros.

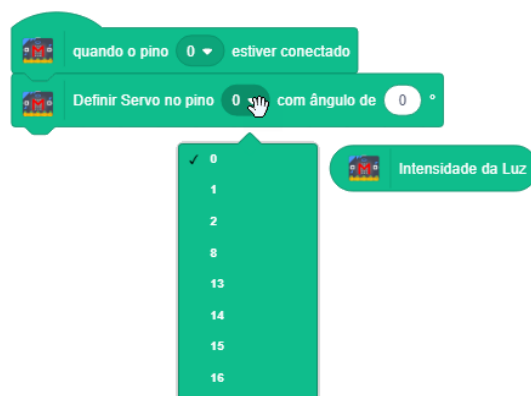


Figura 20: Exemplo de uso da Extensão Microbit More incluída no HackEduca Conecta

5.5. Raspberry Pi

Por ser uma mescla de computador e um microcontrolador, é possível instalar o HackEduca Conecta e controlar um Arduino e um Micro:bit, da mesma forma que é possível fazer com um computador Windows, porém, aqui é possível também controlar o Raspberry Pi por meio da extensão criada por Alan Yorinks¹⁷. Nesse caso é possível instalar o S3OneGpio no Raspberry Pi e controlá-lo via remotamente, via Wifi, com o seguinte bloco de comando:



Figura 21: Exemplo de uso da Extensão OneGpioRpi para uso do Raspberry Pi, controlando LED e ServoMotor

¹⁶ <http://www.yengawa.com/>

¹⁷ <https://github.com/MrYsLab>

5.6. Aprendizagem de Máquina (“Machine Learning”)

A extensão TensorFlow K-nn foi criada pelo HackEduca e utiliza a biblioteca de código aberto para aprendizagem de máquina, TensorFlow, criada pelo Google. O algoritmo que utilizamos para essa extensão é o K-nn (vizinhos mais próximos) que compara imagens previamente armazenadas (ensinadas/treinadas) por meio da webcam no Scratch 3.0. A Extensão permite que uma vez que o algoritmo esteja treinado ele pode ser guardado para reutilização.



Figura 22: Exemplo de botões adicionais na extensão TensorFlow K-nn

Ela pode ser utilizada em programações para reconhecimento de imagens, em conjunto com Arduino, por exemplo, para criar uma lixeira que pré seleciona o tipo de material para ser reciclado ou até mesmo em um jogo com uso da webcam, como demonstrado a seguir, no jogo Pedra, Papel e Tesoura, (Fig. 23):

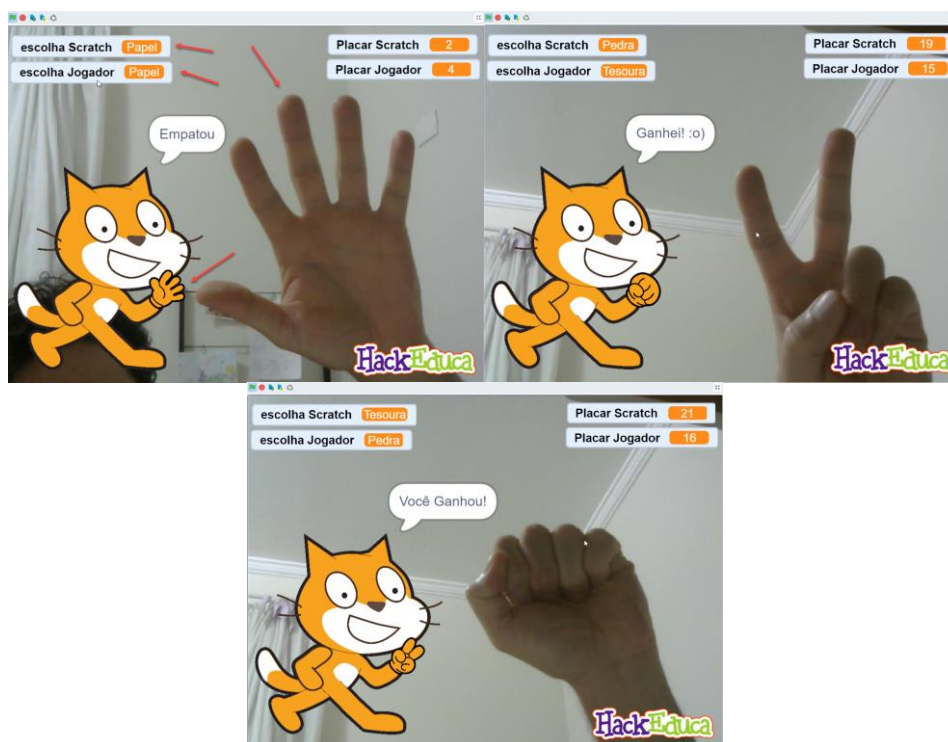


Figura 23: Exemplo de uso da extensão TensorFlow K-nn com o jogo Pedra, Papel e Tesoura

5.7. Possibilidades de computação criativa com o HackEduca Conecta

Um das preocupações que permeia a atualização da interface do HackEduca Conecta, é a abertura para o trabalho a partir dos princípios fundamentais da Aprendizagem Criativa, estruturante da computação criativa. A integração com ambientes de programação como Scratch, Micro:Bit, e outros, possibilita que as estratégias de produção, utilizando a interface, permita a exploração lúdica e a livre criação, dentro de propostas engajantes e inspiradoras.

Mas para tanto, é essencial que a intencionalidade que conduz as propostas planejadas considere a liberdade criativa, a autonomia e o protagonismo dos participantes. Resnick (2020) aponta que estratégias que consideram e privilegiam os 4 P da Aprendizagem Criativa, tem um grande potencial de impacto na aprendizagem e de envolvimento dos alunos. Para o autor, propiciar condições para que os alunos possam trabalhar em projetos de interesse pessoal e relevância social, de forma imersiva, compartilhando interesses, dúvidas e resultados, em um ambiente aberto à criação e à liberdade, é oportunizar que os P de projeto, paixão, pares e pensar brincando fluam naturalmente.

Essas são condições que oportuniza a Espiral da Aprendizagem Criativa (Fig. 24) acontecer durante o processo criativo. Identificamos boas propostas na computação criativa quando percebemos o trânsito dos alunos nas etapas da espiral, de modo aleatório, sem uma ordem definida, mas significativa àquele processo. Nesse cenário onde estes dois princípios permeiam as propostas, o erro é considerado fundamental para a aprendizagem, assim como as produções ganham formas de acordo com o envolvimento dos alunos, muitas vezes distante do planejado, validando a ideia de que essa espiral é um ciclo sem fim.



Figura 24: Espiral da Aprendizagem Criativa

Mas como fica a estrutura de aulas e oficinas a partir dos princípios da Aprendizagem Criativa? Devemos desconsiderar os materiais de suporte a bem da liberdade criativa?

Não são estas estratégias que o trabalho propõe. Verificamos que Resnick e seus colaboradores (2009) ampliam as ideias de Papert sobre como as condições de trabalho possibilitam o piso baixo, teto alto e paredes largas para a criação de propostas que favorecem o processo criativo. Em relação a isso, Santos e Galembeck (2017) explicam:

Quando o que norteia a utilização de materiais integrados com conceitos ou conteúdos curriculares, de modo que a criatividade e o desenvolvimento garantam um caminho possível, não previsível e estimulante, ou seja, o que Resnick (2009) a partir das ideias iniciais de Papert chamou de low-floor/high-ceiling/wide-walls – piso baixo, acessível para iniciar/ teto alto, para não limitar/paredes largas, possibilitando diversos caminhos - o envolvimento dos alunos é natural e extrapola o simples brincar. (SANTOS; GALEMBECK, 2017, p.04)

Assim, tanto o percurso formativo proposto quanto as sugestões de estratégias compartilhadas, enxergam os materiais de suporte criados, como oportunidade em piso baixo, que permitem que todos os participantes tenham as mesmas condições de iniciar seus projetos e programação. Um exemplo, são as fichas disponibilizadas no site HackEduca sobre a programação de Scratch com Arduino¹⁸.

São materiais que preconiza o suporte e as oportunidades, mas não encaixam todas as criações no mesmo formato, tolhendo a criatividade dos participantes. É o respeito ao tempo de cada um, os caminhos escolhidos, a liberdade de extrapolar as propostas iniciais, como propõe a ideia de teto alto (sem limites) e paredes largas (com diversos caminhos para criação). O exemplo de produções compartilhadas por meio de um livrinho¹⁹ criado pelos alunos, demonstram tais oportunidades.

Tomando a Aprendizagem Criativa como abordagem central na condução dessas propostas, entendemos que as estratégias compartilhadas na estrutura da oficina e na reflexão sobre a mesma, respeita e considera os princípios almejados em propostas de computação criativa.

6. Experiências em escolas públicas utilizando o HackEduca Conecta

No ensino fundamental I, exemplos de projetos com pesquisa e publicações podem ser verificadas nos relatos de Sobreira, Viveiro e D'Abreu (2017) os quais desenvolveram uma sequência didática envolvendo o conteúdo de energia (currículo de ciências) por meio de “montagem e programação de circuitos elétricos utilizando materiais de baixo custo ou reaproveitados, além de placas de prototipagem” (p. 456). Como resultados, analisaram que os estudantes puderam experimentar de forma prática a montagem de circuitos elétricos e ampliar seus conhecimentos em relação ao tema. Também conseguiram relacionar as novas aprendizagens às práticas cotidianas, desenvolvendo conceitos relacionados à ciência, tecnologia, sociedade e ambiente - CTSA.

Sales et. all. (2017) utilizaram a integração do Scratch e Arduino com o Hackeduca Conecta para o desenvolvimento de conteúdos do ensino de matemática e observaram que os alunos desenvolveram novas aprendizagens relacionadas ao conteúdo de matemática, além de interagir em um ambiente motivador. Conceitos geométricos específicos como, sólidos e vértices, além de conceitos gerais como dimensão e polaridade foram trabalhados quando os alunos foram desafiados a criar um cubo de LED e programar o seu funcionamento.

Sobreira, Viveiro e D'Abreu (2018) relatam que o projeto desenvolvido de criação de jogos digitais no Scratch com interação física utilizando Arduino, por meio da interface HackEduca Conecta revelou indícios de que:

A proposta favoreceu a aprendizagem dos conteúdos de Ciências, bem como suas interações com as tecnologias. Observamos essas aprendizagens a partir da reelaboração de conhecimentos prévios em direção aos conhecimentos científicos, aquisição de vocabulário e maior autonomia na tomada de decisões. Os estudantes envolveram-se em ações que favoreceram tanto o letramento científico quanto o digital, reconhecendo-se como produtores de jogos, ricos em contexto e propostas atrativas e significativas (p.1).

¹⁸ <https://www.hackeduca.com.br/download/cartas-scratch-arduino/> - em atualização para versão 3.0 do Scratch

¹⁹ <https://drive.google.com/file/d/115KDogwTWljbiCkgZBCtLyniPnczOO2T/view?usp=sharing>

O percurso do projeto compartilhado por Sobreira (2017) e apresentado nas telas de programação criadas pelos alunos, evidencia o quanto as propostas de integração entre o físico e a programação digital possibilitam a sistematização de conceitos e conteúdos de forma engajada e significativa pelo grupo. A possibilidade de criar e ver a funcionalidade de suas criações, torna o processo de ensino a aprendizagem mais horizontal e centrado no aluno.



Figura 24: Programação da barra de energia

Fonte: Sobreira (2017, p. 157)

Guimarães (2019) utilizou a interface para o planejamento de uma sequência de aulas para o desenvolvimento de seu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), onde a proposta se destina ao desenvolvimento de raciocínio verbal, lógica de programação, raciocínio espacial, dentre outros, em alunos com 12 anos de idade, a partir da construção e programação de um protótipo de carrinho. Em seu trabalho, o autor descreve a utilização do Hackeduca Conecta, apontando as vantagens e pontos a considerar da interface, na integração curricular e manuseio dos usuários.

Ao explorar outras possibilidades apresentadas na interface HackEduca Conecta, Pereira e D'Abreu (2019) criaram um método para introduzir conceitos de física e matemática a partir da robótica pedagógica, com alunos do Ensino Médio do projeto PIBIC-EM, por meio da exploração de sensores e da linguagem por blocos Mixly, também disponível na interface. O mesmo recurso é indicado por Arantes (2019) como possibilidade para iniciar o trabalho com programação de forma acessível e viável.

Santos, Sacay e Cavalcante (2018) utilizaram o recurso de integração com o Micro:Bit para ofertar uma formação docente com vistas na compreensão do potencial da integração físico-programável para a educação 4.0.

Analisando as possibilidades de integração de projetos que utilizam programação e interação física e virtual na educação básica, propomos subsidiar a formação de professores, pesquisadores e demais interessados na área, a partir de um percurso prático formativo, com o intuito de disseminar novas práticas.

7. Metodologia

Considerando os objetivos listados, que almejam a disseminação da computação criativa integrada ao mundo físico como modo de potencializar os projetos escolares, bem como suas possibilidades de integração, entende-se que os referenciais qualitativos podem contribuir para a compreensão desta proposta enquanto possibilidade de pesquisa.

Segundo Bogdan e Biklen (1994) as características da investigação qualitativa favorece o cenário educacional devido a sua abertura a subjetividade e caráter descritivo. Nesse sentido, tais contribuições amplia as possibilidades de olhar para cada participação e destaca avanços e integrações individuais, mesmo diante de uma proposta coletiva.

Apesar de não ser esta uma pesquisa que trabalhará com o levantamento de dados, os benefícios advindos das características de propostas investigativas quantitativas, contribuem também para a formação do público interessado na formação e integração curricular, preconizando que a diversidade de saberes e experiências é fator chave na cocriação de significados compartilhados e no trânsito de conhecimentos prévios. Assim, a subjetividade inerente aos estudos qualitativos assume um viés de valorização de cada percurso construído durante a oficina e seus possíveis impactos em contextos educacionais a partir da integração com projetos reais.

Enquanto metodologia de trabalho, a estrutura geral do percurso prático formativo prevê um desenvolvimento dos participantes a partir da criação e reflexão constante, em um formato organizado do seguinte modo:

- Contextualização e apresentação: etapas de orientação, apresentação da proposta e compartilhamento de informações necessárias;
- Criação: etapas de elaboração de projeto, protótipos a partir do fomento à criatividade e autoria;
- Exploração: etapas para explorar as possibilidades de programação a partir dos tutoriais compartilhados, fichas de suporte e livre exploração.
- Compartilhamento: etapas de socialização, discussão e reflexão sobre o percurso experienciado, os conceitos abordados e as criações resultantes do processo;
- Avaliação: etapa voltada ao reconhecimento das aprendizagens construídas, a partir de propostas colaborativas e reflexivas.

Com base na estrutura de trabalho, o percurso prático formativo foi planejado, respeitando cada etapa e visando alcançar os objetivos iniciais.

7.1. Estruturação de um percurso prático formativo para subsidiar a condução de estratégias formativas e adoção na prática do uso da programação do Arduino com a linguagem de blocos.

A proposta do percurso prático formativo visa possibilitar a condução de estratégias formativas e/ou condução de propostas práticas integradas à educação formal e não formal. Sua estrutura parte da criação de projetos de prototipagem com interação física e virtual utilizando linguagens de programação por blocos (Scratch e Mixly) utilizando a interface do “Hackeduca Conecta”. Essa interface cria blocos adicionais no Scratch 3.0 permitindo a programação das placas Arduino e Microbit, tornando acessível a criação de protótipos com uso de sensores e atuadores e o Scratch possibilita a interação com o ambiente virtual.

A dificuldade em criar condições para que cada vez mais professores e alunos façam uso da integração física programável em situações de relevância e interesse, é afirmada pelo desconhecimento técnico e dificuldade de integração educacional. A

linguagem por blocos torna acessível a programação das placas de prototipagem por alunos desde o ensino fundamental, incluindo também professores das diversas áreas. Dessa forma, a criação e propagação de meios que facilitem tal objetivo, apresenta-se de grande relevância para este cenário, configurando a interface do “HackEduca Conecta” como uma das poucas criações que atendem ao almejado e, o percurso proposto como meio para tal.

Entendendo a necessidade de possibilitar estratégias passíveis de personalização e baseada em vivências reais aos participantes, dando condições para que os mesmos possam compreender o potencial de integração de tais propostas ao currículo, a experiência prática se torna de grande importância. Para tanto, a etapa para a criação “mão na massa” desde a elaboração do projeto até a construção de protótipos apresenta-se como uma das etapas fundamentais do percurso prático formativo. Saber manipular uma diversidade de materiais e enxergar potencialidades em recursos inusitados é parte de propostas voltadas para a computação criativa e de grande valor para o processo.

Com base no interesse em promover uma experiência de criação “mão na massa” com a possibilidade de programação por blocos propiciada pelo HackEduca Conecta, o percurso está estruturado da seguinte forma:

- **Apresentação da interface:** a apresentação da interface, evidenciando seus limites e potencialidades é uma das primeiras etapas indicadas. Nela, os interessados veem a facilidade de manuseio e a utilização acessível a todos. É interessante apresentar alguns projetos construídos a partir do uso da interface, seja de forma física ou por vídeos encontrados no próprio site do HackEduca. Indicamos a instalação de modo coletivo, possibilitando que participantes com experiências variadas possam participar de forma colaborativa. Materiais de suporte como o Manual do usuário - HackEduca Conecta²⁰ podem auxiliar neste processo.
- **Elaboração de projeto para criação:** Encontrar uma motivação ou interesse pessoal para desenvolver seus projetos é o passo inicial para que as produções ganhem maior engajamento dos envolvidos. Indicamos a elaboração de um desafio envolvendo conteúdos curriculares ou temáticas de relevância social, como proposta que norteará a elaboração de um projeto de criação para ser prototipado pelos participantes.
- **Construção do protótipo:** As propostas de construção, quando voltadas para criação de protótipos programáveis possibilita aos participantes enxergarem as aplicações práticas das placas de prototipagens, sensores e atuadores, além propiciar a integração de uma variedade de materiais. Visando a construção e funcionamento do protótipo, isso possibilita que os participantes selecionem as placas e demais recursos necessários para o funcionamento do projeto elaborado. Caso a proposta não seja presencial ou havendo limitação de recursos, poderá ser utilizado um simulador que contribuirá para a visualização da programação e seu funcionamento;
- **Programação:** A etapa de programação, após planejamento e prototipagem de projetos individuais, ganha um status de grande importância para o processo, pois é quando o funcionamento será testado e as possíveis adaptações serão realizadas.

²⁰ https://www.hackeduca.com.br/download/manual_hackeduca-conecta/

Esta etapa ganha maior liberdade quando são ofertados aos participantes a possibilidade de utilização de cards de programação Scratch/Arduino, tutoriais e orientação dos formadores. Dessa forma, a programação do protótipo permite que todos tenham condições de participação.

- **Socialização:** É de grande valor a organização de momentos de socialização do percurso por todos, seja de forma presencial ou virtual. Os envolvidos podem apresentar os seus protótipos e explicar a sua relação com a temática central. É uma etapa de cocriação, quando a participação dos demais poderá qualificar as produções e atribuir relações não consideradas pelos autores.
- **Discussão conceitual:** Após vivenciarem todo o processo mão na massa de planejamento, prototipagem, programação e socialização, a promoção de discussão dos conceitos que envolvem a computação criativa, a sua relação com os conteúdos curriculares e demais exemplos e possibilidades de integração é muito importante. Dessa forma, os participantes poderão vislumbrar novas alternativas para o desenvolvimento de projetos em seu contexto de trabalho.
- **Avaliação:** É indicado que os participantes tenham a oportunidade de refletir sobre o processo de criação, prototipação e programação do projeto, de modo que se enxerguem atuantes em todo o processo. Existem algumas formas construtivas de avaliação, como por pares, por meio de uma avaliação por rubricas e autoavaliação. Este movimento instiga a reflexão sobre as possibilidades e dificuldades da utilização de propostas semelhantes, utilizando a estrutura e a interface no seu fazer cotidiano e/ou educacional.
- **Reflexão final:** Sugerimos que a finalização do percurso prático formativo promova o levantamento de propostas para a integração da computação criativa no currículo escolar, considerando as possibilidades e dificuldades elencadas pelo grupo.

Espera-se que a estrutura do percurso prático formativo proposto, possibilite que os participantes, nos seus mais variados contextos, compreendam o funcionamento da interface “HackEduca Conecta” e sua potencialidade na integração de criações físicas programáveis por linguagens de programação por blocos, a partir de vivências práticas e reais. Espera-se ainda que sejam capazes de vislumbrar possibilidades educacionais com a computação criativa, contribuindo para aprendizagens mais significativas e autorais.

7.2. Estratégia de condução do percurso prático formativo

A partir de experiências similares, que contribuíram para a estruturação do percurso sugerido, entendemos que sua condução possa ser adaptada em ambientes presenciais e virtuais, com poucas modificações.

Em oportunidades presenciais, indicamos que os organizadores possam prover uma seleção de materiais que poderão ser somados aos que forem solicitados aos participantes, possibilitando a participação de um público misto de interessados. Considerando a condução virtual remota, sugerimos a escolha de simuladores e recursos semelhantes, além da abertura das propostas de criação, oportunizando a participação de todos. Momentos de interação síncronas, visando o compartilhamento, a socialização e a troca entre todos, demonstraram-se eficazes para a realização das atividades, como comprovado em outras experiências.

8. Considerações finais

O desenvolvimento de práticas de computação criativa nos contextos educacionais pode favorecer aprendizagens significativas, tanto relacionadas aos conceitos computacionais, quanto ao desenvolvimento de competências voltadas ao pensamento criativo, sócio emocional, relacionamentos interpessoais, entre outros.

Desenvolver práticas mão na massa contextualizadas com os conteúdos curriculares tornam a aprendizagem mais prazerosa, significativa, além de permitir o avanço nos conhecimentos curriculares, pelo fato de envolver os estudantes em contextos que possuem um significado real e social.

Para que a computação criativa possa realmente ser inserida na educação, além de oferecer materiais acessíveis, requer que os aplicativos e linguagens computacionais também sejam acessíveis, considerando que muitos educadores não dominam as linguagens próprias das placas de prototipação, o que muitas vezes inviabilizam o desenvolvimento de projeto.

A proposta do percurso prático formativo poderá favorecer a formação de educadores para o uso desses recursos. Entendemos que a estrutura indicada pode se tornar o ponto inicial de um programa formativo, que poderá ser adaptável e personalizável de acordo com os objetivos de dos formadores e do público fim.

Referências

- Brasil, Ministério da Educação. (2017) Base Nacional Comum Curricular. 3ª versão. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=78231-anexo-texto-bncc-reexportado-pdf-1&category_slug=%20dezembro-2017-pdf&Itemid=30192>. Acesso em jul. 2020.
- Brennan, K.; Resnick, M. (2012). Using artifact-based interviews to study the development of computational thinking in interactive media design. Paper presented at annual American Educational Research Association meeting, Vancouver, BC, Canada.
- Buckingham, D. (2010). Cultura Digital, Educação Midiática e o Lugar da Escolarização. Revista Educação & Realidade: revista da Faculdade de Educação da UFRGS, Porto Alegre, v. 35, n. 3, p. 37-58, set./dez., 2010. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/edu_realidade>. Acesso em: 12 jun. 2015.
- Jean (2016) The Tinkering Studio. Tinkering with Computational Thinking at ASTC <https://www.exploratorium.edu/tinkering/blog/2016/10/14/tinkering-with-computational-thinking-at-astc> Acesso em jul. 2020.
- Kafai, Y. B. (2006). Constructionism. In R. K. Sawyer (Ed.), The Cambridge handbook of the learning sciences. New York: Cambridge University Press.
- Mishra, P.; Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. Teachers College Record, 108(6), 1017–1054. doi: 10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x.
- Papert, S. (1980). Mindstorms: Children, Computers, And Powerful Ideas. Basic Books.

- Passarelli, B. (2012). Mediação da informação no hibridismo contemporâneo: um breve estado da arte. *Ciência Da Informação*, 43(2). Disponível em <<http://revista.ibict.br/ciinf/article/view/1406/1584>>. Acesso em jun. 2020.
- Presicce, C. (2017). Explorations in computational tinkering. Tese Massachusetts Institute of Technology. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/323722000_Explorations_in_computational_tinkering> Acesso em jul. 2020.
- Sales, S. B.; Silva, R. B.; Sobreira, E. S. R.; Nascimento, M. D. R. (2017). Utilizando Scratch e Arduino como recursos para o ensino da Matemática. Anais do XXIII Workshop de Informática na Escola (WIE 2017). VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2017). Disponível em <<https://br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/7272/5070>>. Acesso em jul.2020. doi: 10.5753/cbie.wie.2017.538.
- Santos, V.; Galembeck, E. (2017). Por uma ciência para o dia a dia possibilidades para aprendizagem criativa e significativa na educação básica. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, ISSN 0212-4521, ISSN-e 2174-6486, N° Extra 0, p. 4035-4040; 2017
- SBC, Sociedade Brasileira de Computação. Itinerário Formativo de Computação. Disponível em <<http://www.sbc.org.br/documentos-da-sbc/send/203-educacao-basica/1216-itinerario-formativo-da-computacao>>. Acesso em jun. 2020.
- SBC, Sociedade Brasileira de Computação. (2017). Diretrizes para ensino de Computação na Educação Básica. Disponível em <<https://www.sbc.org.br/documentos-da-sbc/send/203-educacao-basica/1220-bncc-em-itinerario-informativo-computacao-2>>. Acesso em jun. 2020.
- ScratchEd. (2019). Computação Criativa. Escola de Pós-Graduação em Educação de Harvard. Traduzido por Rede Brasileira de Aprendizagem Criativa e Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), Brasil. Disponível em <<https://learn.media.mit.edu/lcl/resources/readings/creative-computing-guide.pt.pdf>>. Acesso em out. 2020.
- Sobreira, E. S. R., Viveiro, A. A. y Viegas d'Abreu, J.V (2017). Do Paper Circuit à programação de Arduino com Scratch: uma sequência didática para aprendizagem do conteúdo de energia nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Anais do XXIII Workshop de Informática na Escola (WIE 2017). VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação. Disponível em <<https://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/6852>>. Acesso em jul. 2020. doi: 10.5753/cbie.wie.2016.456.
- Sobreira, E. S. R. (2017) Tecnologias digitais no ensino de ciências para crianças: autoria e interações em uma proposta educativa explorando o tema energia. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Física Gleb Wataghin, Campinas, SP. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/330423>>. Acesso em set. 2018.

Sobreira, E. S. R., Viveiro, A. A. y Viegas d'Abreu, J.V (2018). Aprendizagem criativa na construção de jogos digitais: uma proposta educativa no ensino de ciências para crianças. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 44, 71-88

Capítulo

3

Desenvolvendo Jogos Educacionais Digitais Inovadores e Instigantes com o *Framework PlayEduc*

Samanta F. Aires, Jorge F. R. Barbosa e Charles A. G. Madeira

Abstract

With the constant growth of the game industry in Brazil and in the world, digital games seem to be one of the most used technologies, being part of the routine of digital-native student generation. Digital Educational Games (DEG) are specially considered as a promising strategy for the teaching and learning process. However, many of the DEG are stereotyped as boring by the students, since they are focused only on the pedagogical context, forgetting the emotional context that makes entertainment games interesting for the players. So, there is a need to provide better quality to the DEG since their conception, aligning entertainment within education in a balanced way. In order to contribute in this sense, some methodological initiatives, well adapted to the development of DEG, have been proposed in recent years. PlayEduc framework is one of them, being able to assist with the design process of DEG adapted to the interests of students and teachers. Also, PlayEduc is applied in association with the Design Thinking for Educators approach, promoting the knowledge construction about strategies for designing innovative and exciting DEG.

Resumo

Com o constante crescimento da indústria de jogos no Brasil e no mundo, os jogos digitais têm se mostrado como uma das tecnologias mais utilizadas, fazendo parte da rotina dos estudantes da geração atual, conhecida como nativos digitais. Os Jogos Educacionais Digitais (JED), particularmente, já são considerados como uma estratégia promissora para o processo de ensino e aprendizagem. No entanto, muitos desses jogos são estereotipados como chatos pelos alunos, pois são focados apenas no contexto pedagógico, negligenciando o contexto emocional que tornam os jogos voltados ao entretenimento interessantes aos jogadores. Dessa forma, existe a necessidade de prover uma melhor qualidade aos JED desde a sua concepção, alinhando o entretenimento com a educação de uma forma balanceada. Visando contribuir neste sentido, algumas

iniciativas de metodologias, bem adaptadas ao desenvolvimento de JED, têm sido propostas nos últimos anos. Uma delas é o framework PlayEduc que se propõe a auxiliar no processo de concepção de JED adaptados aos interesses dos alunos e professores. Para isso, o PlayEduc é aplicado em conjunto com a abordagem do Design Thinking para Educadores, construindo o conhecimento sobre estratégias para conceber JED inovadores e instigantes.

1.1. A Indústria de Jogos e a Produção de Jogos Educacionais Digitais

A indústria de jogos vem ganhando mais relevância a cada ano. Atualmente já é uma das indústrias mais lucrativas do entretenimento, ultrapassando a do cinema e da música, tendo gerado uma receita de cerca de US\$ 120 bilhões em 2019, a maior parte oriunda dos jogos digitais [Superdata 2020a]. Em relatório mais recente, a Superdata [2020b] mostrou que a indústria dos jogos digitais faturou US\$ 82,8 bilhões nos primeiros oito meses de 2020, um crescimento de 13% em comparação ao mesmo período de 2019.

Esses números são um reflexo do crescimento no consumo de jogos digitais *mobile*, decorrentes da popularização dos dispositivos móveis. Dados do relatório da Pesquisa *Game Brasil 2020* mostram que a plataforma mais utilizada atualmente pelos jogadores do país é o smartphone [PGB 2020]. Além disso, a maior parte da receita de jogos digitais em 2019 também veio desses aparelhos [Superdata 2020a], conforme apresenta a Figura 1.

Digital games revenue reached \$109.4B in 2019, up 3% year-over-year

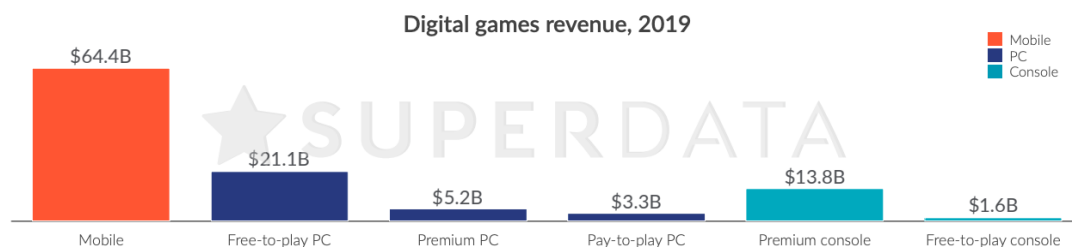


Figura 1. Receita da indústria de jogos digitais por plataforma no ano de 2019.
Fonte: Superdata, 2019

Os smartphones facilitaram o acesso aos jogos de diversos gêneros e, com o aperfeiçoamento de seus hardwares e softwares, esses aparelhos já apresentam grande capacidade de processamento e armazenamento, permitindo assim que jogos mais elaborados possam ser produzidos para serem jogados neste tipo de plataforma.

Esse fato não é diferente no cenário brasileiro, com 75,7 milhões de jogadores assíduos em 2018, se apresentando em 1º lugar na América Latina e em 13º a nível global no ranking de consumidores de jogos digitais [Brasil 2018].

A indústria de desenvolvimento de jogos no Brasil também vem recebendo incentivos, com o surgimento de diversas empresas e desenvolvedores de jogos independentes. O 2º Censo da Indústria Brasileira de Jogos Digitais [Brasil 2018] divulgou que entre 2016 e 2017 foram produzidos cerca de 1718 jogos no País, sendo 785 destes voltados para o entretenimento, 874 voltados principalmente para a educação e o treinamento (jogos sérios), e 59 de outros tipos, o que significa mais de metade dos jogos produzidos com viés educacional (Figura 2).

Percebe-se com esses dados que já é dada grande importância aos jogos educacionais digitais, que estão sendo cada vez mais utilizados como estratégia instrucional pelos educadores, devido ao seu grande potencial para o processo de ensino e aprendizagem [Petri et al. 2016; Gee 2009; Prensky 2012; Mattar 2010], assim como também pela familiarização dos alunos-jogadores com essa tecnologia [Prensky 2001].

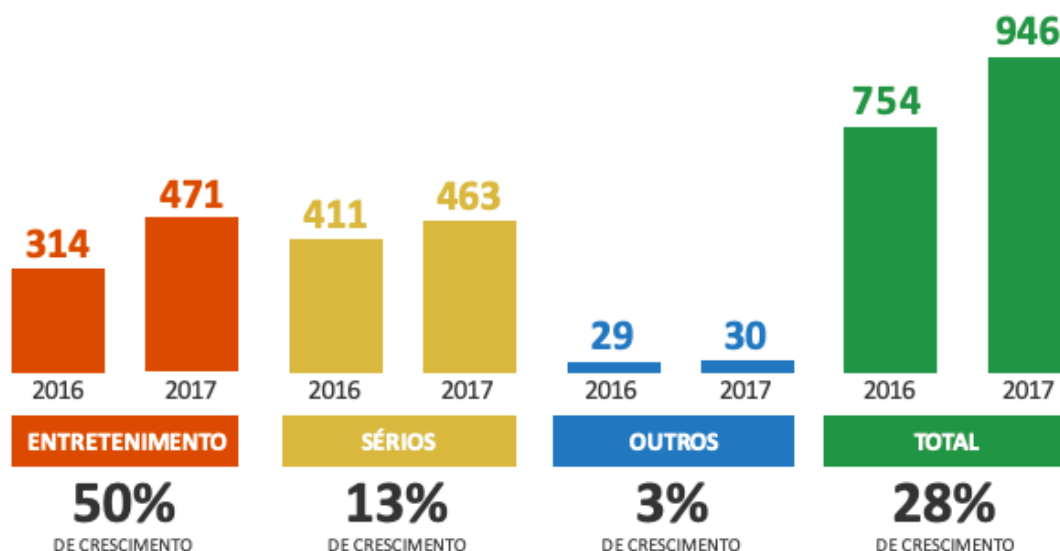


Figura 2. Número de jogos digitais desenvolvidos por categorias nos anos de 2016 e 2017. Fonte: 2º Censo da IBJD, 2018

1.2. Potencial Educacional dos Jogos Digitais

A utilização dos jogos digitais e de suas potencialidades como atividades pedagógicas vem crescendo significativamente ao longo dos anos [Gee 2009]. Koster [2013] afirma que todos os jogos podem ser considerados educacionais, pois proporcionam a aquisição de habilidades úteis na vida real, compondo ambientes atraentes e interativos que capturam a atenção do jogador ao oferecer desafios que exigem níveis crescentes de destreza e habilidades [Savi e Ulbricht 2008].

A utilização de jogos digitais na educação possibilita não somente a modernização do processo de ensino e aprendizagem, como também instiga cada vez mais os alunos a buscarem e a participarem da construção do seu próprio conhecimento [Fernandes et al. 2018].

Os Jogos Educacionais Digitais (JED) são aqueles voltados ao ensino de algum conteúdo ou habilidade, e podem ser definidos como softwares que oferecem conteúdos e atividades práticas, com objetivos educacionais baseados na recreação e no conhecimento [Santana 2018].

Através dos JED, os alunos se sentem mais motivados em aprender, pois os jogos promovem uma nova forma de interação do ser humano com as máquinas, possibilitando um nível mais profundo de interatividade [Mattar 2010] e se tornando ferramentas bastante promissoras para o processo de ensino e aprendizagem.

Existem alguns elementos indispensáveis aos jogos digitais que os tornam divertidos e cativantes para os jogadores. No contexto dos JED, o fato de inserir conteúdo

educacional não se mostra por si só suficiente para gerar o engajamento dos alunos, pois os objetivos pedagógicos precisam ser inseridos em um contexto e situação de ensino baseados em uma metodologia que oriente o processo, através da interação, da motivação e da descoberta, facilitando a aprendizagem dos conteúdos e a aquisição de habilidades [Prieto et al. 2005].

Dessa forma, é necessário que os JED sejam bem elaborados e estruturados desde a sua ideia de concepção inicial, promovendo assim uma boa qualidade. Para isso, eles devem proporcionar um alinhamento adequado entre os elementos de mecânica, estética, narrativa e tecnologia, conforme indicado na Tétrade Elementar de Schell [2008], também tratando do entretenimento e da pedagogia para produzir jogos educacionais que demonstrem efetividade nos resultados obtidos no processo de ensino e aprendizagem.

1.3. Problemática na Aplicação de Jogos na Educação

Ao se fazer um recorte dos JED utilizados em sala de aula, é possível constatar que os alunos não conseguem se motivar e se engajar da mesma forma que se motivam e se engajam com os jogos voltados ao entretenimento, sendo seu uso caracterizado pelo baixo envolvimento do aluno-jogador e pela baixa qualidade na aprendizagem [Prensky 2012].

Apesar das potencialidades apresentadas em seu uso, muitos JED não têm se mostrado eficazes pois, além de serem considerados chatos pelos alunos - por ter foco no conteúdo pedagógico, deixando o entretenimento como algo secundário, também pecam no seu objetivo primário de ensinar [Costa 2008]. Alguns podem até mesmo ser definidos como atividades de fixação de conteúdo meramente apresentadas de forma digital [Barbosa e Madeira 2019].

Com isso, tanto alunos quanto professores têm preferido utilizar jogos voltados ao entretenimento para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem, pois tendem a ser mais eficazes que os jogos educacionais em si [Costa 2008].

Um dos fatores que contribuem para esta problemática é o fato de que os JED são comumente desenvolvidos de modo *ad-hoc*, não seguindo uma metodologia de desenvolvimento formalizada e sendo geralmente superficialmente avaliados em relação ao seu impacto no processo de ensino e aprendizagem [Battistella e Wangenheim 2016]. Há então uma carência de estudos e ferramentas capazes de auxiliar o processo de desenvolvimento dos jogos educacionais digitais, que gere um produto eficaz e que congregue de forma harmônica as características dos jogos digitais com o *design* instrucional [Paz 2019; Barbosa 2018].

Diante disso, é necessário buscar metodologias e instrumentos para formalizar e auxiliar o processo de desenvolvimento de JED, visando torná-los mais atrativos para os alunos, alinhando tanto os aspectos pedagógicos necessários para o processo de ensino e aprendizagem, quanto os aspectos de entretenimento que tanto atraem os jogadores de qualquer idade.

1.4. Processo de Desenvolvimento de Jogos Digitais

O processo de desenvolvimento de jogos digitais requer uma equipe multidisciplinar, pois envolve diversas áreas de conhecimento, como programação, artes, *design* e música, que se complementam para produzir um produto de boa qualidade de acordo com os padrões atuais de mercado [Araújo et al. 2018].

Além disso, o processo pode variar, dependendo do orçamento, tamanho da equipe, finalidade do jogo, plataforma, público-alvo, gênero, etc. Contudo, há alguns passos comuns, com objetivos que devem ser seguidos para o desenvolvimento de qualquer jogo digital, sendo eles: pré-produção, produção, testes e pós-produção (ver Figura 3). O sucesso de cada passo depende da execução do passo anterior, refletindo diretamente no resultado do produto do jogo [Chandler 2012].

Na etapa de pré-produção é realizado o planejamento do projeto do jogo, iniciando com a concepção da ideia geral (*game design*), levantando requisitos e definindo o público-alvo, o gênero, coletando referências de personagens, opções de narrativa, entre outros elementos. Essa etapa é finalizada com a produção das documentações relacionadas, como o *Game Design Document* (GDD ou Documento de Projeto do Jogo) que é um documento de referência para toda a equipe envolvida no processo de desenvolvimento.

Na etapa de produção é realizada a implementação propriamente dita do projeto do jogo planejado na etapa anterior, que consiste tanto na tangibilização dos *assets*, que é feita por meio de ferramentas de modelagem, texturização, sonorização, entre outras, quanto na programação da interface e das mecânicas, que geralmente é feita por meio de uma *Game Engine* (ou Motor de Jogos).

Em seguida, na terceira etapa, são realizados diversos tipos de testes, desde aqueles referentes às funcionalidades do jogo até os que avaliam a sua usabilidade e jogabilidade.

A etapa de pós-produção é responsável pela finalização, fazendo um levantamento sobre o que funcionou ou não no desenvolvimento do jogo, visando prover melhorias e atualizações no jogo através da disponibilização de novas versões.



Figura 3. Ciclo Básico de Produção de Jogos. Fonte: Chandler, 2012

O processo de desenvolvimento dos JED difere daquele dos jogos voltados ao entretenimento no tange a necessidade de integração entre os aspectos de diversão e os

objetivos pedagógicos do jogo, de modo a promover uma boa experiência para os jogadores. No entanto, as etapas citadas anteriormente também fazem parte da produção dos JED, sendo adicionado nos objetivos de cada fase a concepção, análise e rastreamento contínuo sobre como estão inseridos os conteúdos educacionais no jogo, visto que esses são de extrema relevância nos JED.

Dessa forma, a etapa de pré-produção se mostra como uma fase crítica na produção de jogos, pois nela é realizado todo o planejamento do jogo, desde como ele será a quais elementos apresentará. Ademais, nos JED é preciso definir como o conteúdo educacional será inserido, de forma a promover uma experiência de jogo interessante e divertida ao aluno, ao mesmo tempo em que promove o seu aprendizado. Portanto, é de grande importância que essa etapa seja bem executada, para promover um produto que interesse ao aluno.

1.5. Influência do *Game Design* no Resultado dos JED

O *Game Design* (ou projeto de jogo) é fundamental para iniciar qualquer projeto de desenvolvimento de jogos, pois define a concepção do jogo, o estilo, público alvo, narrativa, mecânica, personagens, cenários, objetos, fases, níveis de dificuldade, sonorização, entre outros e, considerando o contexto de um jogo educacional digital, também seus aspectos pedagógicos [Fernandes et al. 2018].

Para Schell [2008], o responsável pelo *game design* deve criar diferentes possibilidades de mundos, ambientes, sociedades, personagens e muitos outros elementos do jogo, tomando decisões e fazendo diferentes combinações para criar uma boa experiência de jogo para os jogadores.

No contexto específico dos JED, os interesses dos professores (pedagógico) e dos alunos (entretenimento) não são necessariamente os mesmos. Portanto, é preciso que essa informação seja levada em conta no desenvolvimento do *game design*. Kiili [2005] afirma que um jogo educacional deve oferecer aos jogadores desafios que correspondam às suas habilidades, não sendo nem muito fáceis e nem muito difíceis, para que seja gerada uma experiência agradável dentro do fluxo de progressão.

Através de um bom *game design*, os objetivos pedagógicos desejados podem ser inseridos no contexto do jogo, transformando essa tecnologia em ferramenta eficaz para o uso na educação. Neste sentido, o GDD continua sendo um documento essencial, visto que é nele que serão definidos todos os objetivos e contextos pedagógicos, bem como o formato e as estratégias que darão todo o suporte a fim de promover o engajamento e o aprendizado dos alunos [Fernandes et al. 2018].

Com o objetivo de auxiliar no processo de desenvolvimento e concepção dos JED, a literatura apresenta diversos modelos, *frameworks* e outros instrumentos que podem ser utilizados ao longo de todas as etapas, informando aos envolvidos quais elementos devem ser considerados na construção do jogo [Oliveira et al. 2018].

1.6. *Frameworks* para Desenvolvimento de Jogos Educacionais Digitais

Os jogos digitais são compostos por diversos elementos característicos que podem ser reaproveitados ao longo do seu desenvolvimento. Dessa forma, existem algumas metodologias que permitem a reutilização dessas características de forma simplificada.

Dentre essas metodologias, uma das mais aceitas e utilizadas são os *frameworks*, instrumentos que integram a reutilização de códigos ou conceitos.

Um *framework* conceitual é um conjunto de ideias e conceitos que se inter-relacionam para descrever como um sistema deve se comportar, se parecer e ser compreendido pelos usuários da maneira pretendida [Preece et al. 2005].

Na indústria de jogos, um dos *frameworks* mais conhecidos e utilizados é o MDA (*Mechanics, Dynamics and Aesthetics* ou Mecânicas, Dinâmica e Estética), desenvolvido por Hunicke et al. [2004] com o objetivo de diminuir as dificuldades do desenvolvimento de jogos digitais e promover uma melhor comunicação entre os usuários e desenvolvedores.

Os *frameworks* se inserem nas diferentes etapas do desenvolvimento, dependendo das necessidades do jogo. Alguns são usados apenas na etapa de concepção, enquanto outros são usados ao longo de todo o processo de desenvolvimento. Também variam de acordo com o gênero, público-alvo ou conteúdo a ser trabalhado, podendo ser aplicado a um segmento genérico ou em áreas mais específicas. No contexto do desenvolvimento de JED, eles podem indicar para a equipe quais os elementos que devem ser considerados na construção do jogo, o que envolve tanto elementos de entretenimento quanto conteúdo pedagógico.

Oliveira et al. [2018] trazem em seu estudo uma revisão sistemática, analisando treze *frameworks* para desenvolvimento de jogos educacionais, considerando as características de aplicação, ensino, ciclo de vida, elementos pedagógicos e de jogabilidade. A partir desse estudo, alguns *frameworks* analisados se mostraram mais relevantes na etapa de concepção de JED, quais sejam: o *framework Four-Dimensional* [Freitas e Jarvis 2006] e o *framework Design, Play and Experience* [Winn 2009].

O *framework Four-Dimensional* apresenta quatro elementos considerados importantes na produção de um JED, sendo eles: (1) Contexto, (2) Aprendiz, (3) Representação e (4) Pedagogia. O primeiro é referente ao contexto sobre a aplicação do jogo, devendo considerar, por exemplo, a infraestrutura e os recursos técnicos. O segundo elemento está relacionado ao público-alvo a quem o jogo se destina (alunos ou professores), destacando a importância de definir suas características, como dados demográficos e nível de conhecimento. O terceiro elemento está mais relacionado ao visual do jogo e seus elementos de *design*. Enfim, o quarto elemento é referente a como o conteúdo pedagógico será abordado a fim de promover a aprendizagem do público.

O *framework Design, Play and Experience* foi elaborado tomando como base o *framework* MDA com a integração de objetivos educacionais. Assim, além dos elementos de mecânicas, dinâmica e estética, também são utilizados os conteúdos pedagógicos. Para a concepção do jogo, seguem três etapas sequenciais, sendo elas: (1) *Design* (projetar), (2) *Play* (jogar) e (3) *Experience* (experiência). A primeira etapa é de estruturação do jogo, considerando os elementos que serão inseridos e o conteúdo que será trabalhado. A segunda etapa se refere a utilização do jogo, isto é, ao ato de jogar. Enfim, a terceira etapa reflete diretamente nas anteriores pois considera que, a partir do sucesso das primeiras etapas, é gerada uma boa experiência de jogo.

Os *frameworks* analisados por Oliveira et al. [2018] apresentam elementos e etapas relevantes para a concepção de JED. No entanto, não se mostram completos o suficiente para auxiliar em todo o *game design* do jogo, na fase de pré-produção.

Por esta razão, um *framework* mais recente, intitulado PlayEduc [Barbosa e Madeira 2019], foi levado em consideração devido a sua completude e disponibilização de instrumentos considerados essenciais para o *game design* de JED. Este *framework* se baseia em três pilares fundamentais para o sucesso de um JED: a Psicologia, a Pedagogia, e o *Design*.

1.7. PlayEduc: Um *Framework* Conceitual para o *Design* de JED

PlayEduc é um *framework* conceitual para auxiliar equipes no processo de desenvolvimento de JED, se inserindo na etapa de pré-produção, especialmente na concepção do jogo, servindo como um guia para estimular o debate em torno dos diversos elementos relacionados ao *game design*.

Ele permite dar uma visão abrangente sobre os principais elementos inerentes aos jogos e ao aprendizado, tendo sido elaborado levando em consideração três pilares: a Psicologia, relacionada ao sentimento de imersão (entretenimento); a Pedagogia, referente ao processo de ensino e aprendizagem (instrução); e o *Design*, referente aos recursos de jogos que promovem uma boa jogabilidade [Barbosa e Madeira 2019]. Cada um dos pilares é constituído de 7 elementos essenciais para proporcionar o engajamento do jogador ao longo de uma partida de jogo, de forma a equilibrar o entretenimento com a aprendizagem, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Elementos Essenciais do *framework* PlayEduc. Fonte: Barbosa e Madeira, 2019

Pilares	Psicologia	Pedagogia	<i>Design</i>
Elementos Essenciais	1. Imersão	1. Expectativa	1. Personagem
	2. Evolução	2. Recuperação	2. Narrativa
	3. Realização	3. Estímulo	3. Câmera
	4. Escassez	4. Aprendizado	4. Controle
	5. Criatividade	5. Performance	5. Gráfico
	6. Socialização	6. Avaliação	6. Percurso
	7. Propriedade	7. Retenção	7. Complexidade

Analogamente, pode-se dizer que o PlayEduc funciona como uma bússola, servindo de instrumento para guiar as equipes de desenvolvimento em um processo estruturado e fundamentado, favorecendo uma cadeia de benefícios em todo o processo de desenvolvimento. Como principal produto, o PlayEduc oportuniza a concepção de um Educational *Game Design* Document (EGDD ou Documento de *Game Design* Educacional), que deve congrega todas as informações obtidas através da aplicação dos elementos essenciais, sendo considerado um documento de grande valor para todo o processo.

1.7.1. Pilar da Psicologia

O pilar da Psicologia é fundamentado na Teoria do Fluxo [Csikszentmihalyi 1997], relacionada à psicologia motivacional, e no *framework* Octalysis [Chou 2014], relacionado à gamificação, apresentando 7 elementos considerados essenciais no *game design* de um JED, sendo eles:

1. **Imersão:** O jogo deve encorajar o envolvimento do jogador, buscando atrair ao máximo sua atenção. Ter conhecimento sobre o perfil do jogador, suas preferências e interesses é uma boa forma de conceber um produto que tenha uma melhor aceitação;
2. **Evolução:** O jogo deve promover uma evolução progressiva do jogador. Este aspecto contribui para que o jogo não se torne monótono, já que o sentimento de expectativa, gerado por novas descobertas, motivam o jogador;
3. **Realização:** O jogador deve experienciar o sentimento de conquista ao longo das várias fases do jogo. É importante definir objetivos claros e atingíveis, que alinhem as habilidades do jogador com as mecânicas do jogo, estabelecendo um processo de evolução natural, considerando que o sentimento de conquista deriva do sentimento de superação;
4. **Escassez:** O sentimento de tensão ou exclusividade experimentado pelo jogador contribui para um maior envolvimento. Promover esse sentimento no jogador, através de estratégias como o controle de tempo, recursos, habilidades, etc, aumenta seu nível de concentração;
5. **Criatividade:** O jogo deve incentivar a criatividade do jogador, principalmente através da liberdade de escolha. Por exemplo, promovendo desafios secundários opcionais, caminhos alternativos e habilidades com vantagem temporária;
6. **Socialização:** Disponibilizar um espaço de interação entre os jogadores, seja online ou não, tende a aumentar o nível de interesse e engajamento;
7. **Propriedade:** O jogo deve promover ao jogador um mecanismo de propriedade. Este elemento está relacionado as mecânicas nas quais o jogador pode construir ou coletar algo.

1.7.2. Pilar da Pedagogia

O pilar da Pedagogia é fundamentado no *design* instrucional a partir da Teoria de Aprendizagem de Gagné [Gagné et al. 1992], e seus 7 elementos considerados essenciais aos JED são:

1. **Expectativa:** O jogo deve promover um contexto para o conteúdo educacional que será trabalhado. É recomendado implementar este elemento através de uma contextualização, na qual o jogador será apresentado ao conteúdo educacional de forma abrangente, mas dentro de um contexto;
2. **Recuperação:** O jogo deve resgatar do próprio jogador, os fundamentos do conteúdo educacional a ser trabalhado. O resgate desses conceitos relacionados é fundamental para o processo de aprendizagem, uma vez que serão utilizados cognitivamente para a consolidação das novas informações;
3. **Estímulo:** O jogo deve proporcionar elementos básicos para que o jogador entenda o objeto principal de aprendizagem. Os fundamentos do conteúdo educacional principal devem ser resgatados ou apresentados ao jogador, devido a sua grande relevância no processo;
4. **Aprendizagem:** O jogo deve abordar de forma objetiva o seu conteúdo educacional. A definição do conteúdo de forma específica facilita a sua identificação no contexto do jogo e possibilita ao jogador e a outros envolvidos analisar e perceber o impacto que o jogo tem no processo de aprendizagem;
5. **Performance:** O jogo deve promover feedbacks de aprendizagem contínuos. Este elemento destaca a importância de se ter uma ferramenta de avaliação e feedback

sobre o aprendizado do jogador, que pode ser apresentado na câmera principal ou dentro dos menus;

6. **Avaliação:** O jogo deve possibilitar a correção/recuperação de uma ação dentro do jogo, principalmente relacionada ao conteúdo educacional. É fundamental que o jogador tenha a oportunidade de retomar uma ação de aprendizagem, corrigindo possíveis erros e consolidando as novas habilidades educacionais aprendidas;
7. **Retenção:** O jogo deve oportunizar uma relação entre o conteúdo educacional com a vida real (cotidiano do aluno-jogador). Quando o conteúdo educacional é relacionado com as ações do dia a dia, o processo de retenção de informações se torna mais sólido.

1.7.3. Pilar do *Design*

O pilar do *Design* é fundamentado na Teoria dos Três C's de Rogers [2010] e nos Átomos do *Design de Games* de Schuytema [2017], com seus 7 elementos apresentados abaixo:

1. **Personagem:** Um personagem propicia a empatia do jogador, pois pode naturalmente trazer com ele uma narrativa e até objetivos e desafios no jogo. Muitos jogadores se envolvem profundamente com o personagem do jogo e tal elemento não pode ignorado;
2. **Narrativa:** Uma narrativa envolvente contribui com a promoção de um maior interesse do jogador. Questões como definir o propósito principal do personagem, os caminhos que ele deverá seguir, os desafios que ele enfrentará e qual será sua recompensa, são excelentes estratégias para a construção desse elemento;
3. **Câmera:** A câmera deve ser objetiva e apresentar na tela as principais informações para o jogador em tempo real. Fatores relacionados a esse elemento são o ângulo de visualização do jogador/personagem, o tamanho dos objetos e das fontes apresentados na tela, o *design* responsivo e a organização dos menus, objetos e outras informações relevantes sobre o jogo;
4. **Controle:** As mecânicas do jogo devem proporcionar uma experiência agradável e próxima a realidade. Conhecer o perfil do jogador, conduzir testes de jogabilidade e ouvir os feedbacks do jogador, são estratégias usadas para implementar controles mais intuitivos e amigáveis, gerando uma boa experiência;
5. **Gráfico:** Os gráficos estão relacionados a cenários, estilo artístico, efeitos especiais, etc, e devem atender as necessidades do jogo. Sempre é possível criar algo original. Um jogo com sua própria identidade aumenta a empatia, desperta a curiosidade e reduz comparações;
6. **Percurso:** O jogador deve estar completamente consciente de qual percurso deve seguir no jogo. Mas proporcionar percursos e rotas secundárias aumenta as possibilidades de entrar em fluxo e enriquece a experiência;
7. **Complexidade:** O jogador deve se sentir capaz de realizar e completar os desafios propostos pelo jogo. Os níveis devem ser desenvolvidos considerando duas frentes: os desafios físicos, como barreiras, puzzles, estratégias, inimigos, chefões, etc, e os desafios educacionais, que envolvem o conteúdo educacional.

1.7.4. Documento de *Game Design* Educacional

O Documento de *Game Design* Educacional (EGDD) é o principal produto do PlayEduc. Ele se assemelha ao GDD, mas acrescenta o aspecto educacional para tornar o processo adaptado aos JED.

Desta forma, trata diversas informações importantes referentes à descrição sobre o conteúdo educacional, contando com a definição das competências educacionais, o balanceamento educacional, a complexidade e a forma de progressão do conteúdo educacional, entre outros aspectos de grande importância para a produção de um JED, visando o *design* de um jogo melhor idealizado, construído e testado.

Espera-se que a equipe que opte pela utilização do *framework* PlayEduc tenha um maior ganho de qualidade e eficiência, sobretudo na fase mais crítica e fundamental do desenvolvimento do jogo que é a pré-produção.

Para facilitar e popularizar a utilização do PlayEduc na prática, os elementos essenciais foram organizados em 3 formulários, cada um tratando um pilar específico, disponibilizados por Barbosa e Madeira [2019] no endereço <https://goo.gl/gHRAXZ>. Esses documentos são estruturados para serem utilizados em duas etapas sequenciais, quais sejam:

1. **Aplicação dos formulários essenciais** com toda a equipe envolvida no desenvolvimento do jogo na etapa de pré-produção, a fim de compor o maior número de sugestões e estratégias para serem empregadas, preferencialmente integrando uma amostra do público-alvo (*design* imersivo). Esta etapa envolve brainstormings e muita criatividade, orientados pelos elementos essenciais do PlayEduc. Tem-se conseqüentemente os formulários essenciais preenchidos como produto final desta etapa, resultando numa documentação dos principais elementos e rumos do jogo;
2. **Junção dos produtos gerados** na etapa anterior com a proposta de arcabouço do EGDD, levando a equipe de desenvolvimento a dispor das informações essenciais para compor a primeira versão do documento que conterá todas as informações sobre o jogo, sendo um referencial para toda a equipe. Assim, o EGDD passa a ser utilizado como guia para balancear os esforços, levando em conta os aspectos indicados pelos três pilares que, de forma conjunta, visam aumentar a probabilidade do JED desenvolvido atingir o seu objetivo. Esta etapa pode ser desenvolvida pela equipe executiva de desenvolvimento do jogo, preferencialmente com pelo menos um integrante das etapas de desenvolvimento (programador, artista, roteirista, educador, etc.). Ela tem a primeira versão do EGDD como produto final.

A Figura 4 apresenta, de maneira mais intuitiva, uma visão geral dos componentes do PlayEduc, bem como uma visão prática das etapas de execução, oferecendo um modelo (arcabouço) de forma a orientar a equipe na finalização da primeira versão do EGDD, que conseqüentemente encerra a fase de pré-produção.

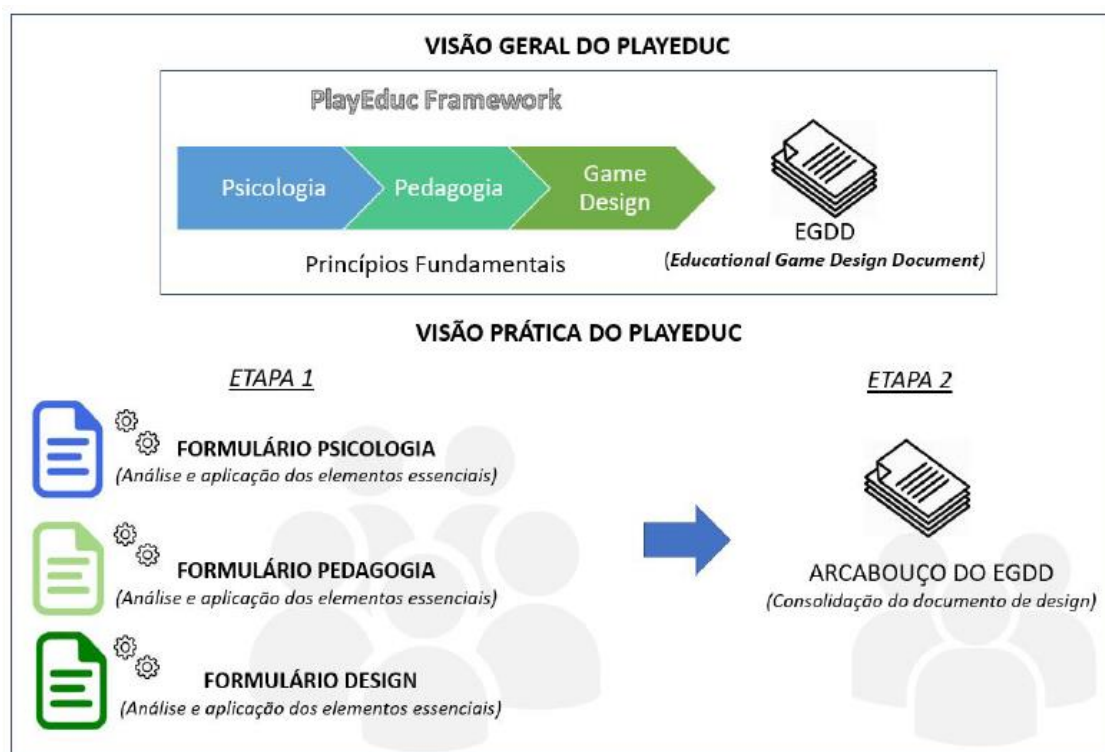


Figura 4. Visão geral do *framework* PlayEduc. Fonte: Os autores com base em Barbosa e Madeira, 2019

1.8. Importância de um Pensamento Estruturado no *Game Design* de JED

O processo de desenvolvimento de um JED segue uma etapa sequencial que inicia na pré-produção, com a estruturação do *game design*, definindo todos os elementos que farão parte do produto para promover uma boa experiência de aprendizado ao aluno-jogador, elementos que influenciam diretamente no sucesso do jogo.

Dessa forma, para facilitar o processo de *game design* se faz necessário o uso de uma ferramenta que auxilie a equipe nesta etapa, guiando todo o processo. O *framework* PlayEduc se apresenta como uma alternativa interessante neste sentido, já tendo sido empregado eficazmente como guia no desenvolvimento do jogo Pharos, um JED para o ensino e aprendizagem da Matemática [Aires et al. 2019], que foi premiado em primeiro lugar no II Workshop de Inovação da CAPES [CAPES 2019].

No entanto, o PlayEduc pode não atingir todo o seu potencial se for utilizado por equipes que não tenham conhecimento prévio sobre mecânicas e estratégias de jogos, pois a equipe pode não conseguir elaborar e sugerir estratégias adequadas e relevantes para cada um dos elementos apresentados pelo *framework*.

Além disso, no desenvolvimento de JED é muito importante que a equipe tenha o público-alvo (alunos e professores) como elemento central no processo de desenvolvimento, considerando todas as suas características e identificando seus interesses e necessidades pois, quando isso não é feito, resulta muitas vezes na não-aceitação do jogo pelo público-alvo. Portanto, é indicado que o emprego do PlayEduc seja feito em conjunto com alguma metodologia de construção de pensamento estruturado, levando em consideração o público-alvo antes de definir as estratégias para cada um dos seus elementos [Aires et al. 2020].

Neste contexto, a abordagem *Design Thinking* para Educadores se mostra como uma excelente opção, visto que coloca o usuário (aluno ou professor) no centro das atenções para guiar as tomadas de decisão a fim de propor soluções bem adaptadas aos problemas tratados pelos JED.

O *Design Thinking* é um processo de *design* que promove a construção do pensamento para a obtenção de ideias inovadoras que solucionem desafios, através do entendimento das dores dos usuários e do contexto do problema [Brown 2009].

O *Design Thinking* para Educadores (DTE) faz uso da metodologia do *Design Thinking* aplicada a solução de desafios enfrentados no âmbito da educação, pelos professores e escolas, sendo um modelo centrado no ser humano, colaborativo, otimista e experimental, que permite a liberdade de errar e aprender com os erros através de novas ideias e feedbacks recebidos de outras pessoas levando a reflexão sobre essas ideias [Educadigital 2014].

A abordagem é composta de cinco fases sequenciais que auxiliam desde a identificação de um desafio até a definição e construção de uma solução para ele. As etapas são a Descoberta, a Interpretação, a Ideação, a Experimentação e a Evolução (Figura 5), conforme detalhadas a seguir:

1. **Descoberta:** Tem o objetivo de identificar e entender o problema educacional a ser solucionado por uma equipe multidisciplinar que trabalhará na busca de uma solução, debatendo, compartilhamento ideias, identificando e realizando entrevistas com o público-alvo, efetuando pesquisas sobre o problema, levantando inspirações e ideias para possíveis soluções criativas que podem estar dentro ou fora do contexto do problema;
2. **Interpretação:** Visa analisar e sumarizar as ideias coletadas na etapa anterior, gerando insights importantes para a proposta de uma solução. Essa interpretação pode ser feita através da organização e categorização dos dados e compartilhamento de experiências, podendo utilizar ferramentas e métodos auxiliares ao processo, como por exemplo mapas de empatia e mapas conceituais, selecionando todos os insights advindos da interpretação, que podem ser transformados em possíveis ações;
3. **Ideação:** Tem o objetivo de gerar, reaproveitar e descartar ideias para resolução dos problemas, podendo ser feita através de brainstormings com toda a equipe, compartilhando ideais sem julgamentos, concebendo soluções e selecionando aquelas consideradas promissoras que devem ser levadas para a próxima etapa do processo;
4. **Experimentação:** É focada em transformar as ideias em soluções palpáveis, através da criação de esboços, modelos ou protótipos virtuais ou em papel que são testados pela equipe e pelos usuários, a fim de receber feedbacks levados em consideração para o refinamento daquela solução;
5. **Evolução:** Envolve o planejamento dos próximos passos, comunicando a ideia às pessoas que podem ajudar a realizá-la, e documentando o processo para a construção do projeto idealizado.

Fases do processo *Design Thinking*

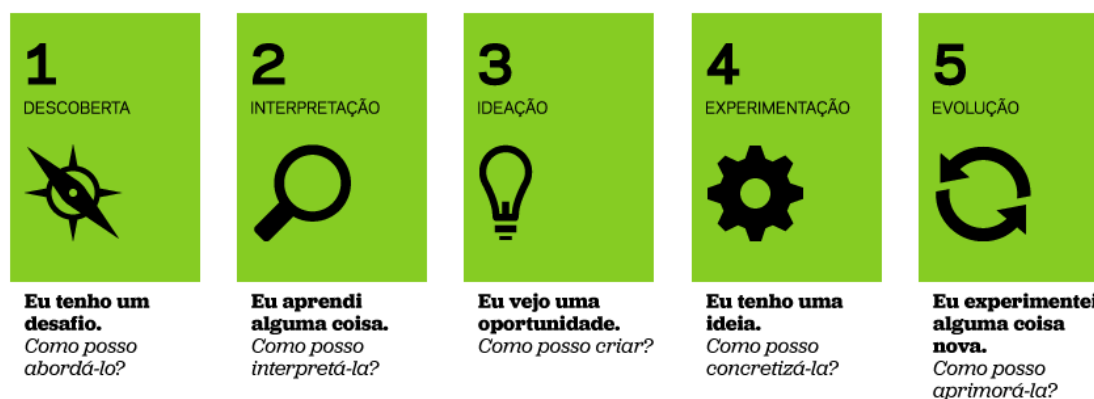


Figura 5. Fases do Processo de *Design Thinking* para Educadores. Fonte: Educadigital, 2014

A utilização em conjunto das etapas do DTE e dos elementos do PlayEduc, permite que a equipe de desenvolvimento do JED elabore ideias e desenvolva estratégias adequadas ao desenvolvimento de um JED que solucione o seu problema, atendendo as necessidades do seu público.

1.9. Metodologia DTE e PlayEduc Aplicados no *Design* de Jogos Educacionais Digitais Inovadores e Instigantes

A metodologia que alia o *Design Thinking* para Educadores ao *framework* PlayEduc garante uma maior produtividade da equipe no *Game Design* do JED, melhorando a comunicação e estimulando o trabalho em equipe, o pensamento lógico, a criatividade e a resolução de problemas, características indispensáveis em uma equipe na produção de jogos.

Para isso, o PlayEduc deve ser utilizado como recurso norteador nas fases de Descoberta, Interpretação e Ideação, pois entende-se que essas fases objetivam gerar soluções para um problema, e assim auxiliam na geração de estratégias para o jogo, ou seja, na concepção do mesmo. Nas fases de Experimentação e Evolução é dispensável o uso do *framework* e, por isso, elas estão fora do escopo abordado nessa metodologia.

Essa metodologia pode ser aplicada em um ciclo em que a equipe utiliza o PlayEduc como guia em cada fase do DTE, de forma sequencial (Figura 6). Isto é, os formulários do *framework* são aplicados para que cada um dos seus elementos seja utilizado como base na realização das pesquisas sugeridas na fase de Descoberta, gerando questionamentos e ideias. O processo avança para a etapa de Interpretação apenas quando finalizar a pesquisa e o levantamento de todos os elementos das três áreas do *framework*, ou seja, levantar ideias de estratégias para os 21 elementos. Esse formato é interessante pois engloba os elementos como um todo, gerando ideias diferentes nas três áreas para a concepção do jogo.



Figura 6. Modelo integrado entre PlayEduc e DTE

1.9.1. Fase de Descoberta

A fase de descoberta objetiva entender a problemática central de educação a ser solucionada, identificando oportunidades e formas de desenvolver uma solução com auxílio de um JED.

Para esta etapa, a equipe de desenvolvimento realiza diversas reuniões de brainstorming e também diferentes pesquisas a fim de coletar o maior número de informações sobre o problema a ser solucionado, criando um documento de referências com diferentes estratégias de ideias de solução.

Assim, alguns passos devem ser seguidos para um maior aproveitamento e levantamento de referências nesta fase, sendo eles: (1) Identificação do público-alvo, (2) Definição da problemática e limitações, e (3) Pesquisa de referência guiada.

A etapa de identificação do público-alvo é indispensável para a metodologia, visto que os interesses do aluno e do professor devem ser considerados para a concepção de todo o JED.

As equipes fazem uso de um formulário de briefing do público para desenhar quais são os problemas que eles enfrentam, quais são os interesses deles, que tipo de jogos eles jogam, qual plataforma (*desktop* ou *mobile*) eles mais utilizam, o que eles assistem, que tipo de conteúdos são disponibilizados para a sua faixa etária, além de outras informações que se mostrem necessárias. Esses dados são importantes para nortear o estilo e formato de jogo que agrada a esse público, para tomar como base no desenvolvimento do jogo educacional.

Na etapa de definição da problemática e limitações, os problemas que envolvem o público definido na etapa anterior são listados e analisados, e um dos problemas é escolhido para desenvolver um JED como possibilidade de solução. Assim, nesta etapa também são realizadas pesquisas e observações para melhor entender o problema.

A equipe também deve analisar as limitações técnicas, de infraestrutura e aplicação do jogo com o público, verificando, por exemplo, onde o JED será utilizado

tanto a nível de espaço físico, quanto de plataforma. Esses dados são importantes para definir o aporte técnico do jogo a ser desenvolvido, e o que deve ser pensado de acordo com as limitações existentes para que a sua utilização seja viabilizada.

A última etapa é a de pesquisa de referência guiada, em que, utilizando o PlayEduc como guia, a equipe perpassa por cada um dos 21 elementos apresentados no *framework*, realizando pesquisas sobre estratégias e ideias que podem ser inseridas no jogo. O formato de pesquisa é de livre escolha da equipe, podendo ser pesquisas na internet, pesquisas de campo, pesquisa desk, etc.

A equipe preenche os formulários do PlayEduc adicionando anotações sobre as ideias elencadas para cada elemento, inserindo referências como links e imagens. O objetivo desta etapa é coletar o maior número de dados sobre os elementos, criando um banco de referências com diversas opções de estratégias que podem vir a ser utilizadas no jogo.

Ao realizar as pesquisas, a equipe deve direcionar suas buscas de acordo com os dados coletados no documento de briefing do público, buscando por jogos e conteúdos de interesse da faixa etária, bem como quais as habilidades, competências e conteúdos pedagógicos que o público está desenvolvendo na escola. No entanto, as buscas não devem se limitar a isso, visto que ideias inovadoras podem surgir de outros contextos diferentes do senso comum, como através de músicas, filmes e animações, ou até mesmo dos próprios livros didáticos.

Ao final da fase de Descoberta, as equipes têm como resultado o público-alvo delimitado, a problemática definida, as limitações listadas e os formulários do PlayEduc preenchidos com diferentes referências de possibilidades e ideias de estratégias que podem ser utilizadas em seus jogos, para assim prosseguirem para a próxima fase.

1.9.2. Fase de Interpretação

Na fase de interpretação, todas as informações coletadas na fase anterior são sintetizadas e analisadas para um entendimento maior sobre o problema e possíveis soluções. A equipe também realiza algumas reuniões de brainstorming para discutir sobre as referências levantadas e consideradas mais relevantes para a concepção do jogo educacional que pretende desenvolver.

A partir das referências, a equipe seleciona quais as estratégias, tanto relacionadas ao entretenimento quanto educacionais, serão inseridas no JED e inicia o detalhamento delas de acordo com os elementos do PlayEduc. Assim, faz inferências e convergências entre suas áreas, como por exemplo, definindo possibilidades sobre a narrativa do jogo, narrativa dos personagens, mecânicas dos personagens, etc.

Além disso, detalha os conteúdos pedagógicos que serão tratados e como eles podem ser contextualizados aos outros elementos, como por exemplo integrando o conteúdo educacional na mecânica dos personagens, ou na própria câmera do jogo.

Ao final da etapa de interpretação, a partir do detalhamento dos formulários do PlayEduc, a equipe deve estar alinhada e mais direcionada sobre as definições do jogo, já estruturando as narrativas, personagens e suas habilidades, mecânicas, gráficos, conteúdos pedagógicos e todos os outros elementos apresentados pelo PlayEduc. A partir daqui, pode seguir para a próxima fase.

1.9.3. Fase de Ideação

Na fase de ideação, a equipe estrutura o documento base de todo o jogo a partir do Documento de *Game Design* Educacional proposto por Barbosa e Madeira [2019].

Para isso, a equipe deve preencher o EGDD de acordo com as estratégias elencadas e detalhadas no PlayEduc, adicionando mais informações e estruturando-as no formato que serão inseridas no jogo, de forma que a equipe esteja sempre alinhada sobre as estratégias adotadas.

No documento também devem ser inseridas imagens e links de referência do que se quer adicionar no jogo e, quando estes começarem a ser implementados, as imagens e links devem ser atualizados para aqueles próprios da identidade do jogo. Também devem ser adicionados esboços, *mockups* de tela, fluxograma de percurso de cena, desenhos de funcionamento dos desafios educacionais e outros recursos que auxiliem em uma melhor visualização sobre a ideia do jogo a ser desenvolvido.

Ao final desta fase a equipe terá toda a concepção do seu JED delimitada e o documento base estruturado, contendo todos os elementos considerados essenciais para o sucesso de um jogo para educação. Com esse guia, pode prosseguir para as próximas etapas de execução do projeto.

1.9.4. Fases de Experimentação e Evolução

Entende-se que as fases de experimentação e evolução estão mais relacionadas à etapa de produção do JED, e por isso não entram no escopo deste estudo que tem como foco a construção do *Game Design* na etapa de pré-produção.

No entanto, é sugerido que a equipe prossiga nas etapas de desenvolvimento de JED e fases do DTE, construindo o jogo que foi concebido e delimitado no EGDD. É aconselhado que a fase de experimentação seja iniciada, se possível, com a prototipação em baixa definição (em papel) de algumas partes do jogo, que podem ser desenvolvidas no formato de *storytellings*. Esses protótipos devem ser testados com o público-alvo a fim de obter feedbacks sobre a solução proposta. Em seguida, pode ser desenvolvido um protótipo digital para também ser testado com o público a fim de validar a solução que está sendo elaborada.

A partir dos feedbacks e aprendizados com o desenvolvimento do JED, o produto deve ser atualizado e reestruturado na fase de evolução, levando em consideração as críticas e sugestões dadas pelo público. Dessa forma, o risco da não aceitação do jogo é minimizado, pois o usuário participa ao longo de todo o processo de concepção, tendo suas opiniões consideradas.

1.10. Considerações Finais

Este capítulo apresentou uma abordagem de aplicação integrada do *framework* PlayEduc com a metodologia do *Design Thinking* para Educadores, com o objetivo de auxiliar equipes no processo de desenvolvimento de JED, uma vez que essa categoria de jogos é considerada uma estratégia instrucional interessante e eficaz para os alunos nativos digitais que exigem um aprendizado cada vez mais dinâmico.

No entanto, diferentemente dos jogos desenvolvidos com foco totalmente voltado para o entretenimento, os jogos educacionais digitais utilizados nos dias de hoje em salas

de aula tendem a geralmente não motivar os alunos. Este fator pode estar relacionado, principalmente, ao fato que esses jogos apresentam problemas em sua concepção, pecando na falta de elementos primordiais do universo dos jogos voltados ao puro entretenimento, em conjunto com os aspectos pedagógicos que se deseja atingir.

O *game design* se mostra como uma etapa primordial no planejamento de um JED, apresentado diversos modelos e *frameworks* para auxiliar nessa etapa. O *framework* PlayEduc se insere neste contexto como uma ferramenta capaz de alinhar de forma mais intuitiva as três áreas consideradas essenciais na concepção de um JED (Psicologia, Pedagogia e *Design*), servindo como um guia para auxiliar as equipes no *design* do jogo.

Para potencializar a aplicação do PlayEduc, a abordagem *Design Thinking* para Educadores foi integrada ao processo de desenvolvimento com o intuito de construir o EGDD por meio de uma abordagem centrada no usuário. As fases dessa abordagem favorecem o surgimento de ideias para uma melhor estruturação do escopo do jogo, ou seja, de sua concepção. Essa integração se mostra como uma excelente solução para auxiliar as equipes na construção do *game design* dos JED, aumentando a produtividade e facilitando a compreensão sobre os elementos essenciais aos mesmos. Consequentemente, isso aumenta a probabilidade de obter sucesso no processo de desenvolvimento desta categoria de jogos, tornando-os mais interessantes aos olhos dos alunos e eficazes pedagogicamente aos olhos dos educadores.

1.11. Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por meio do edital Nº 42/2017 de Educação na temática Jogos Virtuais.

Referências

- Aires, S., Madeira, C., Ferreira, G., Nascimento, N. (2019) “Pharos: Um jogo digital para auxiliar no ensino de Matemática nos cursos de licenciatura da Universidade Aberta do Brasil”. Anais do XVI Congresso Brasileiro de Ensino Superior a Distância (ESUD 2019), p.1461-1473.
- Aires, S. F., Madeira, C. A. G. (2020) “Desenvolvimento de Jogos Educacionais Digitais: um Relato de Experiência com o Framework PlayEduc”. RENOUE, 18(1).
- Araújo, W. O., da Silva Aranha, E. H., Madeira, C. A. G. (2018) “Geração Procedural de Conteúdo Aplicada a Jogos Digitais Educacionais”. Jornada de Atualização em Informática na Educação, 7(1), 1-20.
- Barbosa, J. (2018) “PlayEduc: um framework conceitual para desenvolvimento de jogos educacionais digitais”. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Software, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- Barbosa, J., Madeira, C. (2019) “PlayEduc: A Conceptual Framework for the Development of Digital Educational Games”. In the Proceedings of the IEEE 19th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2019), p.103-104.

- Battistella, P., Von Wangenheim, C. (2016) "Games for Teaching Computing in Higher Education: a Systematic Review". *IEEE Technology and Engineering Education*, 9(1):8-30.
- Brasil. Secretaria Especial da Cultura. (2018) "2º Censo da Indústria Brasileira de Jogos Digitais aponta crescimento de games no Brasil". Disponível em: <<http://www.sedetur.al.gov.br/servicos-internos/observatorio-da-economia-criativa-e-do-turismo/publicacoes-de-instituicoes-parceiras/censo-da-industria-brasileira-de-jogos-digitais/send/62-censo-da-industria/136-2-censo-da-industria-brasileira-de-jogos-digitais/>>. Acesso em: 04 jan. 2020.
- Brown, T. (2009) "Design Thinking: Uma Metodologia Poderosa para Decretar o Fim das Velhas Ideias". 272p, Alta Books.
- CAPES (2019) "Workshop premia inovações tecnológicas para educação". Disponível em: <<https://www.capes.gov.br/36-noticias/10059-workshop-premia-inovacoes-tecnologicas-para-educacao>>. Acesso em: 18 jul. 2020.
- Chandler, H. M. (2012) "Manual de Produção de Jogos Digitais". Porto Alegre: Bookman.
- Chou, Y. K. (2014) "Actionable Gamification: Beyond Points, Badges, And Leaderboards". 1th. Ed. Milpitas: Octalysis Media.
- Costa, L. D. (2008) "O que os jogos de entretenimento têm que os jogos com fins pedagógicos não têm: princípios para projetos de jogos com fins pedagógicos". Dissertação Mestrado, Departamento de Artes e Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.
- Csikszentmihalyi, M. (1997) "Finding Flow: The Psychology of Engagement with Everyday Life". 1st. ed. New York: Basic Books.
- Educadigital, I. (2014) "Kit de Design Thinking para Educadores". Disponível em: <<http://www.dtparaeducadores.org.br/>>. Acesso em: 01 jul. 2020.
- Fernandes, K. T., Lucena, M. J. N. R., da Silva Aranha, E. H. (2018) "Uma Experiência na Criação de Game Design de Jogos Digitais Educativos a partir do Design Thinking". *Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE)*, 16(1).
- Freitas, S., Jarvis, S. A. (2006) "Framework for Developing Serious Games to meet Learner Needs". In: *I/ITSEC*. pp.1-11.
- Gagné, R. M. et al. (1992) "Principles of Instructional Design". Hbj College Publishers.
- Gee, J. P. (2009a) "Bons video games e boa aprendizagem". *Perspectiva*, 27(1), 167-178.
- Hunicke, R., Leblanc, M.G., Zubek, R. (2004) "MDA: A Formal Approach to Game Design and Game Research". In: *Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI*. 2004. p. 1722.
- Kiili, K. (2005) "Digital game-based learning: Towards an experiential gaming model". *Internet and Higher Education*, 8(1):13-24.
- Koster, R. (2013) "Theory of Fun for Game Design". O'Reilly Media, 279p.
- Mattar, J. (2010) "Games em Educação: Como os Nativos Digitais Aprendem". São Paulo: Pearson Prentice Hall.

- Oliveira, R., Cardoso, R., Braga, J., Campos, R. (2018) “Frameworks para Desenvolvimento de Jogos Educacionais: uma revisão e comparação de pesquisas recentes”. Anais do XXIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2018).
- Paz, I. L. (2019) "Ferramenta eMDAx - Proposta de framework de game design para jogos educacionais". Dissertação de Mestrado, Curso Design e Desenvolvimento de Jogos Digitais, Universidade Da Beira Interior.
- PGB (2020) “Relatório Pesquisa Game Brasil 2020”. Disponível em: <<https://pesquisagamebrasil.com.br/pt/pesquisa-game-brasil-2020/>>. Acesso em: 04 out. 2020.
- Petri, G., Wangenheim, C., Borgatto, A. F. (2016) “MEEGA+: An Evolution of a Model for the Evaluation of Educational Games”. Technical Report INCoD/GQS.03.2016.E, INCoD/INE/UFSC, Florianópolis/Brazil
- Preece, J., Rogers, I., Sharp, H. (2005) "Design de Interação: Além da Interação Humano-Computador". Porto Alegre: Bookman.
- Prensky, M. (2012) “Aprendizagem baseada em jogos digitais”. 1th. ed. São Paulo: Senac.
- Prensky, M. (2001) “Digital Natives, Digital Immigrants”. [S.L.]. V. 9, N. 5.
- Prieto, L. M. et al. (2005) “Uso das Tecnologias Digitais em Atividades Didáticas nas Séries Iniciais”. Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE), 3(1):1-11.
- Rogers, S. (2010). “Level Up! The Guide to Great Video Game Design”. 1st. ed. West Sussex: Wiley.
- Santana, E. S. (2018) “O Uso de Jogo Educativo Lúdico para o Ensino e Aprendizado Utilizando a Ferramenta Scratch no Ensino Fundamental Regular”. Encontro Internacional Virtual Educa Bahia, Salvador.
- Savi, R., Ulbricht, V. R. (2008) “Jogos Digitais Educacionais: Benefícios e Desafios”. Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE), 6(2):1-10.
- Superdata. A Nielsen Company. (2020a) “2019 Year In Review: Digital Games and Interactive Media”. Disponível em: <<https://www.superdataresearch.com/reports/2019-year-in-review>>. Acesso em: 04 out. 2020.
- Superdata. A Nielsen Company. (2020b) “Worldwide digital games market: August 2020”. Disponível em: <<https://www.superdataresearch.com/blog/worldwide-digital-games-market>>. Acesso em: 04 out. 2020.
- Schell, J. (2008). “The Art of Game Design: A book of lenses”. CRC press.
- Schuytema, P. (2017) “Design de Games: Uma Abordagem Prática”. Cengage Learning.
- Winn, B. M. (2009) “The design, play, and experience framework”. In: Handbook of research on effective electronic gaming in education. IGI Global. p.1010-1024.

Capítulo

4

Desmistificando a adoção de *Learning Analytics*: um guia conciso sobre ferramentas e instrumentos

Elyda Freitas, Taciana Pontual Falcão e Rafael Ferreira Mello

Abstract

Learning Analytics (LA) is an emerging topic within the field of information technology in education. Its main objective is to provide evidence-based information about data to assist teachers and students in the teaching-learning process. LA tools can assist in several activities such as identifying students at risk. However, the simple adoption of LA tools does not guarantee the improvement in teaching or the engagement of teachers and students. In this sense, the literature proposes a set of instruments to carry out a detailed analysis of educational institutions' expectations and needs about the adoption of LA. These instruments identify the institutions' primary needs and examine what students, teachers, and institutional managers expect to achieve with the use of LA. Once the decision to use LA is made, a new challenge emerges: monitoring the adoption. It is crucial to identify the progression and limitations during the process of adopting and using LA. For this, one of the strategies that can be used is the application of a maturity model. In this context, this chapter presents introductory concepts about LA as well as instruments and tools relevant to its adoption and monitoring in educational institutions.

Resumo

Learning Analytics (LA) é um tópico de pesquisa emergente na área de Informática na Educação. Seu principal objetivo é fornecer evidências baseadas em dados a fim de auxiliar professores e alunos na melhoria dos processos de ensino e aprendizagem. Ferramentas de LA podem auxiliar em diversas atividades, como identificar alunos em risco de evasão. Contudo, a adoção de ferramentas de LA não garante o engajamento dos professores e estudantes. Nesse sentido, a literatura propõe um conjunto de instrumentos que ajudam a realizar uma análise detalhada das expectativas e necessidades de instituições de ensino em relação à adoção de LA. Esses instrumentos identificam as principais

necessidades das instituições e examinam o que alunos, professores e gestores esperam alcançar com a utilização de LA. Uma vez tomada a decisão de usar LA, surge um novo desafio: o monitoramento. É importante identificar quais são as etapas necessárias para evoluir no uso de LA e também as limitações de cada instituição. Para isso, uma das estratégias que podem ser usadas é a aplicação de um modelo de maturidade. Diante desse contexto, este capítulo apresenta os conceitos introdutórios sobre LA assim como instrumentos e ferramentas relevantes para a sua adoção e monitoramento em instituições de ensino.

4.1. Introdução

As preocupantes taxas de retenção e evasão no ensino superior, tanto na Educação a Distância (EaD) quanto em cursos presenciais, levam as universidades a estarem sempre em busca de métodos, ferramentas e abordagens que possam contribuir para melhorar os índices de desempenho dos estudantes e de sucesso na graduação.

Neste processo, Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), sistemas acadêmicos (como SIGA e SIGA-A) e diversas ferramentas *online* têm sido cada vez mais adotados. Na EAD, os AVA representam a sala de aula virtual, onde o ensino ocorre. Porém, em cursos presenciais, tais ambientes e outras ferramentas *online* têm ganhado cada vez mais espaço como apoio para disponibilização de materiais e atividades e para comunicação e colaboração.

Em particular, diante da pandemia que assolou o mundo no ano de 2020 e forçou as IES (Instituições de Ensino Superior) a migrarem repentinamente para um modelo totalmente a distância, a importância e a utilidade de tais ferramentas tornaram-se ainda mais evidentes, reforçando e acelerando a tendência mundial para modelos híbridos de ensino (semi-presenciais).

Com a adoção cada vez maior de ferramentas *online* de apoio ao ensino, aprendizagem e gestão acadêmica, cresce também a quantidade de dados educacionais armazenados, dados esses que podem ser valiosos para a compreensão do contexto, a identificação de riscos e dificuldades, o planejamento didático e o apoio ao *feedback* aos estudantes.

Com isso, tornou-se necessária a utilização de técnicas automáticas para extrair informação desses dados. Diante deste contexto, técnicas de *Learning Analytics* (LA) têm sido cada vez mais aplicadas para compreensão e otimização dos processos de aprendizagem e dos ambientes onde eles ocorrem (Lang et al., 2017). Uma característica fundamental da LA é aumentar a capacidade de diferentes *stakeholders* para participarem de forma ativa no planejamento e execução de intervenções e aplicações baseadas em evidências (Dyckhoff et al., 2012; Clow, 2012). Várias aplicações foram propostas nesta linha, incluindo visualização de dados (Verbert et al., 2013; Guerra et al., 2020); envio de *feedback* personalizado (Pardo et al., 2019; Cavalcanti et al., 2020); formação de grupos (Miranda, Mello, & Nascimento, 2020; Miranda, Mello, Castro, et al., 2020); e análise dos dados textuais dos alunos (Mello et al., 2019; Passero et al., 2020; Rolim et al., 2019).

Contudo, do ponto de vista institucional, a implementação de abordagens e ferramentas de análise de aprendizagem de forma eficaz não é simples e exige o engajamento de diferentes partes interessadas, como alunos, professores e gestores. Embora várias

instituições tenham começado a elaborar suas próprias políticas de LA (Tsai & Gasevic, 2017), muitas ainda não possuem o conhecimento necessário para implementá-las de forma eficaz. Por isso, a adoção institucional de processos de LA em vários locais do mundo, como a América Latina, é pontual e tem baixos níveis de maturidade (Cechinel et al., 2020).

Nesse sentido, diferentes iniciativas têm surgido ao redor do mundo para facilitar a adoção e gerenciamento de ferramentas de LA. No contexto europeu, o projeto SHEILA (*Supporting Higher Education to Integrate Learning Analytics*) visa auxiliar as universidades europeias na adoção de LA (Tsai et al., 2018) com um *framework* para mapear os requisitos da instituição como contexto político, principais partes interessadas, estratégia de engajamento, a capacidade interna de efetuar mudanças e estruturas de monitoramento e aprendizagem. Baseado no SHEILA, o projeto LALA (*Learning Analytics in Latin America*) propõe uma série de passos que precisam ser efetuados para desenvolvimento de soluções de LA levando em consideração o contexto da América Latina, melhorando sua qualidade, relevância e eficiência (Hilliger et al., 2020).

Essas iniciativas são focadas principalmente na adoção inicial de LA e não no seu monitoramento ao longo do tempo. Contudo, recentemente foi proposto um modelo de maturidade para uma análise contínua de diferentes aspectos envolvidos na adoção de LA em instituições de ensino (E. Freitas et al., 2020). Este modelo apresenta, de forma clara e objetiva, os principais direcionamentos que a instituição tem que seguir para alcançar o sucesso na utilização de ferramentas de LA. Diante deste contexto, este capítulo de livro apresenta os principais conceitos necessários para pesquisadores e gestores entenderem mais sobre o potencial de utilizar LA, quais questões devem ser levadas em consideração na adoção inicial e como monitorar o progresso no uso dessas ferramentas ao longo do tempo.

4.2. *Learning Analytics*

Learning Analytics (LA) é um campo de pesquisa recente, que se utiliza dos dados resultantes da interação dos usuários com os Sistemas de Gestão de Aprendizagem - bem como com outras fontes - para realizar análises que auxiliam o aluno e o professor a compreender e avaliar o processo de ensino e aprendizagem, permitindo a tomada de decisões e a melhoria desses processos (E. L. S. X. Freitas et al., 2019). A *Society for Learning Analytics Research* (SoLAR¹) caracteriza LA como: “a medição, coleta, análise e descrição de dados sobre estudantes e seus contextos, com o propósito de entender e otimizar o aprendizado e os ambientes em que ocorrem”. Pode-se afirmar, portanto, que o objetivo principal dessa nova área é a melhoria dos processos de ensino e aprendizagem.

Segundo explicam Gewerc et al. (2016), é comum que os professores desconhecam o que seus estudantes fazem para aprender. LA, por sua vez, possui ferramentas que permitem revelar esses caminhos seguidos pelos estudantes. Além disso, diversos tipos de aplicações são possíveis por meio da utilização das técnicas de LA. Por exemplo, é possível prever o desempenho de estudantes em um curso e realizar ações a fim de evitar que o estudante falhe ou abandone o referido curso. Pode-se também compreender o comportamento e o perfil dos estudantes no ambiente de aprendizagem: quais os

¹<https://www.solaresearch.org/>

tipos de atividades mais adequadas àquele estudante, quais estão engajados e quais não colaboraram em atividades em grupo (E. L. S. X. Freitas et al., 2019).

Em síntese, LA pode ser útil tanto aos estudantes, como um instrumento de apoio na autorreflexão sobre os seus processos de aprendizagem (Santos et al., 2012); quanto aos professores, provendo insumos para auxílio aos alunos e para avaliação de objetos de aprendizagem (Dyckhoff et al., 2012). Conforme explicam Raghuvver & Tripathy (2014), a análise de experiências coletivas de alunos com comportamento similar pode beneficiá-los na determinação dos requisitos de aprendizagem. Isto pode então permitir obter uma compreensão mais aprofundada e encontrar o melhor processo de aprendizagem (Sun et al., 2016).

Conforme explicam (Virvou et al., 2015, p. 3), LA “*tenta preencher a lacuna entre a singularidade de um usuário e o montante de dados disponíveis*”. Esta dificuldade pode ser vista com maior intensidade em cursos conhecidos como MOOC (*Massive Open Online Course*, em português, Curso *Online* Aberto e Massivo), os quais têm centenas de alunos aprendendo gratuitamente a partir de recursos *online* e que são avaliados especialmente por meio de ferramentas automáticas (Baneres et al., 2016). Dada a grande quantidade de alunos, nessa modalidade de educação *online* os instrutores não conseguem direcionar muito tempo a cada um dos estudantes (Ruiz et al., 2014). Por esta razão, faz-se necessária a utilização de técnicas de avaliação automatizadas que permitam um acompanhamento mais próximo.

Visto que em muitos casos os professores possuem uma grande quantidade de alunos, LA pode auxiliar na tarefa de acompanhá-los, permitindo uma intervenção rápida ou até mesmo automática para estudantes que apresentem dificuldades. Também, é possível a identificação de objetos de aprendizagem com problemas a fim de tomar ações corretivas, sendo possível ainda avaliar a efetividade das intervenções.

Greller & Drachsler (2012) sintetizam os benefícios relacionados à utilização de LA: (1) a aprendizagem personalizada tem o potencial de reduzir os custos e, ao mesmo tempo, criar experiências de aprendizagem mais eficazes; (2) permite a alunos e professores autorreflexão sobre os processos de ensino-aprendizagem; (3) permite aos professores avaliar processos de ensino inovadores e, ao governo, avaliar as Instituições de Ensino Superior (IES); (4) pode ajudar os alunos a verificar seu desempenho com relação aos demais; e (5) possibilita às IES acompanhar e diminuir a taxa de desistências.

Apesar do entusiasmo em torno de LA e de seus benefícios, Yassine et al. (2016) explicam que as instituições têm sido lentas na adoção dessa técnica. Uma das razões para isso é que a adoção de LA é uma tarefa complexa, que exige da instituição a capacidade de responder em diferentes frentes de trabalho, sejam elas de gestão, pedagógicas ou tecnológicas. Conforme explicam (Sclater et al., 2016, p. 3), LA “*apresenta desafios adicionais únicos relacionados à história e cultura do ensino superior, dificuldades metodológicas ao medir o ‘aprendizado’, ferramentas e processos imaturos e uma lentidão até que os resultados possam ser avaliados*”. Somem-se a isso, ainda, as questões éticas e de privacidade envolvidas na utilização de dados educacionais.

Diante desse contexto, diversas iniciativas têm sido propostas para orientar as instituições de ensino na adoção de LA. Discutiremos a seguir sobre ferramentas que podem

Tabela 4.1. Diferenças entra LA e MDE segundo Siemens & Baker (2012).

Tópico	<i>Learning Analytics</i> (LA)	Mineração de Dados Educacionais (MDE)
Descoberta	Prover informações para decisões de humanos.	Algoritmos de descoberta automática.
Redução	Ênfase em entender sistemas como todo e suas complexidades.	Ênfase em reduzir a complexidade dos sistemas para componentes ou análises individuais.
Origem	LA originou-se a partir de conceitos como <i>web</i> semântica, currículo inteligente e intervenções sistemáticas.	MDE se originou de softwares educacionais, modelagem de alunos, com influência considerável da comunidade de predição de resultados de curso.
Adaptação e personalização	Foco em empoderar professores e alunos a tomar decisões.	Foco em processos automáticos, sem intervenção humana.
Técnicas	Análise de redes sociais, análise de sentimentos, análise de discurso, predição de sucesso de aluno, modelos de <i>sensemaking</i> .	Classificação, agrupamento, mineração de relacionamentos, visualização.

ser utilizadas para a adoção de LA bem como instrumentos para apoiar as instituições. Por fim, estendemos o debate para vislumbrar o futuro da adoção de LA, por meio de um Modelo de Maturidade, o qual visa orientar a adoção e o progresso das instituições nessa área. Contudo, antes de apresentar essas informações é importante diferenciar LA de outras áreas bastante comuns dentro do contexto de informática na educação.

4.3. Áreas Relacionadas

A área de *Learning Analytics* surgiu praticamente na mesma época das pesquisas em Mineração de Dados Educacionais (do inglês *Educational Data Mining* - EDM). Ambas as áreas buscam melhorar a qualidade da educação ao analisar grandes quantidades de dados para extrair informações úteis para alunos, professores e gestores. Contudo, a Tabela 4.1 apresenta as principais diferenças entre essas áreas (Siemens & Baker, 2012).

Diante destas diferenças, a mais importante é a participação de professores e alunos na tomada de decisão. Enquanto LA foca em prover informações para que professores e alunos decidam, MDE foca em criação de sistemas de decisão automáticas.

Outra área bastante relacionada a LA é a *Academic Analytics* (AA). O foco de LA e AA é o mesmo: melhorar o processo de ensino aprendizagem e evitar problemas como retenção e evasão. Além disto, ambas as áreas utilizam metodologias e técnicas similares. Contudo, o foco principal de AA são gestores e *stakeholders* que têm o poder de tomar decisões institucionais, enquanto LA foca mais em professores e alunos (Campbell et al., 2007).

4.4. Adoção de *Learning Analytics*

Fazer uso de dados educacionais de forma sistemática, automatizada, aplicada e útil para a comunidade educacional não é um processo simples. Muitas IES atualmente ainda enfrentam dificuldades para implantar um processo de *Learning Analytics* (Gašević et al., 2019), pois isso implica em uma integração ao planejamento estratégico da IES, aceitação e engajamento dos *stakeholders*, infraestrutura tecnológica, expertise na área, política consolidada de proteção e privacidade de dados (Tsai et al., 2018; Ferguson et al., 2014). Existem também receios comuns relacionados à possível implantação de LA, como a legalidade e os limites no uso de dados pessoais e o risco de consequências negativas a partir do uso de LA (Greller & Drachsler, 2012).

Tsai et al. (2018) consideram três grandes desafios para a implantação de LA em IES. O primeiro é a demanda por recursos (tecnológicos, financeiros e humanos). Implantar LA exige manipulação complexa de dados e integração e desenvolvimento de ferramentas, que podem demandar tecnologias mais avançadas do que a IES dispõe. O investimento financeiro torna-se um ponto fundamental para o sucesso do projeto. Além disso, existe a demanda por profissionais que possuam o conhecimento técnico necessário para lidar com os dados, e tempo de serviço alocado para tal. Os próprios usuários (professores, estudantes e gestores) também precisam desenvolver algumas habilidades de análise e interpretação de dados que lhes permitam tomar decisões baseadas em evidências, sejam sobre sua prática docente, seus métodos de estudo, ou as políticas da instituição (Tsai et al., 2018).

O segundo grande desafio, segundo Tsai et al. (2018), engloba as questões éticas e de privacidade. A coleta de dados dos estudantes pode incluir dados sensíveis (como de vulnerabilidade socioeconômica, por exemplo), além de um sentimento de estar sendo vigiado, o que gera resistência. Um dilema que permeia a LA é que um *feedback* personalizado e de qualidade exige algum grau de identificação, em detrimento do total anonimato nos dados. Além disso, o consentimento formal dos estudantes ao ingressar na instituição para conceder acesso aos seus dados pode não ser transparente, pois é difícil prever todos os usos, riscos e consequências disso em uma instituição que possui uma política de LA. Em um campo tão dinâmico, mudanças são esperadas, o que poderia implicar em atualizações constantes e ineficientes em termos de consentimento - o que apresenta mais um dilema para gestores (Tsai et al., 2018).

Por fim, Tsai et al. (2018) elencam como terceiro grande desafio o engajamento dos *stakeholders*. Existe uma grande variação, nas comunidades acadêmicas, de entendimento e percepção de possíveis benefícios decorrentes do uso de LA, o que pode ter grande impacto para o sucesso do projeto, principalmente a nível de gestão. Da parte dos professores, ainda há pouca pesquisa em LA que investe no suporte às decisões pedagógicas baseadas em evidências, em detrimento de uma maior quantidade de trabalhos técnicos, focados na mineração e análise dos dados. A transposição desses resultados para um uso efetivo na prática docente cotidiana ainda é pouco clara, o que gera resistência em professores, em especial aqueles que têm pouca intimidade com tecnologias. Por fim, mas não menos importante, os estudantes, que são o grupo de usuários finais a quem as soluções de LA mais beneficiariam, são raramente ouvidos nos planejamentos institucionais (Tsai et al., 2018).

Macfadyen et al. (2014) argumentam que IES precisam definir políticas e estratégias que contemplem as particularidades da instituição, incluindo aspectos culturais e estruturas e práticas sociais. Políticas de LA muito possivelmente serão disruptivas, visto que representam novas abordagens a serem integradas aos processos de ensino e gestão. Toda mudança, em especial aquelas que alteram um modo de funcionar consolidado e familiar a toda uma comunidade, gera receio e resistência. Para evitar frustrações e fracassos, é muito importante adotar um instrumento sistemático de planejamento e adoção de LA, mas também estratégias de monitoramento que permitam avaliar o sucesso das técnicas de LA, na busca por transformações organizacionais e não apenas melhorias pontuais (como melhorias de infraestrutura ou melhor compreensão das questões legais dentro da IES) (Gašević et al., 2019). Segundo Gašević (2018), para garantir benefícios à instituição, a implementação de ferramentas e métodos de LA precisa estar fortemente integrada aos processos de ensino e aprendizagem no nível da sala de aula, e aos processos de tomada de decisão no nível institucional (Gašević, 2018).

4.4.1. Instrumentos de Apoio à Adoção de *Learning Analytics*

Dada a complexidade envolvida na adoção de *Learning Analytics*, existem instrumentos que podem ser usados para apoiar esse processo e assim difundir a implantação de técnicas de LA nas IES. A seguir são apresentados alguns exemplos, que convergem para algumas dimensões fundamentais: infraestrutura tecnológica adequada, liderança institucional, cultura organizacional, capacidade de recursos humanos e estratégia (Colvin et al., 2017), os quais são consonantes com os desafios apresentados anteriormente.

O *Analytics Maturity Index for Higher Education* (Bichsel, 2012) possui seis dimensões: cultura, processo, dados / ferramentas, investimento, expertise e governança / infraestrutura. Cada uma dessas dimensões é avaliada em cinco níveis de maturidade, auxiliando instituições a determinar seu progresso de maneira sistemática.

A ontologia proposta por Greller & Drachsler (2012) identifica seis atividades centrais como críticas para garantir o uso efetivo de LA: competências, limitações (privacidade / ética), tecnologias, dados educacionais, objetivos, *stakeholders*.

O *Organizational Capacity Analytics Framework* (Norris & Baer, 2013) considera as seguintes dimensões como fatores críticos de capacidade organizacional para adoção de LA: infraestrutura tecnológica, processos e práticas, cultura e comportamentos, competências e valores, liderança.

O *Learning Analytics Readiness Instrument* (LARI) (Arnold et al., 2014) foi desenvolvido para auxiliar instituições a avaliarem se estão prontas para implementar LA, considerando cinco dimensões consideradas essenciais para estabelecer um ambiente propício ao sucesso da implantação de LA: habilidade, dados, cultura / processo, governança / infraestrutura e percepção sobre aptidão.

Para indicar direções para adoção sistêmica de LA, Gašević et al. (2019) baseiam-se no modelo organizacional de Barton & Court (2012), que possui três elementos: dados, modelo e transformação. A partir destes elementos, Gašević et al. (2019) propõem questões específicas ao contexto educacional e à adoção de LA. Em relação aos dados, os autores argumentam que é preciso considerar: criatividade nos processos de coleta de

dados (considerando fontes variadas, como por exemplo redes sociais); limitações dos dados; e suporte técnico. Em relação ao modelo, os autores destacam o papel das técnicas de aprendizagem de máquina em LA, e argumentam que as aplicações de aprendizagem de máquina devem seguir uma abordagem orientada a perguntas e baseada em pesquisa e prática educacional. Por fim, a transformação envolve a adoção sistêmica de LA para abordar prioridades institucionais que são chave. Para isso, apresentam cinco dimensões críticas: construção de política institucional e estratégia para LA; estabelecimento de modelos de liderança efetiva para guiar a implementação de LA; definição de princípios para proteção da privacidade e uso ético de LA; implementação de ferramentas de LA que atendam as necessidades dos *stakeholders*; e desenvolvimento de uma cultura de tomada de decisão baseada em analíticas.

Um outro modelo que já foi usado como instrumento para adoção de LA em IES (Ferguson et al., 2014; Macfadyen et al., 2014) é o ROMA (*Rapid Outcome Mapping Approach*). Este modelo tem como propósito apoiar o desenvolvimento de políticas baseado em evidências, com envolvimento dos *stakeholders*. O modelo foi inicialmente concebido pelo *Overseas Development Institute* (ODI) no contexto de políticas de desenvolvimento internacional (Young & Mendizabel, 2009). O ROMA possui as seguintes seis dimensões: (i) mapear o contexto político; (ii) identificar os *stakeholders*-chave; (iii) identificar mudanças de comportamento desejadas; (iv) desenvolver estratégias de engajamento; (v) analisar capacidade interna para gerar mudança; e (vi) estabelecer frameworks de monitoramento e aprendizagem.

No contexto do projeto europeu SHEILA (*Supporting Higher Education to Integrate Learning Analytics*) (Tsai et al., 2018), foi proposto um *framework*, baseado no modelo ROMA, que considera fatores-chave das instituições de ensino para a adoção de LA. A partir da experiência de adoção de LA em mais de 50 IES europeias, e considerando as perspectivas de estudantes, professores, gestores e especialistas em LA, Tsai et al. (2018) propõem, no *framework* SHEILA, uma extensão do ROMA adicionando três elementos: ações, desafios e políticas (enquadrados nas dimensões do ROMA).

O SHEILA foi usado como base para o desenvolvimento de *framework* adaptado aos contextos latino-americanos, no projeto LALA - *Learning Analytics in Latin America*, e foi também utilizado em um estudo de caso na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), apresentado neste capítulo, na seção 1.5.3. Assim, na próxima seção, o SHEILA é detalhado em termos de dimensões e instrumentos.

A Tabela 4.2 sumariza os modelos apresentados nesta seção e suas respectivas dimensões.

4.4.2. Framework SHEILA

No *framework* SHEILA (Figura 4.1), Tsai et al. (2018) fazem uma instanciação e relação das dimensões do ROMA com contextos de adoção de LA, da seguinte maneira:

1. Mapear o contexto político: identificar o propósito para adoção de LA;
2. Identificar os *stakeholders*-chave: guiada pelo reconhecimento de que a implementação de LA envolve esforços coletivos;

3. Identificar mudanças de comportamento desejadas: definição de objetivos relacionados ao propósito em (1);
4. Desenvolver estratégias de engajamento: abordagens para atingir os objetivos, considerando aspectos que são potenciais desafios, como recursos, ética e privacidade de dados, e envolvimento dos *stakeholders*;
5. Analisar capacidade interna para gerar mudança: avaliar a disponibilidade de recursos existentes (como dados e investimento financeiro) e identificar riscos;
6. Estabelecer *frameworks* de monitoramento e aprendizagem: definir indicadores de sucesso de adoção de LA e como medi-los.

Tabela 4.2. Modelos para adoção de LA

Modelo	Dimensões
<i>Analytics Maturity Index for Higher Education</i> (Bichsel, 2012)	cultura, processo, dados / ferramentas, investimento, expertise e governança / infraestrutura
Ontologia (Greller & Drachsler, 2012)	competências, limitações (privacidade / ética), tecnologias, dados educacionais, objetivos, <i>stakeholders</i>
<i>Organizational Capacity Analytics Framework</i> (Norris & Baer, 2013)	infraestrutura tecnológica, processos e práticas, cultura e comportamentos, competências e valores, liderança
<i>Learning Analytics Readiness Instrument - LARI</i> (Arnold et al., 2014)	habilidade, dados, cultura / processo, governança / infraestrutura, e percepção sobre aptidão
Gašević et al. (2019) com base no modelo organizacional de Barton & Court (2012)	dados (coleta, limitações e suporte técnico); modelo (aprendizagem de máquina orientadas por pesquisa educacional); transformação (política institucional; liderança, privacidade e ética; ferramentas, cultura)
<i>Rapid Outcome Mapping Approach - ROMA</i> (Young & Mendizabel, 2009)	contexto; <i>stakeholders</i> ; mudanças de comportamento desejadas; estratégias de engajamento; capacidade interna para gerar mudança; <i>frameworks</i> de monitoramento
<i>Supporting Higher Education to Integrate Learning Analytics - SHEILA</i> (Tsai et al., 2018)	extensão do ROMA, considerando: ações, desafios e políticas

O intuito do SHEILA é ser um arcabouço que possa ser instanciado a qualquer IES (embora, naturalmente, seja fortemente baseado no contexto europeu), podendo ser usado no planejamento estratégico das instituições e no desenvolvimento de políticas acadêmicas. Desenvolvido a partir de uma abordagem centrada no humano e guiada pelo contexto, o SHEILA propõe o envolvimento direto de usuários finais de LA para o levantamento de demandas e necessidades, a partir de suas perspectivas, expectativas e preocupações (Tsai et al., 2018). Para isso, o SHEILA propõe a realização de pesquisa de campo na instituição, com os *stakeholders*, usando como instrumentos: grupos focais, entrevistas e questionários.

Grupos focais

Os grupos focais são realizados com estudantes e com professores (separadamente). O roteiro do grupo focal com os estudantes é guiado pelos seguintes temas:

- transparência no uso de dados pela IES, coletados dos ambientes virtuais;
- propósitos legítimos para a IES fazer uso dos dados dos estudantes;
- consentimento para uso dos dados, questões éticas e legais;
- autonomia para aderir ou desistir do consentimento a qualquer momento;
- necessidades educacionais (mecanismos de apoio à aprendizagem fornecidos pela IES);
- *feedback* dos professores;
- intervenções dos professores a partir da análise dos dados dos estudantes;
- preocupações acerca do uso dos dados pela IES;

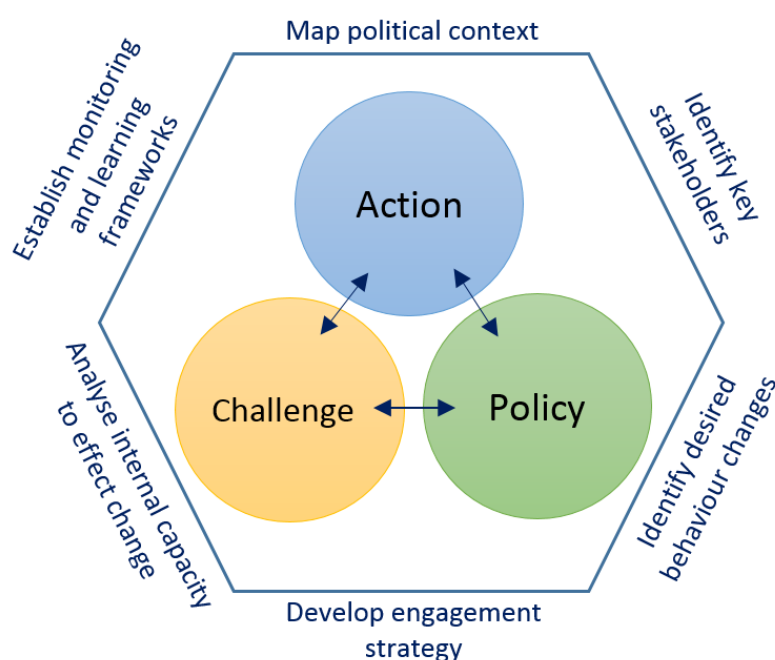


Figura 4.1. Framework SHEILA com as dimensões do ROMA. Fonte: (Tsai et al., 2018)

Os grupos focais com professores abordam temas semelhantes, sendo que do ponto de vista docente:

- propósito legítimos para a IES fazer uso dos dados dos estudantes e/ou dos professores (i.e. relacionados às atividades de ensino);

- necessidades de ensino (tipos de dados que seriam úteis, desafios e riscos associados ao uso de LA, *feedback*, apresentação dos dados, disponibilidade para integrar LA em sua prática docente, entre outros);
- ética e privacidade no uso dos dados dos estudantes e das práticas de ensino;
- suporte educacional (formas como LA poderia melhorar o suporte que a universidade provê aos estudantes);
- intervenções dos professores a partir da análise dos dados dos estudantes;
- preocupações acerca da incorporação de LA no processo de ensino;

Entrevistas

As entrevistas individuais são realizadas com membros da gestão acadêmica, com o objetivo de compreender o contexto da IES e mapear interesses institucionais. No caso de instituições que já possuem um projeto de LA (em andamento ou planejado), a entrevista aborda: os motivos para o uso de LA; as estratégias de e preparação para implantação; se já foram atingidas metas e como os resultados são avaliados; o que contribui ou pode contribuir para o sucesso do projeto; que desafios foram encontrados ou são previstos; quais aspectos éticos e de privacidade precisam ser levados em consideração; e o que é essencial em uma política de LA.

Para IES que não possuem projetos de LA, a entrevista versa sobre: as formas existentes na IES de coleta de dados de estudantes; o motivo e estratégia para coletar os dados; as questões de ética e privacidade; o potencial de uso de LA neste contexto; o motivo de ainda não ter implantado LA; o que seria necessário para fazê-lo; e o que seria essencial em uma política de LA.

Questionários

O objetivo dos questionários é obter uma visão mais geral da IES, visto que são amplamente distribuídos à comunidade de professores e estudantes, com o objetivo de atingir o maior número possível de pessoas, o que é inviável com o uso dos métodos de pesquisa qualitativa (grupos focais e entrevistas).

Os questionários analisam a expectativa desses dois grupos acerca das possibilidades, usos e benefícios de LA, com base em duas visões: para cada item do questionário, o respondente deve classificar, em uma escala Likert, (i) o quão desejável aquele item é, em sua opinião; (ii) e o quão factível aquele item é, considerando a realidade da instituição.

Os itens dos questionários abordam os mesmos temas discutidos nos grupos focais, porém com afirmações mais detalhadas, como, por exemplo, no caso dos estudantes: "o serviço de análise de dados mostrará como meu progresso acadêmico está relacionado aos meus objetivos de aprendizagem e aos objetivos da disciplina"; "A universidade solicitará meu consentimento para coletar, usar e analisar qualquer um dos meus dados educacionais (por exemplo, notas, participação em aulas e acessos no ambiente virtual de aprendizagem)". Exemplos dos itens do questionário aos professores incluem: "A universidade me fornecerá orientações sobre como ter acesso a visualização dos resultados de aprendizagem dos meus alunos."; e "O corpo docente tem obrigação de agir (apoiando

os alunos) se as análises mostrarem que um aluno está em risco de reprovação ou que ele pode melhorar seu aprendizado."

4.4.3. Estudo de caso na UFRPE

No Brasil, assim como na América Latina, a adoção de LA ainda é incipiente, quando comparada com contextos europeus e norte-americanos. Embora a área esteja crescendo em termos de pesquisa (Cechinel et al., 2020), ainda são poucas as implementações consolidadas de técnicas de LA nas IES.

Na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), o interesse por um uso sistemático e automatizado dos dados educacionais, em prol da melhoria do processo de ensino-aprendizagem, tem crescido. Entretanto, a instituição ainda enfrenta muitos desafios relacionados a como estabelecer um ambiente tecnológico e organizacional que permita um uso efetivo e seguro dos dados, assim como muitas outras universidades públicas brasileiras.

Nesse contexto, foi realizado um estudo de campo (Falcao et al., 2019; Pontual Falcão, Mello, et al., 2020) utilizando-se os instrumentos de análise do contexto do *framework* SHEILA, para mapear as dimensões consideradas fundamentais para a implantação de LA e propor direções à gestão da IES. Participaram 17 professores, 4 tutores e 22 estudantes da UFRPE, das modalidades presencial e a distância. No total, foram realizados sete grupos focais e 5 entrevistas individuais. Os instrumentos do SHEILA foram traduzidos e levemente adaptados ao contexto da educação superior pública brasileira, e foram realizadas algumas entrevistas individuais (com o mesmo roteiro dos grupos focais) por limitações operacionais. Os resultados apresentados a seguir podem ser considerados por outras IES brasileiras interessadas em implantar LA.

Perspectivas dos estudantes

O tópico de necessidades educacionais foi o mais debatido pelos estudantes. Em particular, foram relatadas muitas dificuldades relacionadas à usabilidade dos ambientes virtuais de aprendizagem, como: dificuldade de aprender a usar o AVA; e organização das informações no ambiente (dificuldade de acompanhar discussões em fóruns e identificar / gerenciar mensagens privadas). Foi relatada também a dificuldade de comunicação com professores, incluindo a formalidade e ineficácia de envio de mensagens via AVA, e o medo de exposição ao participar de fóruns. Os estudantes avaliaram os recursos didáticos disponibilizados como pouco diversos e precisando de revisões e atualizações (principalmente as apostilas e livros). Os estudantes também opinaram que deveria haver maior flexibilidade nos cursos para levar em consideração as condições socioeconômicas, incluindo as condições de acesso a Internet e computadores. Por fim, sobre possíveis usos dos seus dados, os estudantes gostariam ter com retorno, principalmente, uma visualização de seu perfil de aprendizagem em cada módulo e guiá-los em caminhos de aprendizagem ideais.

Sobre o propósito para a IES usar LA, os estudantes veem como principais benefícios: melhorar a experiência de aprendizagem (usando estatísticas como notas e índices de evasão, analisando aspectos que contribuem para baixo desempenho, e criando soluções). Também foi sugerido usar LA para identificar os métodos pedagógicos e recursos

educacionais mais adequados a cada disciplina, com base no desempenho médio dos estudantes.

Em relação a *feedback*, os estudantes destacaram que apenas notas não são suficientes, e que são necessárias informações sobre os erros e acertos. Este *feedback* precisa ser dado a tempo de se retrabalhar as atividades avaliativas, de forma personalizada e iterativa, para que seja produtivo no processo de ensino-aprendizagem. O tema de transparência e consentimento não gerou grande discussão. Percebe-se que a boa reputação da universidade e a natureza dos dados educacionais, dentro do contexto de um processo de ensino-aprendizagem, leva os estudantes a confiarem que seus dados serão utilizados de forma restrita à IES e exclusivamente para questões educacionais.

Perspectivas dos instrutores

Da parte dos instrutores (ou seja, professores e tutores da EAD), acerca do propósito do uso de dados, foram mencionados, entre outros: reduzir a evasão; melhorar sua prática docente e a aprendizagem dos estudantes; e estabelecer boas práticas institucionais.

Sobre necessidades de ensino, os instrutores gostariam de ter maior visibilidade do progresso e dificuldades dos estudantes. Atualmente, embora os dados existam, o acesso e interpretação são complexos. Os tipos de dados citados incluíram os dados mais comuns (como acesso dos estudantes ao ambiente - tempo e frequência, número de *downloads* do material de estudo; e dados demográficos e socioeconômicos); mas também questões mais específicas como o tipo de material mais acessado; tempo de leitura de um texto; qualidade de produção textual; trajetória acadêmica do estudante; desempenho do estudante por área do conhecimento, entre outros. Existe grande interesse dos instrutores em saber a efetividade das atividades de ensino, que poderia ser analisada a partir do comportamento dos estudantes. Ou seja, os instrutores gostariam de poder ir além de dados objetivos como número de *downloads*, para compreender se os estudantes estão de fato aprendendo a partir das atividades propostas. Outro tópico de grande interesse é como despertar e manter a motivação dos estudantes.

Foi também comentada a necessidade de uma interface de visualização de dados que seja simples, objetiva e customizável, explorando diversas representações como gráficos e nuvens de palavras. Os instrutores gostariam de poder identificar facilmente, a partir de tais visualizações, que estudantes estão em risco de reprovação ou evasão, e que ações deveriam ser tomadas (inclusive recebendo recomendações do sistema com sugestões de atividades para aquele estudante, por exemplo).

Em relação ao tema de ética e privacidade, os instrutores demonstraram preocupação em relação a uma excesso de intromissão e controle da rotina de estudo dos alunos, o que pode levar a desconforto. Foi destacada a necessidade de um certo espaço privado ser respeitado. Os instrutores também demonstraram preocupação com sua própria privacidade, temendo excesso de controle institucional e até mesmo por parte do governo federal, ameaçando a autonomia docente.

Os instrutores concordam que têm a obrigação de agir ao identificar dificuldades de aprendizagem. Entretanto, a introdução sistemática de LA pode levar a grandes mudanças que exijam tempo e aprendizado dos instrutores, o que também é uma preocu-

pação. Os instrutores concordam que a IES deve fornecer formações aos instrutores em particular para análise dos dados recebidos.

Uma outra preocupação mencionada refere-se a como os instrutores receberão eventuais *feedbacks* negativos, e a resistência a sair da sua zona de conforto. Além disso, em particular a nível institucional, é preciso tomar muito cuidado para não tomar decisões precipitadas ou chegar a conclusões descontextualizadas, com base em uma determinada visão sobre os dados. O uso responsável e razoável dos dados foi destacado pelos instrutores.

Desdobramentos

A partir das perspectivas e necessidades apresentadas pelos *stakeholders*, podem ser visualizados algumas possíveis aplicações de LA em IES com contextos similares ao da UFRPE, ou seja, do ensino superior público brasileiro (Pontual Falcão, Mello, et al., 2020). Tais aplicações são listadas a seguir:

- Interfaces adaptativas no AVA que se adequem ao nível de experiência do usuário;
- *Dashboards* para auxiliar estudantes a visualizarem seu progresso e assim organizar melhor seus estudos e objetivos de aprendizagem;
- Ferramentas de navegação em fóruns para facilitar discussões online;
- Conteúdo personalizado com base no histórico do estudante;
- Ferramentas de apoio para geração de *feedback* personalizado e humanizado em larga escala;
- Predição de evasão.

A seção seguinte mostra dois exemplos de ferramentas que já são usadas em IES e que se encaixam em alguns desses itens.

4.5. Exemplos de Ferramentas de LA

Esta seção tem o objetivo de apresentar duas ferramentas de LA que vêm sendo utilizadas por instituições da América Latina. Como não faz parte do escopo do curso a discussão sobre o código das ferramentas, serão apresentados, então, seus objetivos, funcionamento e exemplos de telas que expõem a sua utilização.

4.5.1. *Feedback* personalizado

O *feedback* é uma parte crucial da comunicação entre alunos e professores em termos de esclarecer expectativas, monitorar o progresso dos alunos e ajudá-los a alcançar as metas de aprendizado desejadas (Hattie & Timperley, 2007). No entanto, existem evidências substanciais que mostram que, principalmente no ensino superior, é um grande desafio fornecer *feedback* consistente, oportuno e construtivo para atender às necessidades e expectativas dos alunos (Boud & Molloy, 2013). Um dos problemas para envio de *feedback* é a grande quantidade de alunos e atividades que os professores costumam ter todo semestre (Pardo, 2018).

Nesse contexto, a ferramenta OnTask propõe uma interface para auxiliar professores a fornecer *feedback* rápido e personalizado aos alunos (Pardo et al., 2019). A OnTask utiliza *Learning Analytics* para personalizar, semi-automaticamente, mensagens que são construídas no formato de “se ... então” para ajudar os professores a compor *feedback* personalizado para uma grande quantidade de alunos com base em parâmetros relevantes para o *design* do curso (Pardo et al., 2019).

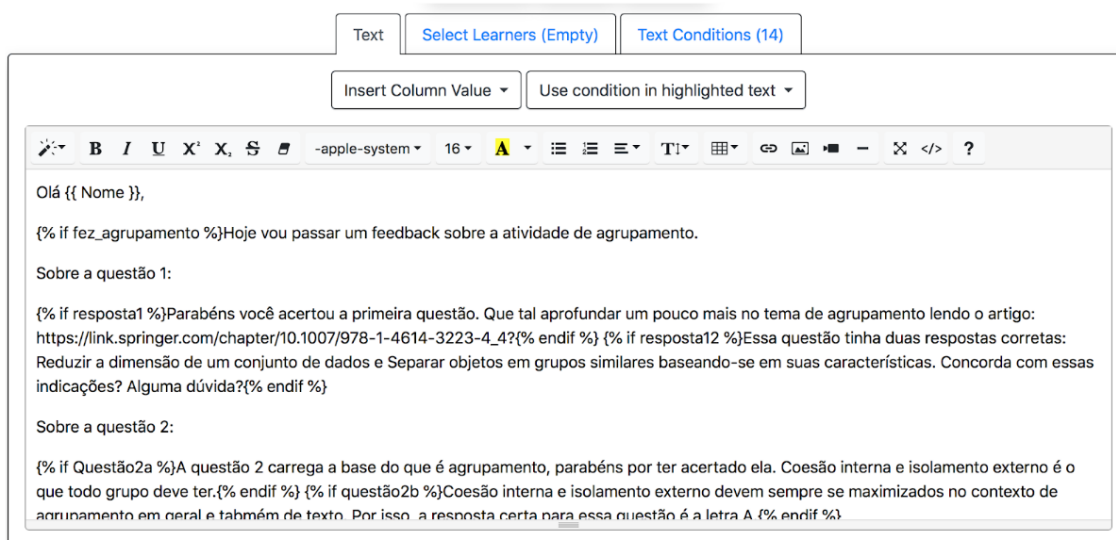


Figura 4.2. Tela para escrita de email (autores).

A Figura 4.2 mostra a interface que o professor usa para compor os *e-mails* personalizados. É possível ver que no texto do *feedback* existem atributos que são personalizáveis e regras “se ... então”. Por exemplo, o atributo *Nome* vai recuperar do banco de dados o nome dos alunos e incluí-lo na mensagem final. Além disso, na segunda linha de texto existe uma regra (*if fez_agrupamento*) que verifica se um determinado aluno concluiu ou não a atividade para a qual o *feedback* está sendo enviado. Ademais, é possível filtrar os alunos que vão receber o *feedback* e criar novas regras para a mensagem através dos recursos *Select Learners* e *Text Conditions*, no menu de cima da figura.

A Figura 4.3 apresenta dois exemplos de mensagens personalizadas que foram criadas. Este exemplo envia um *feedback* para o aluno que respondeu a atividade. Esta mensagem contém informações personalizadas² para alunos específicos. Já a mensagem apresentada na Figura 4.4 é referente a um aluno que não realizou a atividade. É importante destacar que o sistema personaliza a mensagem mas é o professor que cria as regras de personalização.

Durante o curso, apresentaremos ainda os resultados da análise inicial da execução piloto do OnTask em cenário real, realizada durante uma disciplina de graduação na Universidade Federal Rural de Pernambuco.

²O nome foi excluído por questões de privacidade.

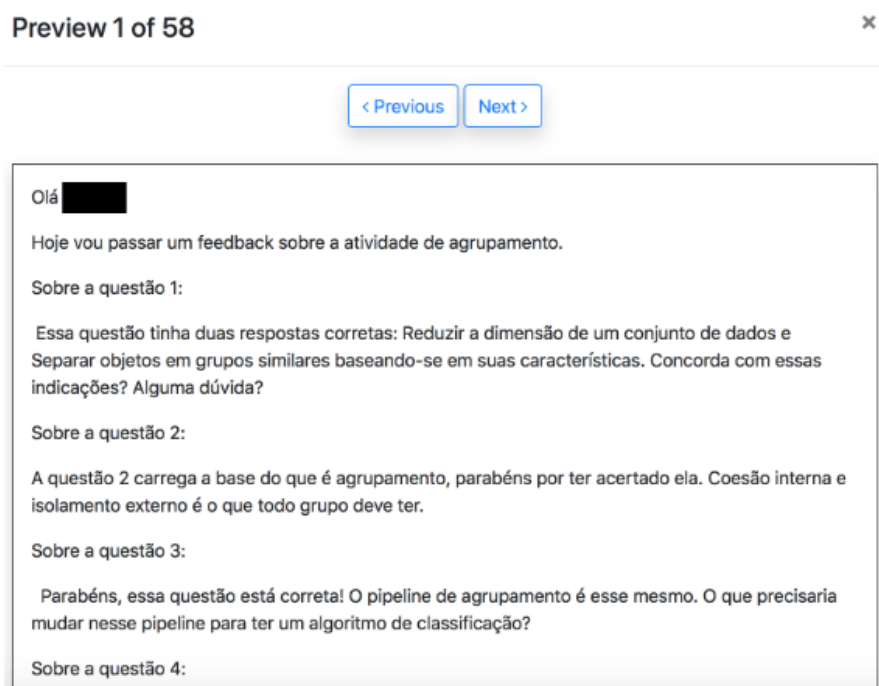


Figura 4.3. Exemplos de mensagem completa de feedback (autores).

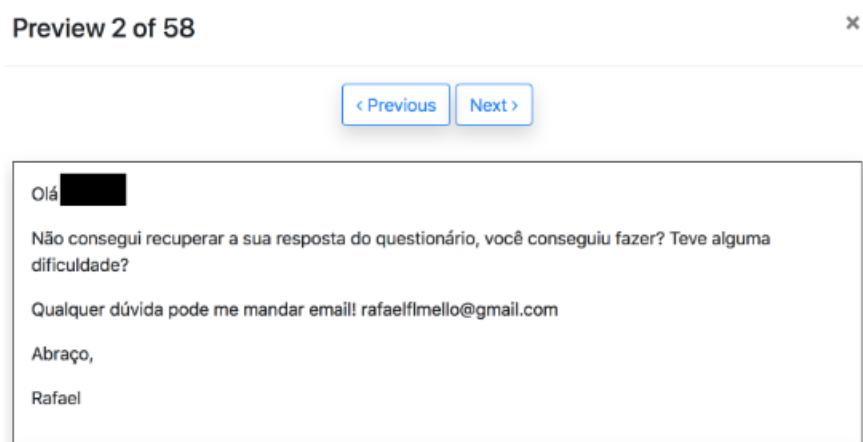


Figura 4.4. Exemplos de mensagens para aluno que não realizou a atividade (autores).

4.5.1.1. Auxílio a matrícula

Um questionamento constante de instituições de ensino que desejam usar LA é relacionado à relevância dos dados. Muitas instituições deixam de utilizar ferramentas para análise de dados educacionais por achar que não possuem ou não armazenam dados relevantes. Contudo, vários trabalhos mostram que com apenas dados relacionados a notas e presenças dos alunos já é possível utilizar ferramentas de LA e melhorar algum aspecto educacional da instituição (De Laet et al., 2020; Gutiérrez et al., 2020).

Por exemplo, as ferramentas propostas pelo projeto LALA³ têm como objetivo utilizar os dados mais simples possíveis para facilitar a adoção dessas ferramentas por universidades da América Latina, principalmente focando nas que não têm tanta experiência na utilização desse tipo de ferramenta.

Ao mesmo tempo, algumas das principais dificuldades encontradas no contexto brasileiro e da América Latina são a evasão e a retenção. A Figura 4.5 apresenta uma interface estilo *dashboard*, com informações relevantes para a tomada de decisão relacionada à matrícula de alunos. É importante frisar que esse sistema foi desenvolvido para ser usado por professores e não por alunos.

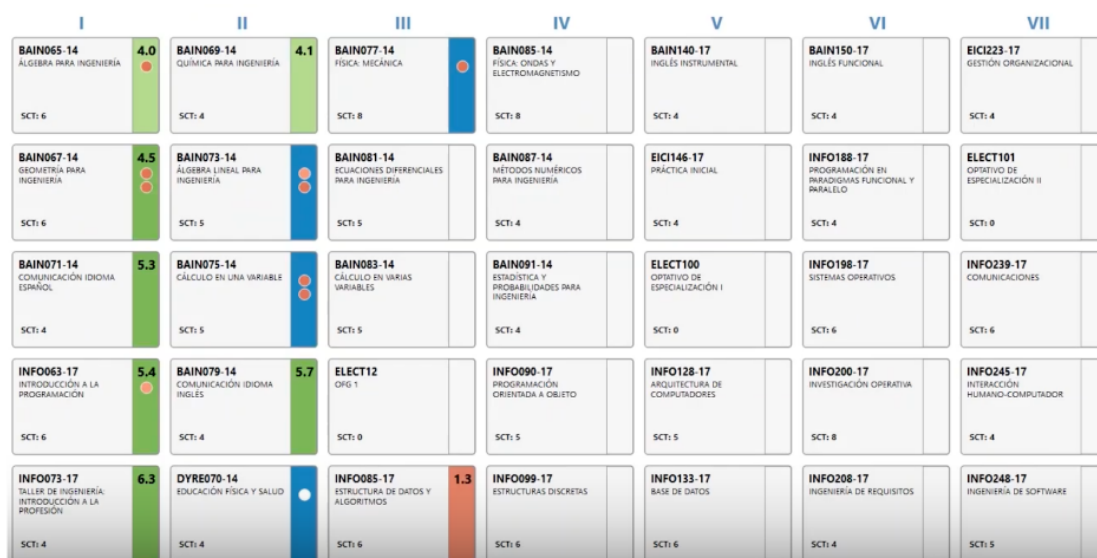


Figura 4.5. Dashboard para auxílio na matrícula de alunos⁵

Essa visualização apresenta as informações específicas para um aluno que está sendo analisado. Na figura 4.5 existem várias informações:

- As disciplinas destacadas em verde são as que já foram cursadas pelo aluno e ele foi aprovado.
- As disciplinas em azul são as que estão sendo cursadas no momento pelo aluno.
- As disciplinas em vermelho são aquelas em que o aluno já foi reprovado.
- As disciplinas em cinza são as disciplinas da matriz curricular do curso que o aluno ainda não cursou nem está cursando.

Além destas informações, os pequenos círculos dispostos em cada disciplina representam a quantidade de vezes que o aluno reprovou naquela disciplina em específico. Por fim, o número que aparece é a nota do aluno em questão nas disciplinas que ele já cursou.

³<https://git.cti.espol.edu.ec/LALA-Project-EN>

O principal objetivo dessa ferramenta é auxiliar coordenadores de curso ou professores responsáveis por aconselhamento de alunos no processo de sugestão da matrícula. Este sistema é especialmente importante para alunos que correm algum risco de desligamento do curso.

Apesar dessa ferramenta não ter um objetivo preditivo ou de recomendação direta para os alunos, existem estudos em andamento para avaliar a qualidade da recomendação automática de disciplinas que aumentam a probabilidade de aprovação do aluno (Guerra et al., 2020). Contudo, esse tipo de recomendação ainda precisa ser analisada com mais detalhes, pois sugestões deste tipo diretamente para o aluno podem causar um efeito negativo se não forem bem avaliadas (Gašević et al., 2015).

4.6. Monitoramento: O papel do Modelo de Maturidade para Adoção de *Learning Analytics*

Uma vez que a instituição de ensino está a par do seu contexto e das ferramentas que podem ser utilizadas para dar início ao processo de adoção de LA, é necessário, então, entender quais áreas merecem maior atenção nesse processo de adoção. Além disso, é essencial monitorar o progresso a fim de que a instituição possa evoluir gradativamente na utilização de LA. Para isso, é necessário alcançar um maior número de *stakeholders* e preparar-se para lidar com outros temas, relacionados, por exemplo, à gestão de dados, à governança e capacitação da equipe e dos estudantes, questões pedagógicas, entre outros (Tsai et al., 2018).

Um instrumento que pode apoiar o monitoramento e a evolução na adoção de LA é o MMALA (Modelo de Maturidade para Adoção de *Learning Analytics*). Segundo E. Freitas et al. (2020), um Modelo de Maturidade (MM) funciona como um roteiro que identifica as atividades-chave que ajudam a instituição a alcançar níveis mais altos de maturidade em uma determinada área. Nesse caso, o MMALA identifica as áreas críticas a serem consideradas na adoção de LA bem como as atividades que podem ser realizadas em cada uma dessas áreas, indicando um caminho de melhoria em quatro níveis de maturidade e permitindo o monitoramento do progresso da instituição de ensino em cada uma dessas áreas. A utilização do MMALA pode permitir às instituições empregar LA de modo planejado e sistemático, atendendo às necessidades específicas de cada uma delas ao propor níveis de maturidade convenientes, os quais permitem identificar a situação atual da instituição e ascender a níveis mais altos de maturidade gradativamente.

O MMALA foi avaliado por 13 especialistas na área de LA, de diferentes países, e foi considerado abrangente para apoiar as instituições nos desafios relacionados à adoção de LA; consistente, isto é, a descrição dos elementos do modelo foi considerada coerente em cada área de processo; e também foi avaliado como adequado ao seu propósito de apoiar a adoção de LA.

4.6.1. Descrição do MMALA

O MMALA é constituído de 16 Áreas de Processos voltadas para uma adoção planejada e sistemática de LA, as quais estão organizadas em 5 categorias. Uma área de processo comunica os objetivos e define as práticas recomendadas para aquela área a fim de que a organização alcance maturidade (DMM, 2014). A Tabela 4.3 apresenta os detalhes sobre

cada categoria e área de processo do modelo.

Categorias	Áreas de Processos
Gestão dos Dados	Aquisição de Dados (DA) Qualidade de Dados (DQ) Propriedade dos dados (DO) Infraestrutura (INF)
Governança e Capacitação	Financiamento (FUN) Liderança (LEA) Identificação e envolvimento dos <i>stakeholders</i> (SII) Comunicação (COM) Capacitação dos <i>stakeholders</i> (STR)
Apoio Pedagógico	Planejamento pedagógico das soluções (PPS) Apoio na interpretação dos resultados (SIR) Intervenção Baseada nos Resultados (RBI)
Análise de Dados	Desenvolvimento de soluções próprias (DOS) Aquisição de soluções prontas (ACQ) Avaliação da eficácia das soluções (EVA)
Legislação, Privacidade e Ética	Legislação, Privacidade e Ética (LPE)

Tabela 4.3. Categorias e áreas de processos do MMALA

A categoria de Gestão dos Dados engloba as práticas necessárias para gerenciamentos dos dados (voltadas para a aquisição, qualidade e propriedade) e da infraestrutura de TI da instituição. Na categoria de Governança e Capacitação, o foco é a gestão da instituição para a liderança e financiamento dos projetos, comunicação dos resultados, além do envolvimento e capacitação dos *stakeholders*. Na categoria de Apoio Pedagógico, há uma preocupação com o planejamento pedagógico das soluções, além da interpretação dos resultados obtidos e das possíveis intervenções pedagógicas que podem ser realizadas a partir desses resultados. Na categoria de Análise de Dados, as atenções são voltadas para o desenvolvimento ou a aquisição de soluções, além de sua avaliação. Por fim, na categoria de Legislação, Privacidade e Ética, discutem-se as diretrizes para que os projetos de LA sejam legalizados e atendam aos critérios de privacidade e ética no uso de dados.

Quanto aos 4 níveis de maturidade do MMALA, estes são: *Ad Hoc*, Inicial, Estruturado e Sistemático. Para evoluir de um nível a outro é necessário implementar todas as práticas funcionais descritas para aquele nível na respectiva área de processo. De acordo com E. Freitas et al. (2020), os níveis de maturidade estão divididos da seguinte forma:

- No primeiro nível de maturidade, *Ad Hoc*, os processos de adoção de *Learning Analytics* não estão estabelecidos, ocorrendo de modo desordenado. As atividades são realizadas sem planejamento prévio ou abrangente a toda instituição, e envolve poucos pesquisadores e estudantes;
- No Nível 2, Inicial, os processos começam a se formalizar, favorecendo a ampliação da utilização de LA na instituição. Cada projeto define seus próprios objetivos

e critérios para implementação e avaliação das ferramentas. Pode-se citar como benefícios esperados para as instituições que atingem esse nível de maturidade: (a) maior abrangência dos projetos de LA, o que resulta em maior quantidade de usuários, sendo esses alunos e professores, e também de dados para análise, podendo gerar soluções mais maduras; (b) as ferramentas passam a ser avaliadas, permitindo ajustes e maior personalização das mesmas para atender a usuários de diferentes cursos; (c) maior engajamento e, conseqüentemente, maior compreensão sobre o papel de LA para o ensino e aprendizagem em diferentes departamentos da instituição; e (d) os projetos de LA atendem aos regulamentos definidos pela instituição no que se refere à ética e à privacidade;

- No Nível 3, Estruturado, a instituição reconhece e dá suporte à adoção de *Learning Analytics*, de modo que os processos são formalmente estabelecidos e as responsabilidades de cada *stakeholder* são definidas. O planejamento dos projetos de LA estão alinhados aos objetivos estratégicos da instituição. Os benefícios esperados nesse nível são: (a) o estabelecimento de uma liderança formal leva à execução coordenada de projetos, com processos melhor definidos, trazendo maior organização e aumentando a probabilidade de sucesso dos mesmos; (b) há uma maior atenção à infraestrutura para dar suporte às soluções de LA, com investimentos em sua evolução; e (c) o alinhamento das soluções ao objetivo da instituição ajuda a reforçar o compromisso da alta gerência com o patrocínio e com o sucesso dos projetos;
- Por fim, no último nível de maturidade, Sistemático, há processos e políticas formalmente estabelecidos e seguidos, de modo que a adoção de LA se torna abrangente a toda instituição, sendo planejada e executada sistematicamente. Entre os benefícios de atingir esse nível de maturidade, destacam-se: (a) as soluções podem ser enriquecidas pelo conhecimento de profissionais de diferentes áreas de conhecimento, atendendo de forma cada vez mais eficaz os objetivos da instituição e de *stakeholders* estratégicos; (b) a instituição passa a adotar uma política institucional, válida para todos os projetos de LA, a fim de atender às questões éticas e legais sobre o uso de dados dos estudantes; (c) LA se torna parte da cultura da organização, havendo inclusive um Programa de Financiamento para LA, havendo recursos específicos para os projetos em execução e para novos projetos; e (d) a instituição tem processos, pessoas e objetivos definidos para a utilização de LA.

A Figura 4.6 exhibe os níveis de maturidade do MMALA, descrevendo-os brevemente.

Em cada uma das áreas de processos, há uma descrição completa de seu propósito e objetivos, das áreas de processos relacionadas e das suas práticas funcionais - isto é, as atividades que devem ser executadas para aprimorar a utilização de LA na instituição, as quais estão divididas em 4 níveis de maturidade, cuja complexidade aumenta gradativamente. A execução das práticas funcionais permite atingir os objetivos descritos naquela área. Em cada um dos níveis são descritos também os exemplos de produto de trabalho resultantes da institucionalização do respectivo nível de maturidade. Esses produtos de trabalho podem ser, por exemplo, a definição de um processo ou política, um documento, um código, entre outros.

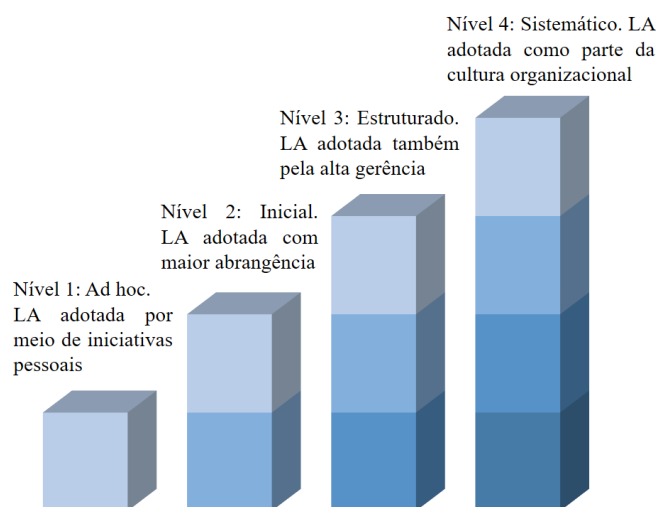


Figura 4.6. Níveis de Maturidade do MMALA.

A Figura 4.7 mostra um exemplo de Área de Processo do MMALA, nesse caso, de Propriedade de Dados. É possível verificar que o seu propósito é "especificar a propriedade dos dados utilizados nos projetos de LA". Além disso, há um conjunto de 3 objetivos que podem ser alcançados com a execução das práticas funcionais descritas (estas últimas divididas em 4 níveis de maturidade). Assim, é possível à instituição verificar em qual nível de maturidade ela está no que tange a Propriedade de Dados e também quais ações pode tomar a fim de evoluir gradativamente nessa área.

Para facilitar a compreensão do nível no qual cada prática funcional está descrita, há um esquema de numeração composto pela sigla da Área de Processo seguida por dois números separados por um ponto, os quais funcionam da seguinte forma: o primeiro número se refere ao nível de maturidade e o segundo se refere ao número da prática funcional. Por exemplo, DO1.2 se refere à segunda prática funcional do Nível de Maturidade 1 na Área de Processo de Propriedade de Dados.

4.6.2. Adoção do Modelo MMALA

O Modelo de Maturidade para Adoção de *Learning Analytics* foi concebido para permitir sua utilização de forma flexível e adaptável. Isto é, a instituição pode optar por concentrar-se em qualquer combinação de categorias ou áreas de processos (E. Freitas et al., 2020), sendo as áreas de processos relacionadas a um indicativo seguro daquelas áreas em que se recomenda a adoção conjunta. Por exemplo, a instituição pode priorizar inicialmente a categoria de Gestão de Dados e Análise de Dados em sua adoção de LA, ou as áreas de processos de Aquisição de Dados, Financiamento e Aquisição de Soluções Prontas, por exemplo. Apesar da flexibilidade, o modelo permite também que a instituição siga um percurso previamente definido e analisado, caso opte por progredir nível a nível em cada uma das áreas de processos definidas no modelo.

É válido ressaltar, porém, a importância de se considerar as questões de Legislação, Privacidade e Ética na adoção de LA, visto que, quaisquer iniciativas que desconsiderem essa área podem implicar em problemas legais, e estes podem levar ao impedimento

1.3. Área de Processo: Propriedade dos Dados			
Propósito: Especificar a propriedade dos dados utilizados nos projetos de LA.			
Objetivos:			
<ol style="list-style-type: none"> 1. <input type="radio"/> Definir critérios a fim de estabelecer os proprietários dos dados gerados pelas ações dos estudantes e professores; 2. <input type="radio"/> Tornar transparentes quais dados sobre ações acadêmicas dos estudantes e professores são armazenados e como são analisados; e 3. <input checked="" type="radio"/> Tornar acessíveis aos participantes dos projetos os dados sobre os quais têm propriedade. 			
Práticas Funcionais:			
<p>Nível 1</p> <p>DO1.1. <input type="radio"/> Não há critérios formalmente estabelecidos nos projetos de LA que definam a propriedade sobre os dados.</p> <p>DO1.2. <input checked="" type="radio"/> Os estudantes e professores só conhecem quais dados sobre suas ações acadêmicas são armazenados e analisados após solicitação explícita.</p>	<p>Nível 2</p> <p>DO2.1. <input type="radio"/> Os estudantes e professores são consultados sobre a utilização dos seus dados para os projetos de LA, podendo autorizá-la ou não.</p> <p>DO2.2. <input type="radio"/> Para cada projeto, estão detalhados quais dados serão analisados a fim de obter o consentimento dos participantes.</p> <p>DO2.3. <input type="radio"/> Os participantes conhecem todos os projetos que utilizam seus dados.</p>	<p>Nível 3</p> <p>DO3.1. <input type="radio"/> São definidos os critérios que classificam os dados considerados de propriedade dos estudantes, da instituição e de outras partes interessadas, como agências governamentais, uniforme para todos os projetos de LA.</p> <p>DO3.2. <input type="radio"/> Os estudantes e professores conhecem quais dados sobre suas ações são armazenados e os propósitos de armazenamento e análise dos mesmos.</p> <p>DO3.3. <input type="radio"/> Estão claros como os dados são analisados (isto é, como funciona o algoritmo utilizado para análise), trazendo maior transparência ao processo de análise de dados.</p> <p>DO3.4. <input type="radio"/> Os proprietários são responsáveis por decidir questões sobre o uso de seus dados. Isso inclui a decisão sobre o uso dentro da instituição e o compartilhamento com terceiros. A exceção são aqueles dados considerados primordiais para o gerenciamento acadêmico básico do aluno. Todas as exceções devem ser justificadas.</p>	<p>Nível 4</p> <p>DO4.1. <input checked="" type="radio"/> Os usuários podem acessar os dados sobre os quais têm propriedade.</p> <p>DO4.2. <input type="radio"/> Existe uma política aprovada e seguida que define a propriedade dos dados e está alinhada aos objetivos da instituição e às questões legais e éticas. Essa política define os critérios de propriedade, quem tem acesso aos dados em questão e o ciclo de vida dos dados, incluindo as ações a serem tomadas quando o curso acabar. Expõe-se, também, direitos e responsabilidades sobre seu uso.</p>

Figura 4.7. Um exemplo de Área de Processo do MMALA (Propriedade de Dados).

da continuidade dos projetos

4.6.3. Conclusões sobre uso do MMALA

A utilização de um MM pode trazer diversos benefícios, os quais podem se estender ao uso do MMALA. Podem-se citar, por exemplo: Uma maior consciência sobre o tópico analisado (seu estado, importância, potenciais, requisitos, complexidade, entre outros). Além disso, eles permitem às organizações implementar uma abordagem sistemática e bem dirigida para melhorias, permitindo garantir certa qualidade, evitar erros e avaliar suas próprias capacidades numa base comparável (Wendler, 2012); Os Modelos de Maturidade podem ainda ajudar as organizações a estabelecer objetivos para a melhoria de processo e identificar oportunidades de otimização (de Soria et al., 2009).

Portanto, o MMALA é um instrumento útil para ajudar na adoção de LA, provido os recursos necessários para que as instituições tenham consciência das áreas e ações necessárias para iniciar a utilização de LA. Além disso, o MMALA disponibiliza um roteiro que permite às instituições planejar a evolução do uso de LA. Por fim, é possível ainda monitorar o progresso, por meio da verificação dos produtos de trabalho, os quais demonstram que a instituição executou adequadamente um determinado nível de maturidade.

Por fim, o MMALA deve ser utilizado para orientação do processo de adoção de *Learning Analytics* – de modo que cada instituição pode decidir qual o nível de maturidade mais adequado para o seu contexto. Isso pode significar, por exemplo, que o 4º nível de maturidade venha a ser considerado muito complexo ou mesmo muito custoso para uma determinada instituição, a qual pode decidir por se estabelecer em um nível de maturidade inferior, mais adequado para o seu contexto e o seu ambiente institucional.

4.7. Considerações finais

Este capítulo teve como principal objetivo apresentar uma visão geral sobre a área de *Learning Analytics*. Para isso, foram descritos os principais conceitos, instrumentos para adoção e monitoramento, assim como alguns exemplos de ferramentas. É importante destacar que essa área é muito recente e ainda em desenvolvimento muito rápido. Diante deste cenário, este capítulo é um esforço inicial para a divulgação deste campo no Brasil.

Um fato extremamente importante a se considerar é que as ferramentas de LA não são "*one size fits all*" (Gašević et al., 2016). Por isso, o contexto da instituição deve ser levado em consideração. Neste sentido, trabalhos relacionados ao contexto brasileiro ainda são escassos. Contudo, é possível encontrar material relevante sobre o contexto latino-americano site do projeto LALA ⁶ e na edição especial do *British Journal Educational Technology* chamada *Applications of learning analytics in Latin America* (Pontual Falcão, Ferreira Mello, & Lins Rodrigues, 2020).

Referências

- Arnold, K. E., Lonn, S., & Pistilli, M. D. (2014). An exercise in institutional reflection: The learning analytics readiness instrument (lari). In *Proceedings of the fourth international conference on learning analytics and knowledge* (pp. 163–167).
- Baneres, D., Caballé, S., & Clarisó, R. (2016). Towards a learning analytics support for intelligent tutoring systems on mooc platforms. In *2016 10th international conference on complex, intelligent, and software intensive systems (cisis)* (p. 103-110).
- Barton, D., & Court, D. (2012). Making advanced analytics work for you. *Harvard business review*, 90(10), 78–83.
- Bichsel, J. (2012). *Analytics in higher education: Benefits, barriers, progress, and recommendations*. EDUCAUSE Center for Applied Research.
- Boud, D., & Molloy, E. (2013). Rethinking models of feedback for learning: the challenge of design. *Assessment & Evaluation in higher education*, 38(6), 698–712.
- Campbell, J. P., DeBlois, P. B., & Oblinger, D. G. (2007). Academic analytics: A new tool for a new era. *EDUCAUSE review*, 42(4), 40.
- Cavalcanti, A. P., Diego, A., Mello, R. F., Mangaroska, K., Nascimento, A., Freitas, F., & Gašević, D. (2020). How good is my feedback? a content analysis of written feedback. In *Proceedings of the tenth international conference on learning analytics & knowledge* (pp. 428–437).
- Cechinel, C., Ochoa, X., Lemos dos Santos, H., Carvalho Nunes, J. B., Rodés, V., & Marques Queiroga, E. (2020). Mapping learning analytics initiatives in latin america. *British Journal of Educational Technology*, 51(4), 892-914.
- Clow, D. (2012). The learning analytics cycle: closing the loop effectively. In *Proceedings of the 2nd international conference on learning analytics and knowledge* (pp. 134–138).

⁶<https://lalaproject.org>

- Colvin, C., Dawson, S., Wade, A., & Gašević, D. (2017). Addressing the challenges of institutional adoption. *Handbook of learning analytics, 1*, 281–289.
- de Soria, I. M., Alonso, J., Orue-Echevarria, L., & Vergara, M. (2009). Developing an enterprise collaboration maturity model: Research challenges and future directions. In *2009 IEEE International Technology Management Conference (ITMC)* (p. 1-8).
- De Laet, T., Millicamp, M., Ortiz-Rojas, M., Jimenez, A., Maya, R., & Verbert, K. (2020). Adoption and impact of a learning analytics dashboard supporting the advisor—student dialogue in a higher education institute in Latin America. *British Journal of Educational Technology, 51*(4), 1002–1018.
- DMM. (2014). *Modelo data management maturity – versão 1.0*. CMMI Institute.
- Dyckhoff, A. L., Zielke, D., Bültmann, M., Chatti, M. A., & Schroeder, U. (2012). Design and implementation of a learning analytics toolkit for teachers. *Educational Technology & Society, 15*, 58–76.
- Falcao, T. P., Ferreira, R., Rodrigues, R. L., Diniz, J., & Gasevic, D. (2019). Students' perceptions about learning analytics in a Brazilian higher education institution. In *2019 IEEE 19th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)* (Vol. 2161, pp. 204–206).
- Ferguson, R., Clow, D., Macfadyen, L., Essa, A., Dawson, S., & Alexander, S. (2014). Setting learning analytics in context: Overcoming the barriers to large-scale adoption. In *Proceedings of the fourth international conference on learning analytics and knowledge* (pp. 251–253).
- Freitas, E., Fonseca, F., Garcia, V., Ferreira, R., & Gašević, D. (2020). Towards a maturity model for learning analytics adoption: an overview of its levels and areas. In *2020 IEEE 20th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)* (pp. 122–126).
- Freitas, E. L. S. X., Souza, F. d. F. d., & Garcia, V. C. (2019). Learning analytics em ação: Uma revisão sistemática de literatura. In *VIII Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2019)* (p. 1581-1590).
- Gašević, D. (2018). Include us all! directions for adoption of learning analytics in the global south. *Learning analytics for the global south*, 1–22.
- Gašević, D., Dawson, S., Rogers, T., & Gasevic, D. (2016). Learning analytics should not promote one size fits all: The effects of instructional conditions in predicting academic success. *The Internet and Higher Education, 28*, 68–84.
- Gašević, D., Dawson, S., & Siemens, G. (2015). Let's not forget: Learning analytics are about learning. *TechTrends, 59*(1), 64–71.
- Gašević, D., Tsai, Y.-S., Dawson, S., & Pardo, A. (2019). How do we start? an approach to learning analytics adoption in higher education. *The International Journal of Information and Learning Technology, 36*(4), 342-353.

- Gewerc, A., Rodríguez-Groba, A., & Martínez-Piñeiro, E. (2016). Academic social networks and learning analytics to explore self-regulated learning: a case study. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 11(3), 159-166.
- Greller, W., & Drachsler, H. (2012). Translating learning into numbers: A generic framework for learning analytics. *Educational Technology & Society*, 15(3), 42–57.
- Guerra, J., Ortiz-Rojas, M., Zúñiga-Prieto, M. A., Scheihing, E., Jiménez, A., Broos, T., ... Verbert, K. (2020). Adaptation and evaluation of a learning analytics dashboard to improve academic support at three latin american universities. *British Journal of Educational Technology*, 51(4), 973-1001.
- Gutiérrez, F., Seipp, K., Ochoa, X., Chiluita, K., De Laet, T., & Verbert, K. (2020). Lada: A learning analytics dashboard for academic advising. *Computers in Human Behavior*, 107, 105826.
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of educational research*, 77(1), 81–112.
- Hilliger, I., Ortiz-Rojas, M., Pesántez-Cabrera, P., Scheihing, E., Tsai, Y.-S., Muñoz-Merino, P. J., ... Pérez-Sanagustín, M. (2020). Towards learning analytics adoption: A mixed methods study of data-related practices and policies in latin american universities. *British Journal of Educational Technology*, 51(4), 915-937.
- Lang, C., Siemens, G., Wise, A., & Gašević, D. (2017). *Handbook of learning analytics* (1st ed.). Society for Learning Analytics Research.
- Macfadyen, L. P., Dawson, S., Pardo, A., & Gašević, D. (2014). Embracing big data in complex educational systems: The learning analytics imperative and the policy challenge. *Research & Practice in Assessment*, 9, 17–28.
- Mello, R. F., André, M., Pinheiro, A., Costa, E., & Romero, C. (2019). Text mining in education. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 9(6), e1332.
- Miranda, P. B., Mello, R. F., Castro, M., Fiorentino, G., Souza, S., Santos, L., & Silva, L. (2020). Uma abordagem multi-objetivo para seleção de caminhos de aprendizagem para grupo de usuários. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 27(03), 336.
- Miranda, P. B., Mello, R. F., & Nascimento, A. C. (2020). A multi-objective optimization approach for the group formation problem. *Expert Systems with Applications*, 162, 113828.
- Norris, D., & Baer, L. (2013). *Building organizational capacity for analytics*. louisville, co: Educause.
- Pardo, A. (2018). A feedback model for data-rich learning experiences. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 43(3), 428–438.

- Pardo, A., Jovanovic, J., Dawson, S., Gašević, D., & Mirriahi, N. (2019). Using learning analytics to scale the provision of personalised feedback. *British Journal of Educational Technology*, 50(1), 128–138.
- Passero, G., Ferreira, R., & Dazzi, R. L. S. (2020). Off-topic essay detection: A comparative study on the portuguese language. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 27(03), 177.
- Pontual Falcão, T., Ferreira Mello, R., & Lins Rodrigues, R. (2020). Applications of learning analytics in latin america. *British Journal of Educational Technology*, 51(4), 871-874.
- Pontual Falcão, T., Mello, R. F., Rodrigues, R. L., Diniz, J. R. B., Tsai, Y.-S., & Gašević, D. (2020). Perceptions and expectations about learning analytics from a brazilian higher education institution. In *Proceedings of the tenth international conference on learning analytics & knowledge* (pp. 240–249).
- Raghuveer, V. R., & Tripathy, B. K. (2014). Multi dimensional analysis of learning experiences over the e-learning environment for effective retrieval of los. In *2014 ieee sixth international conference on technology for education* (p. 168-171).
- Rolim, V., Ferreira, R., Lins, R. D., & Gašević, D. (2019). A network-based analytic approach to uncovering the relationship between social and cognitive presences in communities of inquiry. *The Internet and Higher Education*, 42, 53–65.
- Ruiz, J. S., Díaz, H. J. P., Ruipérez-Valiente, J. A., Muñoz Merino, P. J., & Kloos, C. D. (2014). Towards the development of a learning analytics extension in open edx. In *Proceedings of the second international conference on technological ecosystems for enhancing multiculturalism* (p. 299–306). New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. Retrieved from <https://doi.org/10.1145/2669711.2669914> doi: 10.1145/2669711.2669914
- Santos, J. L., Govaerts, S., Verbert, K., & Duval, E. (2012). Goal-oriented visualizations of activity tracking: A case study with engineering students. In *Proceedings of the 2nd international conference on learning analytics and knowledge* (p. 143–152). New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. Retrieved from <https://doi.org/10.1145/2330601.2330639> doi: 10.1145/2330601.2330639
- Sclater, N., Peasgood, A., & Mullan, J. (2016). Learning analytics in higher education. *London: Jisc. Accessed February*, 8(2017), 176.
- Siemens, G., & Baker, R. S. d. (2012). Learning analytics and educational data mining: towards communication and collaboration. In *Proceedings of the 2nd international conference on learning analytics and knowledge* (pp. 252–254).
- Sun, J. C., Lin, C., & Chou, C. (2016). Applying learning analytics to explore the influence of online learners' motivation on their online learning behavioral patterns. In *2016 5th iiai international congress on advanced applied informatics (ii ai-aai)* (p. 377-380).

- Tsai, Y.-S., & Gasevic, D. (2017). Learning analytics in higher education—challenges and policies: a review of eight learning analytics policies. In *Proceedings of the seventh international learning analytics & knowledge conference* (pp. 233–242).
- Tsai, Y.-S., Moreno-Marcos, P. M., Jivet, I., Scheffel, M., Tammets, K., Kollom, K., & Gašević, D. (2018). The sheila framework: Informing institutional strategies and policy processes of learning analytics. *Journal of Learning Analytics*, 5(3), 5–20.
- Verbert, K., Duval, E., Klerkx, J., Govaerts, S., & Santos, J. L. (2013). Learning analytics dashboard applications. *American Behavioral Scientist*, 57(10), 1500–1509.
- Virvou, M., Alepis, E., & Sidiropoulos, S. (2015). A learning analytics tool for supporting teacher decision. In *2015 6th international conference on information, intelligence, systems and applications (iisa)* (p. 1-3).
- Wendler, R. (2012). The maturity of maturity model research: A systematic mapping study. *Information and Software Technology*, 54(12), 1317 - 1339. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950584912001334> (Special Section on Software Reliability and Security) doi: <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2012.07.007>
- Yassine, S., Kadry, S., & Sicilia, M. (2016). A framework for learning analytics in moodle for assessing course outcomes. In *2016 ieee global engineering education conference (educon)* (p. 261-266).
- Young, J., & Mendizabel, E. (2009). *Helping researchers become policy entrepreneurs*. Overseas Development Institute London, UK.

Capítulo

5

Análise de Discussões em Fóruns Educacionais Usando Mineração de Texto e Análise de Grafos

Vitor Rolim, Rafael Ferreira Mello e Rafael Dueire Lins

Abstract

The online learning expansion and the gradual implementation of blended learning in face-to-face courses are responsible for a democratization revolution in education. Those learning modalities require the provision of techniques, tools and theoretical frameworks that make the educational experience of students as similar as possible to presential learning. Thus, this chapter will address the Model of the Community of Inquiry, a framework widely used to analyze interactions in virtual learning environments, and how such a model is related to the educational online discussion analysis. This chapter presents the technique called Epistemic Network analysis (ENA), that may be used to analyze textual data, which is processed using text mining techniques. Such concepts are essential to assist the instructor in the challenge of providing a relevant educational experience to the student and to optimize the construction of knowledge.

Resumo

A expansão do ensino à distância e implementação gradual do ensino híbrido (blended learning) nos cursos presenciais, são responsáveis cada vez mais pela democratização do ensino superior, por ter como princípio fundamental que o ensino possa ocorrer “em qualquer lugar e a qualquer momento”. Nessas modalidades de ensino existe a necessidade da provisão de técnicas, ferramentas e instrumentos teóricos que atuem de forma a possibilitar que o estudante tenha um experiência educacional similar a do ensino presencial. Assim, este capítulo abordará o conceito do modelo de Comunidade de Investigação, largamente utilizado para análise de interações em ambientes virtuais de aprendizagem, e como esse conceito pode estar relacionado à análise de discussões em fóruns educacionais. Será apresentada a técnica chamada ENA (Epistemic Network Analysis), que pode ser utilizada para análise de dados textuais, e o processamento prévio desses dados pode ser realizado pelas técnicas de mineração de texto. Esses conceitos serão apresentados ao longo do capítulo com o intuito de abranger o que envolve o desafio de prover

uma experiência educacional satisfatória ao aluno de forma a otimizar a construção do conhecimento.

5.1. Fóruns Educacionais

Recentemente o mundo tem experienciado uma grande difusão de cursos a distância focados principalmente em educação superior e MOOCs (do inglês *Massive Open Online Course*). Apesar de existir inicialmente uma grande adesão de alunos a esses cursos, também existe grande evasão ao longo do tempo (Rivard, 2013). Um dos problemas que explicam esse comportamento é a falta de relacionamento direto entre os alunos, fato que no ensino presencial é constante (Wise et al., 2014). Diante desse contexto, interações em fóruns educacionais são fundamentais para facilitar a interação social em cursos totalmente online (T. Anderson & Dron, 2010). O fórum de discussão é uma ferramenta de comunicação assíncrona online, tendo como função principal promover a interação entre os participantes acerca de diferentes temas. Essa ferramenta desempenha um papel essencial na experiência educacional dos alunos, incentivando-os a aumentar sua participação no curso, respondendo a perguntas, compartilhando recursos e resolvendo problemas (Hew & Cheung, 2008; Ferreira-Mello et al., 2019). Quando utilizado no meio educacional, fornece aos alunos um canal de comunicação, onde alunos e professores interagem para expressar suas dúvidas, opiniões e respostas aos questionamentos existentes sobre algum assunto. Comumente, o fórum educacional possui professores ou tutores como mediadores das interações para que se possa auxiliar os alunos no processo de aprendizagem (Batista & Gobara, 2007; M. A. D. Ferreira et al., 2018; Rolim et al., 2017). A referência (Freitas & Auxiliadora, 2009) apresenta vários contextos onde o fóruns podem ser utilizados, dentre eles:

- Incentivar a criação de laços entres os alunos a partir da discussão de temas específicos da disciplina;
- Desenvolver a capacidade de debate crítico acerca de algum tema ou assunto;
- Dar uma resposta a dúvidas e comentários;
- Guiar os estudos dos alunos baseados nas suas postagens;
- Avaliar o aluno.

Existem vários trabalhos na literatura que demonstram o ganho pedagógico advindo da utilização dos fóruns educacionais, mesmo que os alunos envolvidos no processo empreguem pouco tempo para essa atividade, por proporcionar desenvolvimento do pensamento crítico, criatividade e argumentação e promoção da (co-)construção de conhecimento em um grupo de alunos (Dawson et al., 2011; Cheng et al., 2011; Barbosa et al., 2020). Apesar de todos os benefícios listados, o aumento da interação entre os usuários do fórum faz crescer a quantidade de dados gerados pelos fóruns, o que dificulta o acompanhamento. Por isso, ao longo dos anos vários trabalhos que utilizam técnicas de mineração de texto para extrair informações específicas das discussões em fóruns educacionais foram propostos.

Alguns exemplos de aplicações de mineração de texto à fóruns educacionais são: identificação de dúvidas (Rolim et al., 2016a,b), verificação de plágio (Cavalcanti & Ferreira, 2018), monitoramento de colaboração (Dionísio et al., 2017; M. Ferreira et al., 2020), pontuação de atividade automaticamente (Wanas et al., 2008; Rolim et al., 2017) e análise de sentimentos (Azevedo et al., 2017; Hew et al., 2020). Contudo, nem sempre esses métodos estão diretamente alinhados a teorias educacionais existentes. Essas teorias indicam que os aspectos sociais e cognitivos das mensagens dos alunos são os mais importantes de serem analisados em uma discussão online.

Quando se analisa mensagem num ambiente de fórum, o mais comum é olhar para o lado social. Esse aspecto é extremamente importante, pois sem a participação dos alunos no fórum não se consegue avaliar nenhum outro aspecto. Dentro desse contexto, os modelos educacionais mais utilizados são:

- O Modelo de Murphy (Murphy, 2004) apresenta indicadores para reconhecimento de colaboração em discussões assíncronas. As principais características que esse modelo tenta identificar na participação dos alunos são: (1) Reconhecimento de presença social, (2) Articulação de perspectivas individuais, (3) Acolhimento ou reflexão das perspectivas dos outros, (4) Co-construção de perspectivas e significados compartilhados, (5) Construção de objetivos e propósitos compartilhados e (6) Produção de artefatos compartilhados. Todas essas características estão interligadas para direcionar a avaliação final do modelo.
- O Modelo de Comunidade de Investigação (Garrison et al., 1999) que utiliza a Presença Social. Este modelo categoriza as interações em discussões online em três categorias (*Afetiva*, *Interativa* e *Coesiva*), que por sua vez possuem vários indicadores. Mais detalhes sobre esse modelo serão apresentados na próxima seção.

Por outro lado, o aspecto cognitivo é extremamente importante no contexto educacional. Por isso, existem várias teorias educacionais que exploram a cognição dos alunos a partir das interações em discussões online. Como o objetivo deste capítulo não é aprofundar essas teorias, vamos listar aqui as mais utilizadas na literatura:

- A Taxonomia de Bloom (L. W. Anderson & Sosniak, 1994) avalia o nível de processamento cognitivo neste contexto. As categorias da Taxonomia de Bloom são: conhecimento, compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação. Os níveis dessa taxonomia foram projetados para serem uma representação contínua e não categórica. Contudo, existem trabalhos que agrupam indicadores para conseguir discretizar esses valores.
- A Taxonomia SOLO (Biggs & Collis, 2014) avalia a complexidade estrutural refletida na escrita e diferencia o conteúdo da discussão entre o processamento profundo e de superficial. As categorias que compõem a taxonomia, que são acompanhadas por definições e indicadores, são: pré-estrutural, não-estrutural, multi-estrutural, relacional e abstrato estendido. Os usuários da taxonomia tomaram os níveis relacionais e abstratos estendidos para refletir em profundidade, em oposição ao processamento superficial.

- O Modelo de Comunidade de Investigação (Garrison et al., 1999) utiliza a Presença Cognitiva para avaliar o nível de cognição do aluno. Essa presença é dividida entre: evento desencadeador, exploração, integração e resolução. Mais detalhes sobre esse modelo serão apresentados na próxima seção.

Este trabalho foca no modelo de Comunidade de Investigação que integra não só os aspectos sociais e cognitivos, mas também uma dimensão relacionada à metodologia utilizada pelo professor durante a discussão. A seguir são apresentados os principais conceitos desse modelo.

5.1.1. Comunidade de Investigação (COI)

Esta seção detalha o modelo de Comunidade de Investigação (*Community of Inquiry*) que dentre os diversos arcabouços teóricos existentes para modelagem educacional é um dos que mais se destaca atualmente (Garrison et al., 1999).

Lipman descreve a comunidade de investigação como algo necessário para uma boa experiência educacional e para que o aluno possa produzir resultados decorrentes de um aprendizado profundo (Lipman, 1991). Ele descreve as características de uma comunidade de investigação: questionar, raciocinar, conectar, deliberar, desafiar, e desenvolver técnicas de solução de problemas. Ramsden argumenta que a oportunidade de negociar significados, diagnosticar equívocos e desafiar crenças aceitas, são elementos essenciais para um aprendizado profundo e uma boa experiência educacional (Ramsden, 1988). Sob essa base teórica, o conceito atual do modelo CoI foi desenvolvido. Esse modelo é composto por três presenças (ou dimensões) e o modelo CoI assume que o aprendizado ocorre através da interação dessas três dimensões. A presença cognitiva (*Cognitive Presence*) (Garrison et al., 1999) é parte central do pensamento crítico e descreve o processo pelo qual o estudante pode produzir resultados de forma que possa atingir as metas estabelecidas. A presença social (*Social Presence*), conforme Rourke et al. (1999), descreve a importância de humanizar as relações entre os participantes do curso, de forma que possam se apresentar como “pessoas reais”. A presença de ensino (*Teaching Presence*), segundo T. Anderson et al. (2001), descreve o papel dos instrutores antes e durante o curso. A composição do modelo CoI pode ser vista na Figura 5.1.

Cada presença descrita no CoI possui indicadores, esses indicadores representam características presentes no discurso do estudante (Ex.: palavras-chave, frases), e para uma melhor aplicação esses indicadores são agrupados em categorias. Os conceitos dessas presenças, juntamente com suas respectivas categorias são explorados nas subseções desta seção.

Esse dispositivo teórico fornece uma modelagem precisa de como a construção do conhecimento é desenvolvida por um determinado grupo de indivíduos, esse tipo de informação, sobretudo, é de grande importância para a educação a distância, principalmente pela limitação do acompanhamento dos alunos que existe nesse modelo educacional. A apresentação desse dispositivo à comunidade acadêmica da área de informática na educação é fundamental, para que mais trabalhos usando esse dispositivo possam ser desenvolvidos.

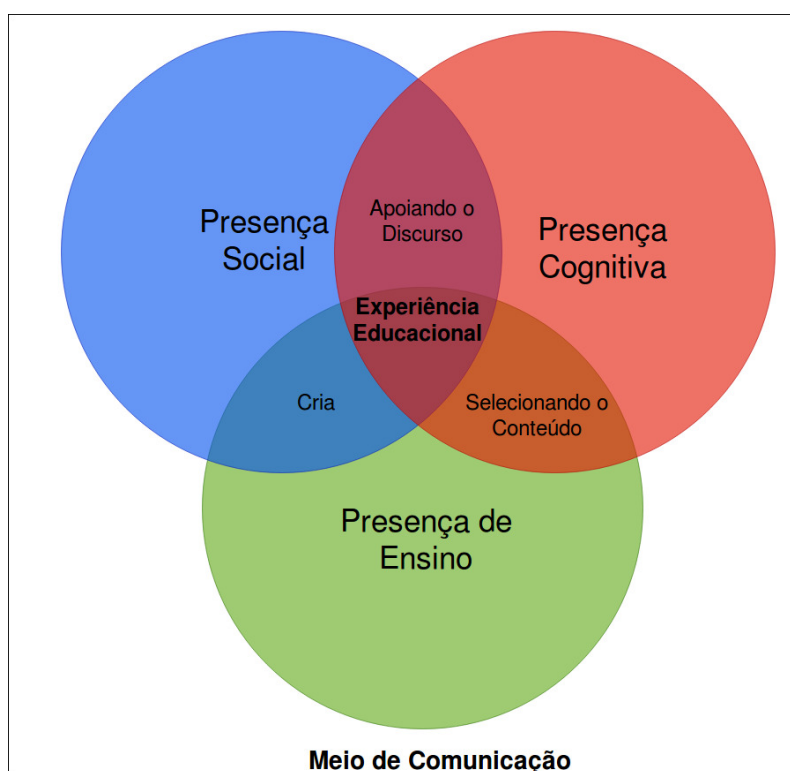


Figura 5.1: Composição do modelo CoI

5.1.2. Presença Cognitiva

A presença cognitiva é definida como a exploração, construção, resolução e confirmação da compreensão através da colaboração e reflexão em uma comunidade de investigação. A presença cognitiva é operacionalizada através da prática de investigação (*Practical Inquiry - PI*) (Garrison et al., 2010), que por sua vez é fundamentada no modelo delineado por Dewey (1897), que afirma que uma boa experiência educacional deve ser baseada em um processo de investigação reflexiva.

O processo do PI se desenvolve a partir de um evento inicial que é seguido pelas etapas de percepção, deliberação, concepção e ação. O sucesso desse modelo não está restrito ao processo de reflexão, envolve também o relacionamento interpessoal e o compartilhamento do conhecimento adquirido. Além disso, deve haver sinergia entre os participantes, e pensamentos e ações propositivas se tornam parte essencial desse processo (Garrison et al., 1999).

O modelo PI é dividido em quatro categorias, que seguem uma sequência lógica, são elas:

- **Evento desencadeador** (*Triggering event*) - esta categoria é autoexplicativa, pois se trata de um evento inicial, que se dá pela identificação de um problema para em seguida ser realizada a investigação;
- **Exploração** (*Exploration*) - nesta categoria os envolvidos são motivados a buscar por informações, explorar o problema de forma que as alternativas possam ser dis-

cutidas de forma reflexiva e se obtenha entendimento do problema inicial;

- **Integração** (*Integration*) - os estudantes constroem um significado do conhecimento obtido na fase de exploração, integrando o conhecimento à concepção de ideias coerente;
- **Resolução** (*Resolution*) - também autoexplicativa, esta categoria aborda a resolução do problema inicial, aplicando as hipótese e ideias desenvolvidas, e o sucesso dessa aplicação irá definir a continuidade desse processo.

5.1.3. Presença Social

Garrison & Arbaugh (2007) definem a presença social como uma capacidade de auto-projetar e estabelecer relacionamentos pessoais e propositivos. Em contraste com a interação face-a-face, em uma discussão *on-line*, é essencial expressar certas habilidades para estabelecer uma comunicação sócio-emocional de forma textual.

Como mencionado anteriormente, a presença social é responsável por humanizar os relacionamentos nas discussões *on-line* trazendo-as para o âmbito pessoal, tornando-se assim parte fundamental do modelo CoI. A presença social está além de apenas criar relacionamentos pessoais, ela deve promover a coesão do grupo através do estabelecimento de uma comunicação aberta e propositiva conforme Rourke et al. (1999).

A presença social possui alguns indicadores que são agrupados em três categorias: **Afetiva**, **Interativa** e **Coesiva**. A categoria **Afetiva** está associada a emoções, sentimentos e expressões de humor. Esta categoria visa examinar a tradução de emoções reais em texto. A categoria **Interativa** está focada na troca de mensagens, se propõe a implementar uma comunicação aberta entre os participantes. Alguns fatores tem um forte valor nessa categoria, como: a interação social, elogios, expressões de apreciação e consciência mútua. A categoria **Coesiva** tenta descobrir o sentido de união e compromisso do grupo e está associada ao aspecto cognitivo da experiência educacional. As mensagens normalmente citam uma terceira pessoa.

As três categorias da presença social podem ser definidas em termos de os participantes se identificarem com a comunidade, comunicar-se propositivamente em um ambiente de confiança e desenvolver relacionamentos interpessoais. De fato, a interação social deve ser encorajada nas discussões *on-line*.

5.1.4. Presença de Ensino

A presença de ensino é um elemento de ligação na criação de uma comunidade de investigação. O desenvolvimento apropriado das presenças sociais e cognitivas e o estabelecimento de um pensamento crítico em uma comunidade de investigação se deve a presença de um professor, e o sucesso e a falha da experiência estão diretamente ligadas a capacidade de gestão, mediação e liderança desse professor (Garrison et al., 1999).

Diferentemente das outras duas presenças, a presença de ensino começa antes do início do curso, o que envolve todos os preparativos para que o curso seja conduzido de forma a garantir uma boa experiência educacional, e continua durante o curso, com o professor assumindo um papel de facilitador e fornecendo direcionamentos aos alunos (T. Anderson et al., 2001).

A presença de ensino é responsável por balancear as questões sociais e cognitivas de modo que atendam os resultados esperados. Os indicadores desta presença são agrupados em três categorias: **Projeto e Organização**, *Facilitando o Discurso*, e **Instrução Direta**.

O **Projeto e Organização** está diretamente relacionado ao desenho e planejamento do curso, em um processo análogo ao do curso presencial, também envolve a administração do grupo e das atividades individuais durante a execução do curso. A segunda categoria (**Facilitando o Discurso**, está concentrada na produtividade e na aquisição válida de conhecimento, está preocupada com a integridade acadêmica da comunidade colaborativa de alunos. Esta categoria se sobrepõe com a presença social, onde o professor assume o papel de criar e manter a presença social. Na terceira categoria o professor avalia o discurso do aluno e a eficácia do processo educacional.

5.2. Modelagem de tópicos

Na era virtual em que vivemos, uma grande quantidade de dados é gerada a cada segundo¹. Esses dados têm um potencial valor associado, a depender da “riqueza” de informações neles escondidas. No entanto, é muito difícil, ou impossível, para o ser humano extrair essas informações para si mesmo sem recursos computacionais, dada a diversidade de fontes, tipos e complexidade dos dados coletados, além do grande volume. Reduzindo a escala do problema ao nível institucional, a demanda por indexação e recuperação de informação, bem como pela interpretabilidade dos dados é crescente devido a grande quantidade de documentos produzidos diariamente.

O entendimento dos dados é um desafio atribuído ao campo da ciência de dados, e ainda tem muitas tarefas em aberto, embora muitas outras tenham sido resolvidas com excelentes resultados. Podemos atribuir uma parte dessas tarefas relacionadas aos dados não estruturados, dados textuais especificamente.

Observando a demanda pela interpretabilidade dos dados, uma subárea da mineração de dados denominada mineração textual cresceu bastante nas últimas duas décadas. Nesse contexto, são utilizadas técnicas adequadas para o tratamento de dados não estruturados (i.e., textos), normalmente baseadas em processamento de linguagem natural (PLN), como por exemplo, a modelagem de tópicos (*Topic modeling*).

A modelagem de tópicos (MT) faz uso de técnicas baseadas em distribuições probabilísticas para descobrir os tópicos abordados em uma grande coleção de documentos (D. M. Blei, 2012). Diferentemente dos mecanismos de buscas baseados em palavras-chave, a MT permite que documentos sejam agrupados de acordo com o tema, e as relações entre diversos temas de um mesmo documento. Portanto, a MT permite organizar e sumarizar documentos em quantidades que seriam humanamente impossível. Para entender de forma prática o funcionamento dessa técnica, observe-se o exemplo abaixo²:

Exemplo 1: *“Após ser ingerida, a vitamina C participa de diversas ações bioquímicas vitais para o organismo. Ela melhora o sistema imunológico, a pele, o humor e evita problemas oftalmológicos e derrames. O nutriente tam-*

¹Fonte: <https://www.domo.com/learn/data-never-sleeps-5>

²Fonte: <https://www.minhavidade.com.br/alimentacao/tudo-sobre/17559-vitamina-c>

bém conta com forte ação antioxidante, combatendo os radicais livres. Este nutriente pode ser obtido especialmente em algumas frutas, como a laranja, goji berry, acerola, kiwi e goiaba, e verduras, como a couve e o brócolis."

O Exemplo 1 apresenta um texto que aborda os benefícios da vitamina C. Ao utilizarmos a MT nesse caso, poderíamos identificar que esse documento pertence tanto ao tópico relacionado a saúde, por possuir palavras como “*bioquímicas*”, “*organismo*”, “*imunológico*”, quanto ao tópico relacionado a alimentação, por possuir palavras como “*nutriente*”, “*frutas*”, “*laranja*”. O modelo indicaria a composição das distribuições probabilísticas de cada tópico contido no documento levando em consideração a distribuição de cada palavra.

A modelagem de tópicos é uma técnica de mineração de texto bastante consolidada e utilizada do não só no meio acadêmico como também para resolver demandas do mercado das mais diversas áreas. Nesse contexto, a importância de abordar esse tema no curso se dá pela atualidade da técnica e pela utilização crescente em trabalhos recentes. Ademais para a área educacional podemos utilizar essa técnica para auxiliar a entender o que é discutido nos fóruns de discussão.

5.2.1. Evolução da Técnica

Atualmente existem vários algoritmos que podem ser usados para aplicações de MT. Dentre eles, o mais conhecido é o LDA (*Latent Dirichlet Allocation*) (D. M. Blei et al., 2003a). Contudo outros algoritmos o precederam servindo como base para o seu desenvolvimento e outros algoritmos surgiram posteriormente a sua criação motivados por suas limitações, como a ausência de correlações entre os tópicos, a informação prévia necessária sobre quantos tópicos existem na coleção de documentos e a falta de rótulos nos tópicos gerados. Por isso, nesta seção serão apresentados os principais algoritmos de MT junto com uma comparação entre eles. Como a MT não é o objeto de análise principal deste capítulo, mas apenas um meio, não entraremos em detalhes dos algoritmos. Os principais algoritmos de TM são:

Latent Semantic Analysis (LSA) Também chamado de *Latent Semantic Indexing* (LSI), Deerwester et al. (1990) identifica os termos para inferir o tópico latente a partir desses termos. Esta técnica foi pioneira e foi inicialmente idealizada para recuperação de informações. Este método faz uso de uma representação de *bag-of-words* para criar uma matriz contendo documentos e termos como linhas e colunas, respectivamente. Na etapa seguinte, a matriz é decomposta usando SVD (Decomposição em Valores Singulares) nas outras 3 matrizes para cada tópico: (T) contendo os termos; (S) com os valores singulares da matriz diagonal; (D) contendo os documentos.

Latent Dirichlet Allocation (LDA) D. M. Blei et al. (2003b) define LDA como um modelo de corpus probabilístico generativo. Esta técnica teve como base duas outras técnicas: LSA (Deerwester et al., 1990) e *Probabilistic Latent Semantic Analysis* (pLSA) (Hofmann, 1999). Diferentemente da LSA, que usa decomposição em valor singular na matriz termo-documento, o LDA assume uma distribuição de Dirichlet sobre os tópicos

latentes. É importante mencionar que um tópico (no contexto de LDA) é uma distribuição de palavras sobre um vocabulário fixo; cada tópico possui o mesmo vocabulário, porém com distribuição diferente para cada palavra. O algoritmo LDA tem duas etapas principais: **i) Etapa de inicialização**: o algoritmo atribui cada palavra a um tópico temporário usando a distribuição Dirichlet; **ii) Etapa iterativa**: o algoritmo atualiza as atribuições de tópicos (para cada palavra em cada documento) com base em quão comum é aquela palavra específica entre tópicos e quão comuns são tópicos no documento atual. Após a conclusão da etapa iterativa, o algoritmo retorna um modelo treinado que pode ser usado para extrair tópicos de um novo documento.

Hierarchical Dirichlet Process (HDP) é um modelo bayesiano não paramétrico para problemas de agrupamento envolvendo vários grupos de dados (Teh et al., 2005). Esta técnica aborda o problema da necessidade de que o número de tópicos (valor K) seja informado *a priori* no momento de geração dos modelos LDA, usando o processo de Dirichlet. Além disso, os grupos de dados podem compartilhar os tópicos, causando um efeito de dependência.

Correlated Topic Models (CTM) O CTM foi proposto para atender a uma limitação do modelo LDA, e fornece uma correlação entre os tópicos. CTM é um modelo hierárquico em que as proporções dos tópicos exibem correlação através da distribuição normal logística (D. Blei & Lafferty, 2006) em vez da distribuição de Dirichlet e incorpora uma estrutura de covariância entre os tópicos, no entanto, ele usa a abordagem metodológica do LDA (Shanmugam, 2019).

Supervised LDA (SLDA) É um modelo estatístico para documentos rotulados, ou seja, atua como uma extensão do LDA com aprendizagem supervisionada. Assim, o número de tópicos (valor K) é conhecido *a priori*. Um rótulo é anexado a cada documento, para melhor prever os novos documentos não rotulados, usando os tópicos latentes gerados pelo modelo (Mcauliffe & Blei, 2008).

Labeled LDA (LLDA) É considera que esta técnica é uma extensão natural de LDA e Multinomial Naive Bayes, eles também definem este modelo probabilístico como um modelo de tópico que restringe LDA ao definir uma correspondência um-para-um entre os tópicos latentes de LDA e os rótulos (Ramage et al., 2009). Além disso, como no SLDA, o valor K é conhecido *a priori*.

Como mencionado anteriormente, o algoritmo mais comumente utilizado é o LDA, principalmente pelo fato de estar disponível em diversas bibliotecas de processamento de linguagem natural e por usar pouco recurso computacional para realizar a geração dos modelos. Mais vantagens e desvantagens dos algoritmos mencionados podem ser observadas na Tabela 5.1.

Os algoritmos apresentados são a evolução natural do LDA (exceto LSA), eliminando algumas de suas limitações amplamente conhecidas. Embora alguns dos algoritmos ofereçam uma solução para as limitações, a escolha de qual algoritmo utilizar deve

Tabela 5.1: Vantagens e desvantagens de cada algoritmo de modelagem de tópico

Algoritmo	Vantagens	Desvantagens
LDA	Gera modelos usando pouco recurso computacional; Disponível em diversas bibliotecas em diversas linguagens de programação.	Precisa informar o número de tópicos antes de gerar o modelo; Não possui relacionamento hierárquico entre os tópicos; Não é possível gerar o modelo com documentos categorizados; Os tópicos gerados não são rotulados.
LSA	Procura gerar modelos comparáveis aos que um ser humano faria.	Consome mais recurso computacional na geração do modelo; Existem poucas bibliotecas com esse algoritmo implementado; Possui as mesmas limitações do LDA.
HDP	Possui relacionamento hierárquico entre os tópicos; Não é necessário informar o número de tópicos.	A quantidade de tópicos gerados pode não ser o ideal para o problema abordado; Os tópicos gerados não são rotulados.
CTM	Possui relacionamento hierárquico entre os tópicos.	Precisa informar o número de tópicos antes de gerar o modelo; Existem poucas bibliotecas com esse algoritmo implementado.
SLDA	Possibilita gerar o modelo com documentos categorizados; A quantidade de tópicos é conhecida na geração do modelo.	Necessidade de documentos rotulados previamente; Existem poucas bibliotecas com esse algoritmo implementado.
LLDA	Gera rótulos para cada tópico gerado; A quantidade de tópicos é conhecida na geração do modelo.	Necessidade de documentos rotulados previamente; Existem poucas bibliotecas com esse algoritmo implementado.

levar em conta o problema que está sendo estudado e como os dados a serem utilizados estão estruturados.

5.2.2. Aplicações de Modelagem de Tópico

A técnica de modelagem de tópicos é comumente utilizada na área de processamento de linguagem natural. É possível encontrar facilmente diversos artigos aplicando esta técnica para os mais diferentes tipos de problemas em diferentes áreas do conhecimento, como área de educação (Rolim, Ferreira, et al., 2019), saúde (Paul & Dredze, 2014), negócios (Maskeri et al., 2008), economia (D’Amato et al., 2017) e muitos outros. Essa técnica fornece percepções compreensíveis, mostrando como os termos e até mesmo os tópicos estão relacionados, em uma coleção de documentos, e isso explica a ampla adoção da técnica.

Na área educacional, a modelagem de tópicos pode ser utilizada para visualizar os tópicos que são abordados no discurso do estudante no ambiente virtual, assim como relacionar essa informação com outras que também podem ser extraídas do texto; um exemplo disso é apresentado no trabalho de Rolim e colegas (Rolim, de Mello, et al., 2019) relacionam o tópico da postagem do aluno com a sua categoria (dúvida, neutra, resposta) para identificar pontos fracos e fortes do aluno na disciplina cursada. Outro exemplo da usabilidade da modelagem de tópicos na área de informática na educação é a possibilidade de através dos tópicos das postagens dos alunos verificar a evolução das fases da presença cognitiva do modelo COI (R. Ferreira et al., 2018).

5.2.3. Modelagem de tópicos na prática

Esta seção apresenta exemplos práticos de como criar um modelo LDA para a realização da modelagem de tópicos numa coleção de documentos utilizando a ferramenta gratuita *Topic Modeling Tool*³ que possui uma interface gráfica para as etapas de treinamento e visualização dos tópicos gerados pelo algoritmo LDA. Essa ferramenta permite, com poucos passos criar uma aplicação de TM. A Figura 5.2 apresenta a tela de configuração do algoritmo de modelagem de tópicos com todos os principais parâmetros necessários.

Os arquivos que serão utilizados para gerar o modelo de tópicos devem ter o diretório indicado no campo “*Input Dir*”, cada documento deve ser um arquivo no formato

³<https://senderle.github.io/topic-modeling-tool/documentation/2017/01/06/quickstart.html>

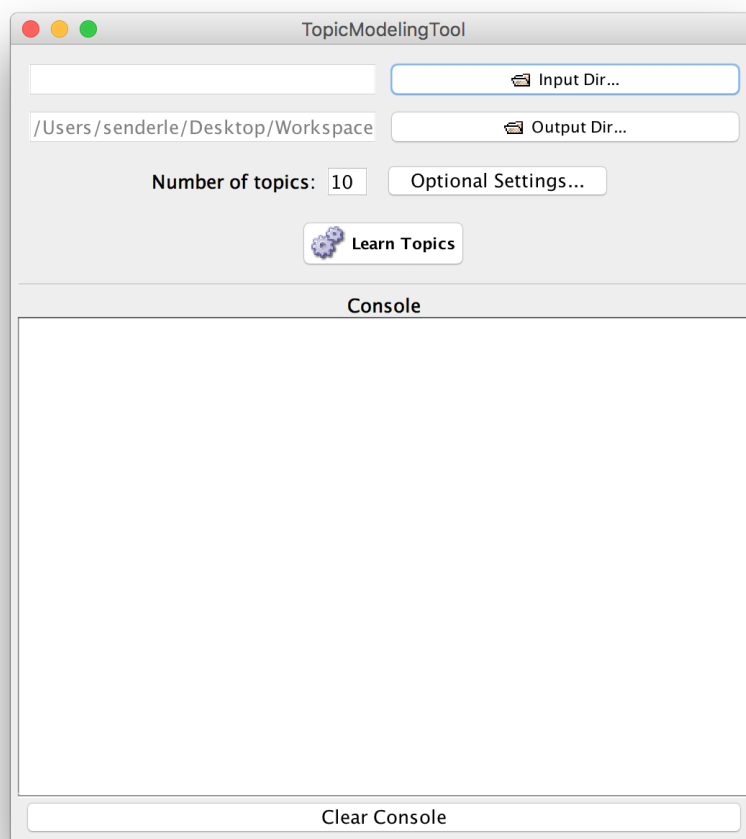


Figura 5.2: Tela inicial do *Topic Modeling Tool*

“TXT” e o conteúdo deve ser o corpo do texto. No campo de “*Output Dir*” deve ser informado o diretório que os resultados serão salvos. Nas configurações do “*Optional Settings*” os valores padrão já definidos não devem ser alterados. Em seguida na tela inicial (Figura 5.2) o número de tópicos deve ser inserido no campo de “*Number of topics*” e logo após o modelo pode ser gerado clicando em “*Learn Topics*”. Os resultados são gerados tanto em arquivos do tipo “CSV” quanto em páginas “HTML” para uma melhor visualização.

5.3. Análise de redes epistêmicas

A análise de redes epistêmicas (ENA, do inglês *Epistemic Network Analysis*) é uma técnica comumente utilizada em combinação com TM para análise de interações em fóruns educacionais. Para entender o funcionamento do ENA, é necessário entender o processo de concepção desta técnica, que se inicia no desenvolvimento do conceito de *epistemic frames* (quadros epistêmicos) como um mecanismo pelo qual os alunos podem usar experiências em jogos eletrônicos e outros ambientes de aprendizagem interativos para ajudá-los a lidar de maneira eficaz com situações fora do contexto original de aprendizagem

(D. W. Shaffer, 2006). De acordo com a hipótese do quadro epistêmico (D. W. Shaffer et al., 2009):

- a. um quadro epistêmico conecta as habilidades, conhecimentos, valores, identidade e epistemologia, que um indivíduo assume esse quadro por fazer parte de uma comunidade;
- b. esse quadro é internalizado através dos processos de treinamento e indução pelos quais levam o indivíduo a se tornar membro dessa comunidade;
- c. uma vez internalizado, o quadro epistêmico de uma comunidade é usado quando um indivíduo encara uma situação sob o ponto de vista de um membro da comunidade.

Tendo compreendido esse conceito fundamental, pode-se afirmar que o ENA é uma forma de análise de rede para avaliar os quadros epistêmicos (D. W. Shaffer et al., 2009). Esta técnica realiza uma análise baseada em grafos para examinar relacionamentos entre um conjunto de conceitos. Segundo D. W. Shaffer et al. (2016), o ENA possui um conjunto de passos que identifica e mede conexões entre elementos cognitivos em dados codificados e os representa em modelos de redes dinâmicas. As conexões são essenciais ao analisar as redes epistêmicas, porque fornecem enfoques úteis e mostram os aspectos salientes do objeto de estudo. Ao contrário de outras ferramentas de análise de rede, o ENA foi projetado principalmente para problemas com um conjunto relativamente pequeno de conceitos caracterizados por interações altamente dinâmicas e densas.

Dentro do ENA, as ligações entre os diferentes conceitos (*códigos*) são derivadas para cada *unidade de análise* (por exemplo, aluno) com base no conceito de co-ocorrências em subconjuntos de dados chamados *conversação* (por exemplo, frase, parágrafo, documento). A partir de co-ocorrências de código, o ENA cria primeiro uma representação de alta dimensão, denominada espaço analítico, de todas as unidades de análise. As unidades de análise são então projetadas em um espaço de representação inferior, chamado espaço de projeção, que é derivado do espaço analítico por meio do SVD.

Em geral, as aplicações de ENA são anotadas de acordo com a presença ou ausência de um determinado código específico. Contudo, o ENA também pode ser usado para códigos que representam a força ou a probabilidade de um dado código. Por exemplo quanto utilizado com a saída da etapa de mineração de tópicos. Nesse caso, o espaço analítico não é construído a partir da co-ocorrência do código, mas do produto ponderado dos valores dos códigos; a ponderação pode ser feita como: 1) produto direto, 2) raiz quadrada do produto direto, ou 3) logaritmo natural do produto direto. No final, a saída do ENA é uma série de modelos gráficos que capturam as relações entre diferentes categorias de codificação (D. W. Shaffer et al., 2016).

Para entender de forma prática e visual como o ENA opera, a Figura 5.3 apresenta o gráfico de projeção gerado. Note-se que as porcentagens no topo do eixo Y e ao final do eixo X representam a variância nos dados. Os pontos plotados no gráfico representam as *unidades de análise*, e os quadrados representam os centroides com seus respectivos intervalos de confiança ao redor, e apenas observando os centroides já é possível inferir onde

os pontos serão posicionados, nesse caso em lados opostos ao longo do eixo X. Através desse gráfico podemos determinar se a diferença dos grupos é estatisticamente significativa (D. Shaffer, 2017), aplicando por exemplo o *t-test* ou o teste de *Mann-Whitney*.

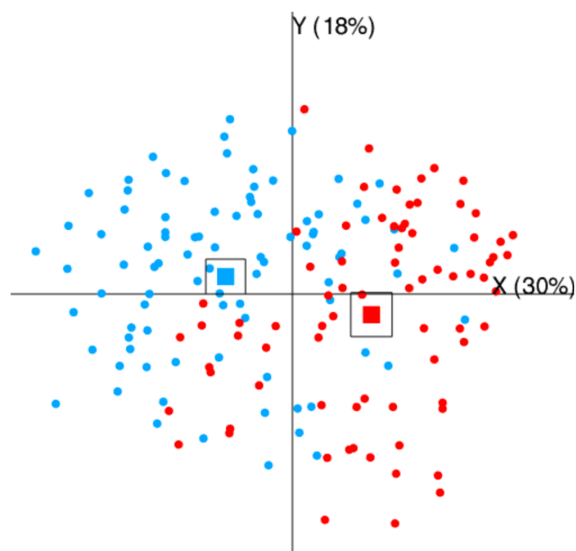


Figura 5.3: Exemplo do gráfico de projeção do ENA

Continuando a análise visual, as Figuras 5.4a e 5.4b apresentam análises dos relacionamentos de diferentes grupos. Neste caso ela apresenta os relacionamentos das médias de cada grupo apresentado na figura 5.3. Cada nó (ou vértice) representa um conceito (*código*) analisado, enquanto que as arestas representam a *conversa*. A partir desse grafo é possível analisar relacionamentos existentes entre os códigos selecionados e a intensidade desses relacionamentos (nesse caso, os relacionamentos são entre as presenças cognitivas e os tópicos de curso, de dois grupos diferentes), quanto mais escura é a cor da aresta, mais forte é a conexão. As figuras 5.4a e 5.4b deixam claro a interação entre esses dois conceitos. Por causa das posições fixas dos nós, o ENA constrói também uma rede de subtração, que habilita a identificar diferenças salientes na comparação de duas redes (veja-se a Figura 5.5). Para fazer isso, o ENA subtrai o peso de cada conexão de uma rede pelo peso da conexão diretamente correspondente na outra rede, após esse processo é possível observar as diferenças.

Adicionalmente aos pontos abordados acima, deve-se destacar na visualização das redes epistêmicas:

- o tamanho dos nós (códigos) representa a importância desse nó para a rede;
- a força da conexão entre dois códigos representa quão frequente é a co-ocorrência desses códigos;
- as posições dos nós dentro da rede indicam o quão semelhantes eles são uns aos outros, em outras palavras, a similaridade é proporcional a distância entre os nós.

Outra análise bastante utilizada quando se aplica ENA é o grafo de subtração. A Figura 5.5 mostra a rede de subtração entre os grupos 1 e 2 apresentados acima. Nessa

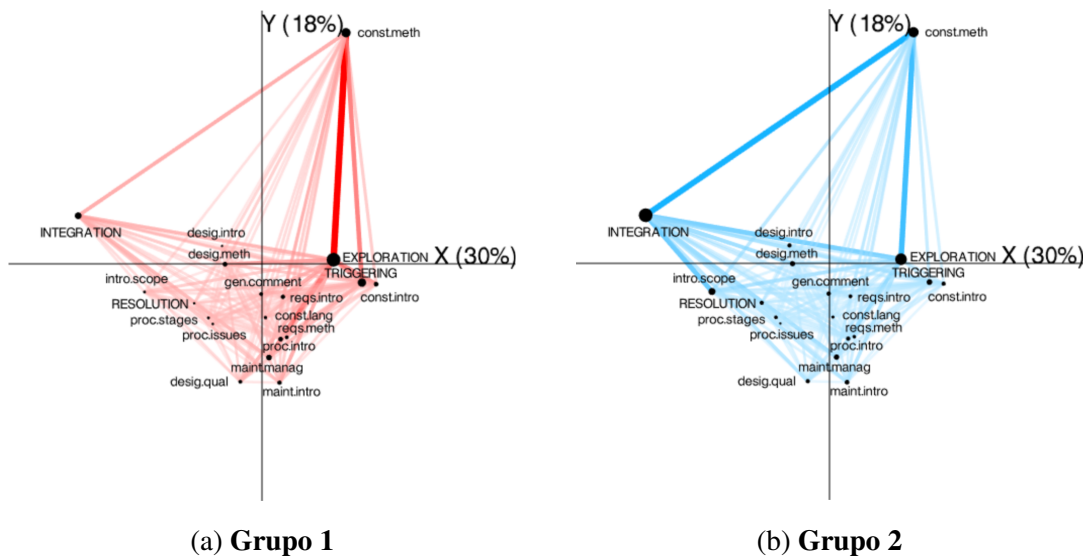


Figura 5.4: Exemplos das redes epistêmicas

rede, os vértices permanecem no mesmo ponto das redes originais, mas as arestas agora tem cores diferentes. Nesse caso, o grupo que tiver um relacionamento mais intenso entre dois conceitos vai ter sua cor ressaltada. Quanto mais o relacionamento tende a ser igual para os dois grupos a cor da aresta tende a ser mais transparente. Enquanto no caso contrário, o grupo dominante tem uma cor mais intensa.

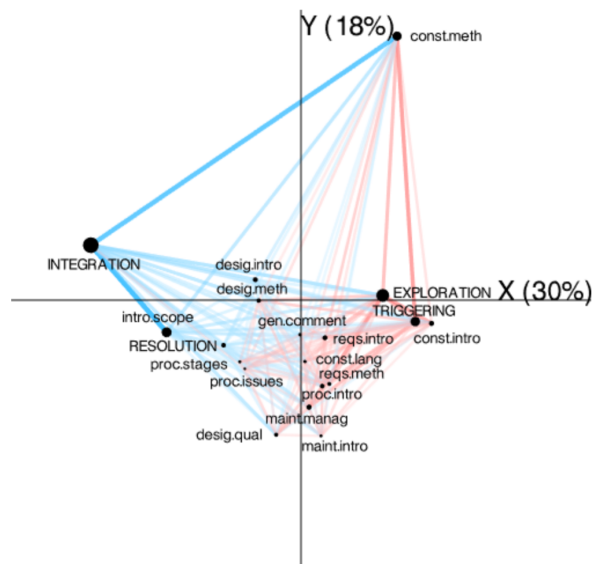


Figura 5.5: Exemplo da rede de subtração do ENA

Além dos gráficos mencionados, o ENA permite a representação das mudanças das redes ao longo do tempo. Esse gráfico é chamado de análise de trajetórias. No exemplo a seguir apresentaremos um gráfico de trajetória.

O ENA é uma técnica recente que fornece diversas informações sobre os relacio-

namentos de um determinado grupo, e essas informações tornam possível uma avaliação qualitativa desses relacionamentos. Apesar de ganhar cada vez mais espaço no ambiente acadêmico internacional, essa técnica ainda é pouco conhecida no cenário nacional, por isso a importância da apresentação da mesma. Para essa parte utilizaremos a aplicação em <https://app.epistemicnetwork.org>, que é disponível gratuitamente.

5.3.1. Aplicação de redes epistêmicas para análise de COI

O ENA é tipicamente utilizado na área educacional, o que inclui examinar as relações entre diferentes elementos em um conjunto de dados codificados, como transcrições do discurso do estudante codificados. Para exemplificar, utilizando técnicas de modelagem de tópico para inferir os tópicos presentes numa postagem de um estudante, esse texto pode ser representado pelos valores inferidos.

Compreender o desenvolvimento dos estudantes nas dimensões do COI não é uma tarefa simples, por isso um número crescente de estudos tem abordado esse tema levando em conta adicionalmente o relacionamento epistêmico dessas dimensões (Rolim, De Mello, et al., 2019; Rolim, Ferreira, et al., 2019; Mello & Gašević, 2019; R. Ferreira et al., 2018). Nesse contexto, a ENA pode fornecer novas percepções qualitativas e quantitativas sobre o desenvolvimento das habilidades de pensamento social e crítico dos alunos em comunidades de investigação (Rolim, Ferreira, et al., 2019). Mais especificamente, a ENA pode ser utilizada para cumprir três objetivos:

1. descobrir ligações entre as presenças sociais e cognitivas das comunidades de investigação;
2. avaliar a eficácia de intervenções instrucionais na experiência do aluno, medida por conexões entre presenças cognitivas e sociais; e
3. explorar como a relação entre as presenças sociais e cognitivas muda ao longo do tempo durante um curso.

5.3.2. Exemplo da aplicação de ENA

O principal objetivo do exemplo apresentado a seguir é analisar os relacionamentos entre as fases da presença cognitiva e os indicadores da presença social (Rolim, Ferreira, et al., 2019). Os dados utilizados no presente estudo consistiram em seis ofertas (inverno 2008, outono 2008, verão 2009, outono 2009, inverno 2010, inverno 2011) de um curso pós-graduação nível de mestrado em engenharia de software oferecido inteiramente online, por meio do Moodle, em uma universidade pública canadense entre 2008 e 2011. Nessas seis ofertas, um total de 81 alunos postaram 1.747 mensagens. O curso abrangeu seis módulos que abrangeram 14 tópicos diferentes relacionados à engenharia de software. Os alunos foram avaliados pelos instrutores do curso em quatro tarefas (TMA1–4):

- **TMA1:** 15 % - apresentação de artigo publicado com revisão por pares sobre um dos tópicos do curso, através de publicações em um fórum educacional;
- **TMA2:** 25 % - redação de um artigo de revisão de literatura sobre um tópico selecionado em engenharia de software;

- **TMA3:** 15 % - respondendo a seis questões (uma para cada módulo) para demonstrar o pensamento crítico e habilidades de síntese;
- **TMA4:** 30 % - projeto final.

Como parte da avaliação TMA1, os alunos foram solicitados a selecionar um artigo de pesquisa sobre um tópico em engenharia de software, gravar uma apresentação de vídeo e postar um URL para uma nova discussão online do curso, na qual os outros alunos se envolveriam no debate em torno sua apresentação. Nesse caso, os alunos que postaram o vídeo foram considerados os *experts* das discussões, enquanto o resto da classe foram os *practicing*. A participação em tal discussão online respondeu pelos 15% restantes da nota (Gašević et al., 2015).

Durante as duas primeiras ofertas do curso, a participação dos alunos foi impulsionada principalmente por fatores motivacionais extrínsecos (ou seja, nota do curso). Neste estudo, os alunos das duas primeiras ofertas são referidos como grupo de controle (*control group*), que consistia em 37 alunos que produziram 845 mensagens. Após as duas primeiras ofertas de cursos, foi realizado uma intervenção pedagógica para incentivar a participação na discussão por meio de atribuições de funções e instruções claras. No total, 44 alunos, referidos como grupo de tratamento (*treatment group*), foram expostos a essa intervenção e produziram um total de 902 mensagens. Mais detalhes sobre a intervenção são apresentados em (Gašević et al., 2015).

Neste contexto, foi aplicada a análise de redes epistêmicas para identificar qual o relacionamento entre as presenças social e cognitiva, como os alunos de diferentes grupos interagiram no fórum e como essas interações mudaram ao longo do tempo. A Figura 5.6 apresenta a rede ENA contendo o relacionamento entre as duas presenças, gerada a partir da interação de todos os estudantes. Observamos que os indicadores da categoria **Interativa** foram localizados mais à direita do gráfico, especialmente o indicador “*Asking_Question*”. Os indicadores da categoria *Coesiva* ficaram no meio e os da categoria **Afetiva** no lado esquerdo. Isso pode ser explicado pelo fato de que a categoria **Interativa** de presença social está geralmente associada à fase de **Evento Desencadeador** da presença cognitiva, enquanto a categoria **Afetiva** de presença social está relacionada a níveis mais elevados de fase cognitiva (Morueta et al., 2016).

Na Figura 5.7 é apresentado o gráfico de projeção das unidades analisadas pelo ENA, nesse caso os estudantes estão divididos em 4 categorias de acordo com o seu papel no fórum e com o tipo do fórum. Nesse gráfico é possível observar através dos agrupamentos apresentados como a categoria do estudante tem uma relação direta com o seu comportamento. Também para analisar esses grupos, a Figura 5.8 mostra o gráfico de subtração (ou seja, a diferença entre as duas redes) entre duas das categoria apresentadas na Figura 5.7: os especialistas (*experts*) e os pesquisadores praticantes (*practicing*). A figura revela que o grupo de especialistas tiveram mais conexões com os códigos dentro dos indicadores **Afetivos** e **Coesivos** da presença social do que os grupos de pesquisadores praticantes. O grupo de pesquisadores praticantes teve um maior número de conexões com os indicadores **Interativos** da presença social, especialmente para fazer perguntas (*Asking_Question*). Os especialistas tiveram mais conexões com as fases de **Integração** e **Resolução** da presença cognitiva. Os pesquisadores praticantes tendem a postar mais

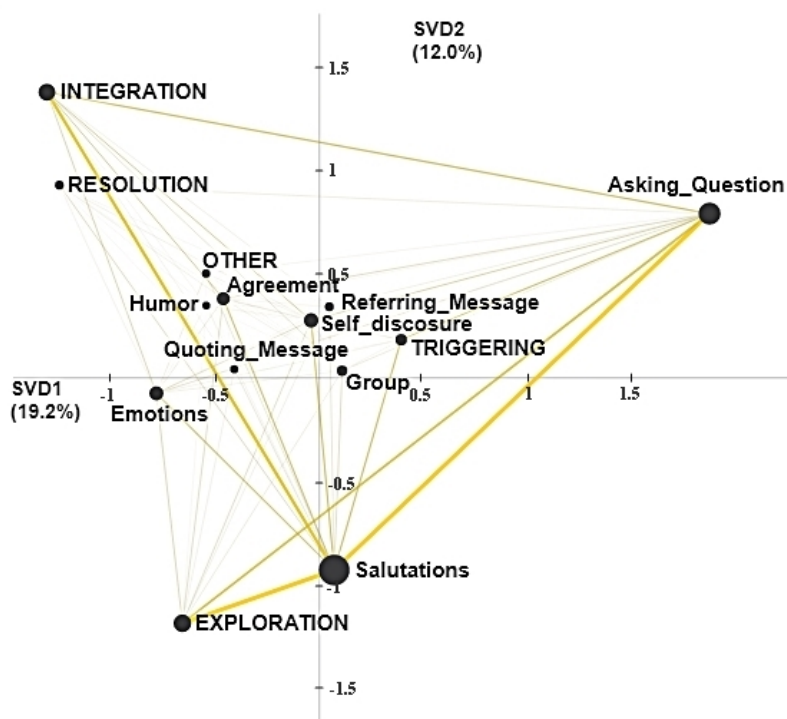


Figura 5.6: Rede ENA dos relacionamentos entre as presenças social e cognitiva

mensagens com conexões com as categorias de **Exploração** e **Evento Desencadeador** da presença cognitiva.

Observamos na Figura 5.9 que os gráficos de rede e de trajetória dos relacionamentos desenvolvidos entre as duas dimensões do modelo COI no decorrer de quatro semanas (duração do curso). Ambos os gráficos apresentados são plotados no mesmo espaço dimensional, o que possibilita realizar análises levando conta as correlações existentes.

A visualização da trajetória (Figura 5.9b) mostra a localização da atividade principal realizada por cada grupo de alunos em cada semana da discussão conectada por uma linha que representa como os grupos evoluíram de uma semana para a seguinte. Essa análise revelou que os alunos da maioria dos grupos representados demonstraram um progresso constante fazendo menos ligações com as fases dos níveis mais baixos da presença cognitiva e aumentando as ligações com os níveis mais altos da presença cognitiva com o passar das semanas do curso.

Este exemplo demonstra como o ENA pode auxiliar no entendimento do relacionamento entre grupos e até mesmo na evolução de aspectos específicos, como a presença social e cognitiva. Examinando essas duas presenças no nível do aluno em vez de no nível da mensagem, um entendimento muito mais rico do desenvolvimento dos alunos foi adquirido, indo além da simples contagem de mensagens e correlações estatísticas. Além disso, a análise do desenvolvimento das presenças cognitivas e sociais do aluno ao longo

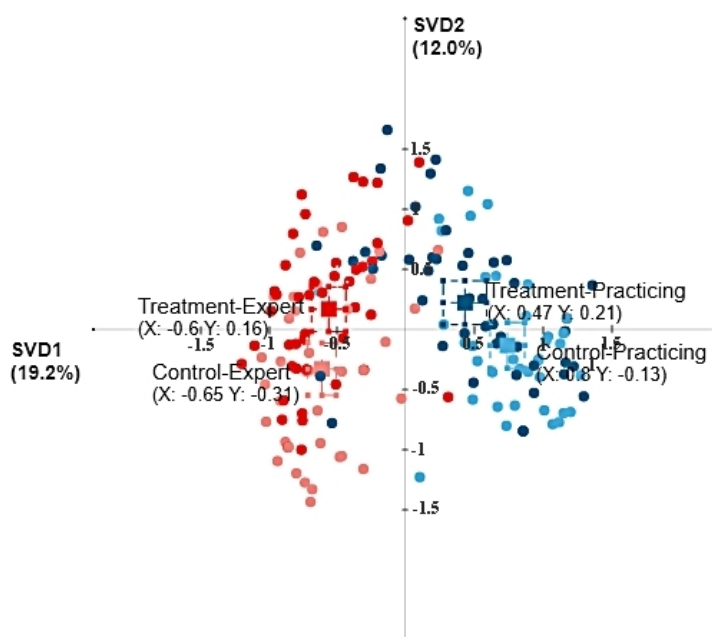


Figura 5.7: Gráfico de projeção

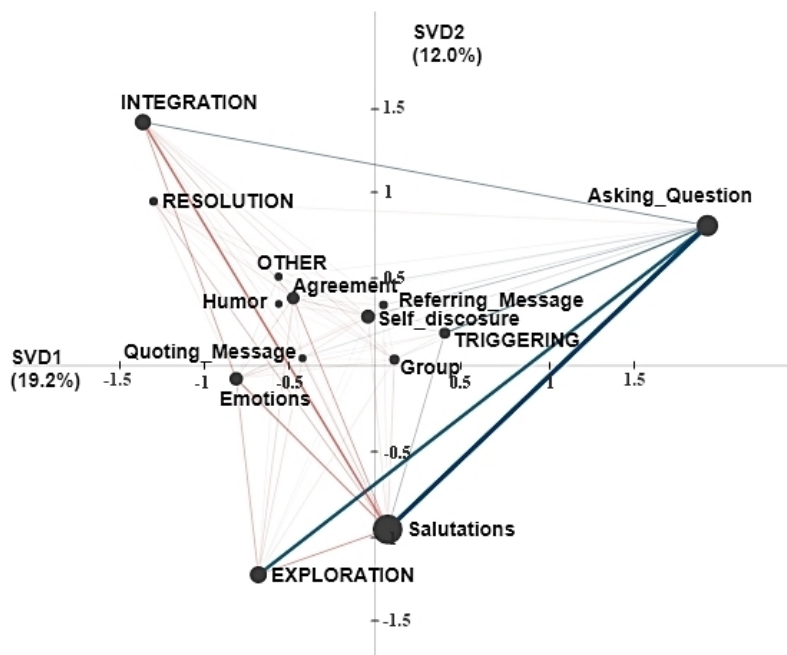


Figura 5.8: Rede de subtração

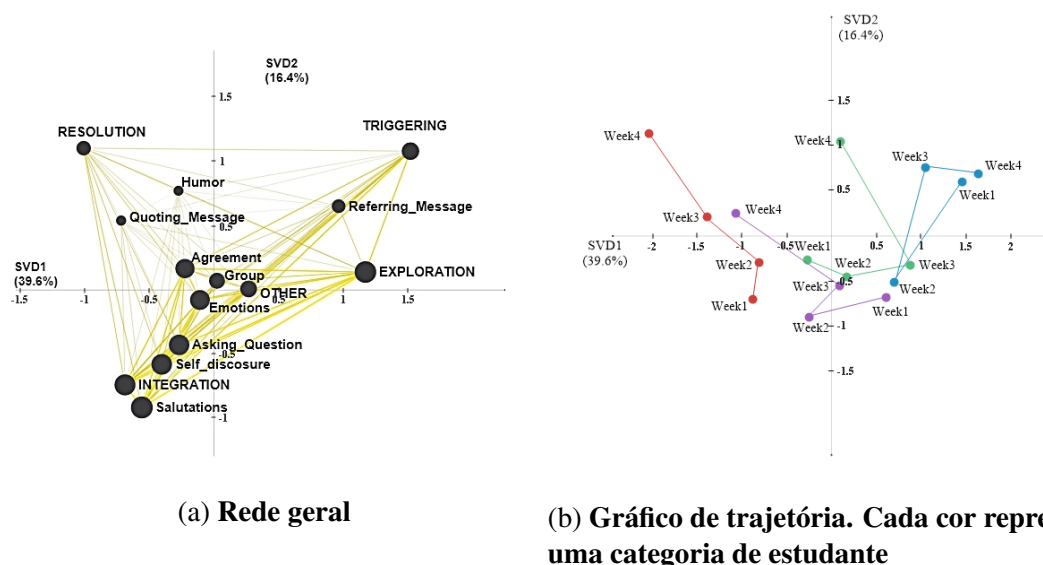


Figura 5.9: Análise ao longo de 4 semanas da evolução dos alunos

do tempo forneceu *insights* sobre como seu comportamento mudou em cada semana do curso.

A abordagem apresentada nesse exemplo com ENA, pode ser usada, por exemplo, como base para o desenvolvimento de uma plataforma que pode ajudar instrutores e alunos a alcançar uma experiência educacional aprimorada em discussões online assíncronas seguindo o modelo COI.

5.4. Considerações Finais

A educação contemporânea atravessa uma nova era nas modalidades de ensino superior a distância, e vem experimentando como a tecnologia pode beneficiar e otimizar as modalidades de ensino. Contudo, devido ao crescimento dessas modalidades de ensino, surgem diversos desafios a serem abordados pela comunidade científica, dada a importância de garantir uma boa experiência educacional aos estudantes que fazem uso dessas modalidades. O modelo CoI tem sido bastante utilizado no desafio da modelagem educacional, permitindo uma análise da aquisição do conhecimento e do desenvolvimento cognitivo do estudante. Por isso este trabalho se concentrou em analisar as presenças social e cognitiva, sendo pioneiro a realizar essa análise no contexto de fóruns utilizando ENA.

A utilização de técnicas como modelagem de tópicos e análise de redes epistêmicas quando juntas, possibilitam tanto uma análise quantitativa quanto qualitativa dos resultados, por disponibilizar dispositivos para o entendimento do discurso do estudante relacionado ao seu conteúdo e como isso está relacionado com o seu desenvolvimento cognitivo na disciplina e social com os seus pares.

Este capítulo apresentou os principais conceitos para criação de aplicação para entender os relacionamentos entre os estudantes desenvolvidos num fórum de discussão. Ressalta-se também a contribuição do ENA na avaliação qualitativa desses relacionamen-

tos. Esta técnica ainda é pouco utilizada no cenário nacional brasileiro.

Referências

- Anderson, L. W., & Sosniak, L. A. (1994). *Bloom's taxonomy*. Univ. Chicago Press Chicago, IL.
- Anderson, T., & Dron, J. (2010). Three generations of distance education pedagogy. *The International Review of Research in Open and Distance Learning*, 12(3), 80–97. Retrieved from <http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/890/>
- Anderson, T., Rourke, L., Garrison, D. R., & Archer, W. (2001). Assessing Teaching Presence in a Computer Conferencing Context. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 5, 1–17.
- Azevedo, D., Ferreira, R., Mendonca, V., & Miranda, P. (2017). Aplicação de análise de sentimento em fóruns educacionais para prevenir evasão. In *Brazilian symposium on computers in education (simpósio brasileiro de informática na educação-sbie)* (Vol. 28, p. 1097).
- Barbosa, G., Camelo, R., Cavalcanti, A. P., Miranda, P., Mello, R. F., Kovanović, V., & Gašević, D. (2020). Towards automatic cross-language classification of cognitive presence in online discussions. In *Proceedings of the tenth international conference on learning analytics & knowledge* (pp. 605–614).
- Batista, E. M., & Gobara, S. T. (2007). O fórum on-line e a interação em um curso a distância. *RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação*, 5(1).
- Biggs, J. B., & Collis, K. F. (2014). *Evaluating the quality of learning: The solo taxonomy (structure of the observed learning outcome)*. Academic Press.
- Blei, D., & Lafferty, J. (2006). Correlated topic models. *Advances in neural information processing systems*, 18, 147.
- Blei, D. M. (2012). Probabilistic topic models. *Communications of the ACM*, 55(4), 77–84.
- Blei, D. M., Ng, A. Y., & Jordan, M. I. (2003a). Latent Dirichlet Allocation. *Journal of Machine Learning Research*, 3, 993–1022. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=944919.944937>
- Blei, D. M., Ng, A. Y., & Jordan, M. I. (2003b). Latent dirichlet allocation. *Journal of machine Learning research*, 3(Jan), 993–1022.
- Cavalcanti, A., & Ferreira, R. (2018). Uma medida de similaridade textual para identificação de plágio em fóruns educacionais. In *Anais dos workshops do congresso brasileiro de informática na educação* (Vol. 7, p. 63).

- Cheng, C. K., Paré, D. E., Collimore, L.-M., & Joordens, S. (2011). Assessing the effectiveness of a voluntary online discussion forum on improving students' course performance. *Computers & Education*, 56(1), 253–261.
- D'Amato, D., Droste, N., Allen, B., Kettunen, M., Lähtinen, K., Korhonen, J., ... Toppi-
nen, A. (2017). Green, circular, bio economy: A comparative analysis of sustainability
avenues. *Journal of Cleaner Production*, 168, 716–734.
- Dawson, S., Tan, J. P.-L., & McWilliam, E. (2011). Measuring creative potential: Using
social network analysis to monitor a learners' creative capacity. *Australasian Journal
of Educational Technology*, 27(6), 924-942.
- Deerwester, S., Dumais, S. T., Furnas, G. W., Landauer, T. K., & Harshman, R. (1990).
Indexing by latent semantic analysis. *Journal of the American society for information
science*, 41(6), 391–407.
- Dewey, J. (1897). My Pedagogical Creed. *School Journal*, 54(3), 77–80.
- Dionísio, M., Ferreira, R., Cavalcanti, A., Carvalho, R., & Neto, S. (2017). Minera-
ção de texto aplicada à identificação de colaboração em fóruns educacionais. In *Bra-
zilian symposium on computers in education (simpósio brasileiro de informática na
educação-sbie)* (Vol. 28, p. 1437).
- Ferreira, M., Rolim, V., Mello, R. F., Lins, R. D., Chen, G., & Gašević, D. (2020).
Towards automatic content analysis of social presence in transcripts of online discus-
sions. In *Proceedings of the tenth international conference on learning analytics &
knowledge* (pp. 141–150).
- Ferreira, M. A. D., Mello, R. F. L., Garrozi, C., Rolim, V. B., & Cavalcanti, A. P. (2018).
Um sistema baseado em pln e ag para apoiar a mediação pedagógica em fóruns de
discussão. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 26(03), 61.
- Ferreira, R., Kovanović, V., Gašević, D., & Rolim, V. (2018). Towards combined network
and text analytics of student discourse in online discussions. In *International confe-
rence on artificial intelligence in education* (pp. 111–126).
- Ferreira-Mello, R., André, M., Pinheiro, A., Costa, E., & Romero, C. (2019). Text mining
in education. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*,
9(6), e1332.
- Freitas, M., & Auxiliadora, S. (2009). *Avaliação da aprendizagem em ambientes de
formação online: aportes para uma abordagem hermenêutica* (Unpublished doctoral
dissertation). PhD thesis, UFBA: Faculdade de Educação.[GS Search].
- Garrison, D. R., Anderson, T., & Archer, W. (1999). Critical inquiry in a text-based
environment: Computer conferencing in higher education. *The internet and higher
education*, 2(2-3), 87–105.
- Garrison, D. R., Anderson, T., & Archer, W. (2010). The first decade of the community
of inquiry framework: A retrospective. *The Internet and Higher Education*, 13(1–2),
5–9. doi: 10.1016/j.iheduc.2009.10.003

- Garrison, D. R., & Arbaugh, J. B. (2007). Researching the community of inquiry framework: Review, issues, and future directions. *The Internet and Higher Education*, 10(3), 157–172.
- Gašević, D., Adesope, O., Joksimovic, S., & Kovanovic, V. (2015). Externally-facilitated regulation scaffolding and role assignment to develop cognitive presence in asynchronous online discussions. *The Internet and Higher Education*, 24, 53–65. doi: 10.1016/j.iheduc.2014.09.006
- Hew, K. F., & Cheung, W. S. (2008). Attracting student participation in asynchronous online discussions: A case study of peer facilitation. *Computers & Education*, 51(3), 1111–1124.
- Hew, K. F., Hu, X., Qiao, C., & Tang, Y. (2020). What predicts student satisfaction with moocs: A gradient boosting trees supervised machine learning and sentiment analysis approach. *Computers & Education*, 145, 103724.
- Hofmann, T. (1999). Probabilistic latent semantic analysis. In *Proceedings of the fifteenth conference on uncertainty in artificial intelligence* (pp. 289–296).
- Lipman, M. (1991). *Thinking in education*. Cambridge University Press.
- Maskeri, G., Sarkar, S., & Heafield, K. (2008). Mining business topics in source code using latent dirichlet allocation. In *Proceedings of the 1st india software engineering conference* (pp. 113–120).
- Mcauliffe, J. D., & Blei, D. M. (2008). Supervised topic models. In *Advances in neural information processing systems* (pp. 121–128).
- Mello, R. F., & Gašević, D. (2019). What is the effect of a dominant code in an epistemic network analysis? In *International conference on quantitative ethnography* (pp. 66–76).
- Morueta, R. T., López, P. M., Gómez, Á. H., & Harris, V. W. (2016). Exploring social and cognitive presences in communities of inquiry to perform higher cognitive tasks. *The Internet and Higher Education*, 31, 122–131.
- Murphy, E. (2004). Recognising and promoting collaboration in an online asynchronous discussion. *British Journal of Educational Technology*, 35(4), 421–431.
- Paul, M. J., & Dredze, M. (2014). Discovering health topics in social media using topic models. *PloS one*, 9(8).
- Ramage, D., Hall, D., Nallapati, R., & Manning, C. D. (2009). Labeled lda: A supervised topic model for credit attribution in multi-labeled corpora. In *Proceedings of the 2009 conference on empirical methods in natural language processing: Volume 1-volume 1* (pp. 248–256).
- Ramsden, P. (1988). *Improving learning: New perspectives*. Nichols Pub Co.
- Rivard, R. (2013). Measuring the mooc dropout rate. *Inside Higher Ed*, 8, 2013.

- Rolim, V., de Mello, R. F. L., Ferreira, M., Cavalcanti, A. P., & Lima, R. (2019). Identifying students' weaknesses and strengths based on online discussion using topic modeling. In *2019 IEEE 19th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)* (Vol. 2161, pp. 63–65).
- Rolim, V., De Mello, R. F. L., Kovanovic, V., & Gašević, D. (2019). Analysing social presence in online discussions through network and text analytics. In *2019 IEEE 19th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)* (Vol. 2161, pp. 163–167).
- Rolim, V., Ferreira, R., & Costa, E. (2016a). Identificação automática de dúvidas em fóruns educacionais. In *Brazilian symposium on computers in education (simpósio brasileiro de informática na educação-sbie)* (Vol. 27, p. 936).
- Rolim, V., Ferreira, R., & Costa, E. (2016b). Método supervisionado para identificação de dúvidas em fóruns educacionais. In *Anais dos workshops do congresso brasileiro de informática na educação* (Vol. 5, p. 102).
- Rolim, V., Ferreira, R., & Costa, E. (2017). Utilização de técnicas de aprendizado de máquina para acompanhamento de fóruns educacionais. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 25(03), 112.
- Rolim, V., Ferreira, R., Lins, R. D., & Găsević, D. (2019). A network-based analytic approach to uncovering the relationship between social and cognitive presences in communities of inquiry. *The Internet and Higher Education*, 42, 53–65.
- Rourke, L., Anderson, T., Garrison, D. R., & Archer, W. (1999). Assessing Social Presence In Asynchronous Text-based Computer Conferencing. *The Journal of Distance Education*, 14(2), 50–71. Retrieved from <http://www.ijede.ca/index.php/jde/article/view/153>
- Shaffer, D. (2017). *Quantitative ethnography*. Madison, WI: Cathcart Press.
- Shaffer, D. W. (2006). Epistemic frames for epistemic games. *Computers & Education*, 46(3), 223–234. doi: 10.1016/j.compedu.2005.11.003
- Shaffer, D. W., Collier, W., & Ruis, A. R. (2016). A Tutorial on Epistemic Network Analysis: Analyzing the Structure of Connections in Cognitive, Social, and Interaction Data. *Journal of Learning Analytics*, 3(3), 9–45. doi: 10.18608/jla.2016.33.3
- Shaffer, D. W., Hatfield, D., Svarovsky, G. N., Nash, P., Nulty, A., Bagley, E., . . . Mislevy, R. (2009). Epistemic network analysis: A prototype for 21st-century assessment of learning. *International Journal of Learning and Media*.
- Shanmugam, R. (2019). *Practical text analytics: maximizing the value of text data: by murugan anandarajan, chelsey hill and thomas nolan, switzerland, ag, springer press, springer nature, 2019, 285+ xxviii pp., isbn: 978-3-319-956663-3*. Taylor & Francis.
- Teh, Y. W., Jordan, M. I., Beal, M. J., & Blei, D. M. (2005). Sharing clusters among related groups: Hierarchical dirichlet processes. In *Advances in neural information processing systems* (pp. 1385–1392).

Wanas, N., El-Saban, M., Ashour, H., & Ammar, W. (2008). Automatic scoring of online discussion posts. In *Proceedings of the 2nd acm workshop on information credibility on the web* (pp. 19–26).

Wise, A., Zhao, Y., & Hausknecht, S. (2014). Learning analytics for online discussions: Embedded and extracted approaches. *Journal of Learning Analytics*, 1(2), 48–71.