

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE INFORMÁTICA
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

JÉFERSON FERREIRA GUIMARÃES

**FERRAMENTA PARA VISUALIZAÇÃO
DE TRAJETÓRIAS DE
APRENDIZAGEM DE ALUNOS EM
CURSOS DA PLATAFORMA MOODLE**

Monografia apresentada como requisito parcial
para a obtenção do grau de Bacharel em Ciência
da Computação

Orientador: Prof. Dr. Leandro Krug Wives
Coorientador: Ms. Igor Kuhn

Porto Alegre
2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Prof. Carlos André Bulhões Mendes

Vice-Reitora: Prof^a. Patricia Pranke

Pró-Reitora de Ensino: Prof. Cíntia Boll

Diretora do Instituto de Informática: Prof^a. Carla Maria Dal Sasso Freitas

Coordenador do Curso de Ciência de Computação: Prof. Rodrigo Machado

Bibliotecária-chefe do Instituto de Informática: Beatriz Regina Bastos Haro

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais por todo o apoio durante a graduação, me garantindo um bom local para estudos, condições de atender às aulas presenciais e remotas e o espaço que eu precisava para focar nas tarefas da faculdade.

Agradeço à minha namorada por estar ao meu lado desde o início e sempre me incentivar a ser meu melhor eu, aproveitando as oportunidades que a vida e a faculdade me apresentaram. Agradeço também à sua família por ter também me acolhido e me apoiado durante esse período.

Agradeço aos meus colegas de bolsas, estágios e trabalho por me permitirem colocar em prática o conhecimento que obtive ao longo da minha graduação.

RESUMO

Com a evolução e democratização da tecnologia, vemos cada vez mais a computação presente em nossas vidas. No âmbito da educação temos hoje acesso a recursos que aprimoram o ensino na modalidade presencial e permitem ensino de qualidade a distância, com e sem acompanhamento de um professor. Um grande desafio no ensino é acompanhar o progresso dos alunos ao longo do curso, para poder otimizar a experiência ajustando a dificuldade de cada etapa. Esse desafio se torna ainda maior em ambientes remotos. Para enfrentar esse desafio, este trabalho propõe uma ferramenta capaz de traçar trajetórias de aprendizagem para alunos de cursos na plataforma Moodle, amplamente utilizada por instituições de ensino. As trajetórias são geradas em formas de grafos representando o acesso a diferentes recursos educacionais e as notas dos alunos nas disciplinas. Com este resultado professores podem avaliar o desempenho de suas disciplinas na promoção do aprendizado e fazer ajustes nos conteúdos buscando uma melhor experiência para os alunos. Para validar a ferramenta foi aplicado um questionário em um grupo de educadores do PPGIE da UFRGS, com questões de usabilidade do sistema. Suas respostas indicam que a ferramenta desenvolvida é promissora e entrega o valor proposto nesse trabalho.

Palavras-chave: EaD. Trajetórias de Aprendizagem. Grafos. Visualização de Dados. Pandas. D3.js.

Moodle Trajectory Visualizer

ABSTRACT

With the evolution and democratization of technology we see computing more and more being present in our lives. In the field of education we today have access to resources that improve the learning experience for face to face teaching and enable quality remote learning, with or without a teacher overseeing the process. A big challenge when teaching is following the progress of students throughout the course, to be able to optimize the experience adjusting the difficulty on each step. This challenge becomes more evident with remote learning environments. To face such challenge this research introduces a tool capable of representing learning trajectories for students of courses on the Moodle platform, largely utilized by schools. The trajectories are drawn using graphs, representing the student's accesses to different educational resources and their grades. With this result teachers can evaluate the performance of their courses in promoting learning to their students, allowing them to optimize the contents to give a better experience. To validate this tool a questionnaire was given to teachers of the PPGIE program at UFRGS, with usability questions around the system functionality. The answers indicate that the developed tool is promising and delivers the value proposed in this research.

Keywords: Distance Learning, Learning Trajectories, Graphs, Data Visualization, Pandas, D3.js.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1	Número de matrículas na modalidade EaD entre 2009-2017.....	12
Figura 2.1	Estruturação Visual de Dados.....	15
Figura 2.2	Exemplo de grafo.....	16
Figura 3.1	Tela inicial do plugin Relatório de Risco de Evasão	21
Figura 3.2	Camada de representação e camada de navegação	22
Figura 3.3	Visualização de trajetória de aprendizagem através de um grafo.....	23
Figura 4.1	Registro de reunião semanal de orientação	25
Figura 5.1	Tela inicial do módulo de visualização.....	36
Figura 5.2	Trajectoria de um aluno sendo exibida.....	37
Figura 5.3	Informações da trajetória do aluno sendo exibidas.....	37
Figura 5.4	Legenda de formas e cores usadas na representação da trajetória.....	38
Figura 5.5	Balão com informações da interação na posição do mouse	39
Figura 5.6	Tela com múltiplas trajetórias em paralelo.....	41
Figura 7.1	Características dos participantes da pesquisa	47
Figura 7.2	Experimento com respostas majoritariamente indicando facilidade	48
Figura 7.3	Experimento com mais respostas indicando dificuldade.....	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 Lista de nomes dos estudantes.....	28
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PPGIE Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação

AVEA Ambiente Virtual de Aprendizado

AVA Ambiente Virtual de Aprendizado

EaD Ensino a Distância

TA Trajetória de Aprendizagem

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Estrutura do documento.....	13
2 CONCEITOS E TECNOLOGIAS RELACIONADOS	14
2.1 Educação a Distância	14
2.2 Trajetória de Aprendizagem	15
2.3 Visualização de dados	15
2.4 Representação em grafos.....	16
2.5 Anonimização	17
2.6 Validação de Usabilidade.....	18
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
3.1 Identificação de Trajetórias de Aprendizagem com o uso de Grafos Direcionados e Técnicas de Mineração de Dados Visando a Detecção de Evasão em Cursos EaD.....	20
3.2 Contribuições de um Plugin do tipo Report para a Identificação do Risco de Evasão no AVA Moodle com base em Visualização de Dados	20
3.3 Representation, Navigation and Exploration a three layered approach on learning trajetories.....	22
3.4 Visualizing learner engagement, performance, and trajectories to evaluate and optimize online course design	22
3.5 Diferencial deste trabalho	23
4 MODELAGEM E PROJETO	24
4.1 Metodologia de desenvolvimento	24
4.2 Requisitos.....	25
4.2.1 Anonimização	26
4.2.2 Informações disponíveis sem interação	26
4.2.3 Visualização de múltiplas trajetórias	26
4.3 Modelo de dados.....	27
4.3.1 Dados de interação com o Moodle.....	27
4.3.2 Lista de alunos da disciplina	28
4.3.3 Notas da disciplina	28
4.4 Arquitetura e módulos.....	29
4.4.1 Limpeza e Preparação	29
4.4.2 Anonimização	30
4.4.3 Agregação	31
4.4.4 Visualização	32
5 IMPLEMENTAÇÃO	33
5.1 Limpeza e Preparação	33
5.2 Anonimização	34
5.3 Agregação	35
5.4 Visualização	36
6 GUIA DE USO	42
6.1 Limpeza e Preparação	42
6.1.1 Módulo de limpeza e preparação do arquivo de logs de interação do Moodle.....	42
6.1.2 Módulo de limpeza e preparação do arquivo de notas dos alunos.....	43
6.2 Anonimização	43
6.3 Agregação	44
6.4 Visualização	44

7 AVALIAÇÃO E VALIDAÇÃO	46
7.1 Questionário de Usabilidade	46
7.1.1 Resultados	47
8 CONCLUSÕES	50
8.1 Limitações.....	50
8.2 Trabalhos Futuros.....	51
REFERÊNCIAS	52
APÊNDICE A — QUESTIONÁRIO DE USABILIDADE	54
A.1 Questões demográficas.....	54
A.2 Experimentos.....	55
A.2.1 Experimento 1	55
A.2.2 Experimento 2	55
A.2.3 Experimento 3	56
A.2.4 Experimento 4	57
A.3 Feedback aberto	57
A.4 Questões gerais de usabilidade	57

1 INTRODUÇÃO

No decorrer da história a humanidade se beneficiou de diversos avanços na área da ciência e tecnologia, que possibilitaram a melhoria da nossa qualidade de vida. Conforme criamos novas tecnologias nossos paradigmas mudam e conseguimos avançar mais rápido, uma vez que a tecnologia facilita o compartilhamento do conhecimento. O uso de tecnologia na área da educação é portanto uma evolução natural e necessária para o nosso desenvolvimento.

O rápido avanço da tecnologia nos trouxe o advento da computação nos últimos anos, que já mudou drasticamente a nossa relação com a forma como aprendemos, mesmo tendo iniciado recentemente, como afirma Castells (1999):

... o primeiro computador programável e o transistor, fonte da microeletrônica, o verdadeiro cerne da Revolução da Tecnologia da Informação no século XX. Porém, defendendo que de fato, só na década de 70 as novas tecnologias da informação difundiram-se amplamente, acelerando seu desenvolvimento sinérgico e convergindo em um novo paradigma.

Atualmente é possível encontrar diferentes conteúdos disponíveis na internet, através de sites e blogs dedicados ao compartilhamento de conhecimento, além de ser possível aprender novas habilidades em cursos completamente digitais, sem sair de casa, graças à computação.

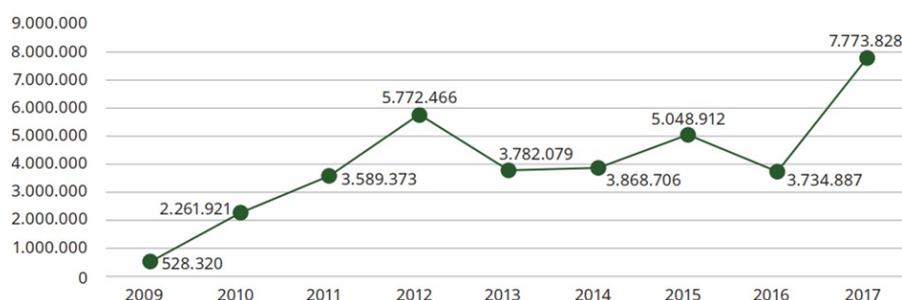
Conforme educadores se adaptam às tecnologias computacionais disponíveis novos desafios vão surgindo. Enquanto alguns cursos permanecem seguindo um formato mais tradicional, com aulas presenciais utilizando recursos computacionais como apoio. Muitos cursos foram migrados completamente para a internet, sendo realizados de forma remota sem a necessidade de deslocamento para alunos e professores. Também é possível uma combinação entre o ensino presencial e o ensino remoto, são os chamados cursos híbridos.

Disciplinas ministradas em Ambientes Virtuais de Aprendizado (AVEAs) apresentam a vantagem de possibilitar que o aluno consuma o seu conteúdo no seu próprio tempo, sem necessidade de uma rotina fixa com a frequência nas aulas como é o caso de disciplinas presenciais. Combinado com a vasta oferta de conhecimento na internet cada estudante tem muito potencial de aprendizado nessa modalidade, com a comodidade e custo reduzido de fazer tudo de casa ajudando no processo.

Nos últimos anos a Educação a distância (EaD) tem ganho cada vez mais força no Brasil e no mundo, conforme os países se desenvolvem tecnologicamente. No Brasil especificamente podemos ver um crescimento de aproximadamente 100% entre os anos

de 2016 e 2017, conforme o gráfico da figura 1.1.

Figura 1.1: Número de matrículas na modalidade EaD entre 2009-2017



Fonte: Censo EaD, Associação Brasileira de Educação a Distância – ABED (2018)

Da mesma forma que traz diversos benefícios, a modalidade à distância também traz novos e diversos desafios. Os alunos nessa modalidade tem a possibilidade de trilhar o seu caminho através do curso como preferir, seja buscando conhecimento nos diferentes recursos educacionais disponibilizados pelo professor, seja pedindo ajuda a colegas ou até mesmo buscando conhecimento através de ferramentas externas. Nessa modalidade de ensino é possível identificar a forma como cada aluno aprende e as similaridades e diferenças entre seus aprendizados. Sendo essa uma das características mais relevantes em ambientes remotos.

Estudos demonstram que há um grande desafio de aprendizado para estes alunos, que podem não saber se ajustar a essa liberdade. Segundo Fornari (2010) enfrentamos no Brasil altos índices de reprovação e baixo desempenho nas disciplinas de cursos na modalidade EaD. Nesse contexto o acompanhamento dos alunos por parte dos professores é fundamental para garantir que estes não se percam e acabem desistindo dos cursos. O desafio aqui é encontrar uma ferramenta que dê essa opção aos professores.

Uma ferramenta de ensino e aprendizado amplamente utilizada hoje em dia é o Moodle, que permite que professores disponibilizem conteúdos e tarefas para os alunos, bem como fóruns que permitem discutir as suas atividades. Por ser gratuito e de código livre é uma ferramenta bastante difundida, contando com mais de 180 mil sites com mais de 39 milhões de cursos ativos, espalhados em mais de 240 países, segundo seu site oficial (Moodle, 2021).

Por meio do Moodle é possível exportar dados de interações dos alunos nas disciplinas, bem como suas notas em cada avaliação. O problema é que esses dados são exportados em formato tabular, que é fácil de ser compreendido por computadores mas não por seres humanos.

Como possível solução para esse problema é possível processar essas interações dos alunos com o curso de forma a gerar um grafo, representando a trajetória de aprendizagem do aluno. Tal grafo apresenta uma visualização mais amigável para os professores, podendo utilizar de recursos interativos, cores e formas para representar e classificar as interações.

Nesse trabalho apresentamos e é avaliada uma ferramenta de visualização de trajetórias de aprendizado de alunos através de dados exportados da plataforma Moodle (Moodle Trajectory Visualizer), representando as interações dos alunos em um grafo interativo.

Esta ferramenta faz parte do projeto intitulado “Sistemas de Recomendação Aplicados a Trajetórias de Aprendizagem”, (Termo de Outorga número 17/2551-0001), aprovado no Edital 02/2017 PqG / FAPERGS, coordenado pelo prof. Leandro Krug Wives. Também está dentro do contexto do Projeto de Doutorado de Igor Kuhn, no Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação PPGIE/UFRGS.

1.1 Estrutura do documento

Para alcançar o objetivo desta pesquisa iniciamos com os conceitos base para este trabalho, apresentados no Capítulo 2, contemplando tópicos como educação a distância, trajetória de aprendizagem e visualização de dados. Em seguida apresentamos trabalhos semelhantes que serviram de base para esta pesquisa, apresentando também os diferenciais do trabalho presente em relação aos demais. No Capítulo 4 apresentamos a modelagem do projeto, detalhando a metodologia de desenvolvimento, o modelo de dados usados e a arquitetura da solução final. No capítulo seguinte é explicado o processo de desenvolvimento e a ferramenta criada durante a pesquisa, com o próximo capítulo detalhando seu guia de uso. O trabalho é concluído com um capítulo detalhando a avaliação e validação da pesquisa, seguida de um capítulo de conclusões discutindo os resultados e trabalhos futuros.

2 CONCEITOS E TECNOLOGIAS RELACIONADOS

O presente trabalho se baseia em diferentes conceitos na área da educação, ciência da computação e validação de interfaces, sendo importante conhecer o seu significado. Neste capítulo o trabalho é embasado através da explicação desses conceitos.

2.1 Educação a Distância

A educação a distância é uma modalidade de educação na qual o professor e o estudante estão separados fisicamente, se comunicam através de um conjunto de tecnologias e permitindo o estudante ditar o ritmo de seus estudos, como afirma Moore e Kearsley (2007):

Educação a distância é o aprendizado planejado que ocorre normalmente em um lugar diferente do ensino, o que requer comunicação por meio de tecnologias e uma organização instrumental especial (2007, p.25).

Historicamente diversas tecnologias foram empregadas para tornar o ensino a distância possível. De cursos por correspondência, passando por transmissões via rádio e televisão chegando hoje à ambientes virtuais de aprendizado, tal modalidade de ensino tem estado presente há séculos nas nossas vidas.

Com o avanço da tecnologia da informação cada vez mais pessoas tenham acesso à cursos através da internet, graças aos decrescentes custos de dispositivos e conexão à internet. Com isso cada vez mais cursos online são ofertados, possibilitando que alunos de todo o país tenham acesso à educação que antes poderia ser dificultado por questões geográficas.

A legislação brasileira tem evoluído para acompanhar o avanço do ensino a distância no país, como é o caso do decreto Nº 9.057 (BRASIL, 2017) de 25 de maio de 2017 que define EaD no Brasil:

Art. 1º Para os fins deste Decreto, considera-se educação a distância a modalidade educacional na qual a mediação didático-pedagógica nos processos de ensino e aprendizagem ocorra com a utilização de meios e tecnologias de informação e comunicação, com pessoal qualificado, com políticas de acesso, com acompanhamento e avaliação compatíveis, entre outros, e desenvolva atividades educativas por estudantes e profissionais da educação que estejam em lugares e tempos diversos (BRASIL, 2017).

Essa legislação reforça a importância do ensino a distância no Brasil e serve como incentivo para que as pessoas considerem essa modalidade tão válida quanto as tradicionais.

2.2 Trajetória de Aprendizagem

Cada indivíduo passa ao longo da sua vida por diferentes experiências que levam ao seu aprendizado. Diferentes interações com diferentes agentes e sistemas constroem o nosso conhecimento, sendo cada caminho e resultados distintos.

No contexto de uma disciplina em uma instituição de ensino o aprendizado dos estudantes é guiado por uma estrutura, com conteúdos e avaliações. Nesse ambiente e em especial em disciplinas ministradas na modalidade de educação a distância cada aluno interage com os elementos da disciplina da sua forma, no seu tempo. Assim sendo, cada um pode apresentar uma trajetória diferente no decorrer do seu aprendizado.

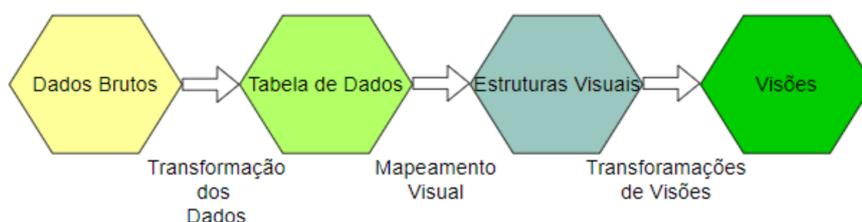
Não existe uma definição única e consolidada para o termo *Trajetoira de Aprendizagem*. Neste documento consideramos TA uma metáfora onde o objeto de aprendizagem é similar a um caminho que conecta dois pontos: o inicial sendo o conjunto de conceitos e proposições presumidamente conhecidos pelo estudante e o final o conjunto de conceitos e proposições relacionados aos objetivos educacionais (CANTO; LIMA; TAROUCO, 2014).

2.3 Visualização de dados

A visualização de informação busca representar bases de dados de forma a possibilitar que as pessoas façam suas tarefas de forma mais efetivas, como afirma Munzner (2014). Interatividade é uma parte muito importante em uma visualização pois permite a expansão da capacidade de representação de informações sem poluir excessivamente a representação de dados.

Para estruturar os dados de forma visual Card, Mackinlay e Shneiderman (1999) apresentam um modelo de referência, conforme a figura 2.1.

Figura 2.1: Estruturação Visual de Dados



Fonte: Adaptado de Card, Mackinlay e Shneiderman (1999)

Nesse modelo a base de dados é processada em três etapas, gerando a visualização no final. Essas etapas são:

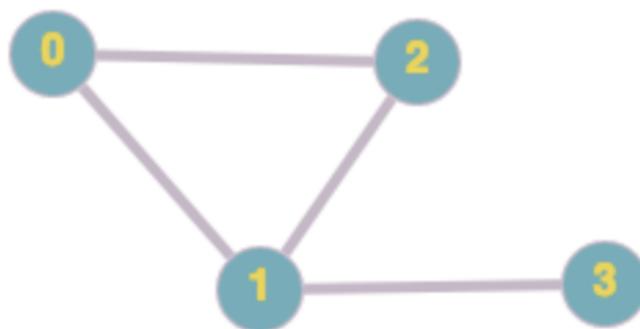
1. Transformação dos Dados: nessa etapa os dados são organizados de forma a gerar uma representação lógica mais estruturada, agrupando dados relevantes e filtrando dados redundantes, errados ou incompletos.
2. Mapeamento Visual: nessa etapa uma estrutura visual capaz de representar a base de dados é criada e disponibilizada.
3. Transformações Visuais: nessa etapa são criadas ferramentas de interação com os elementos visuais para permitir ao usuário explorar diferentes cenários com os dados processados.

A arquitetura deste trabalho é também baseada em processamento em etapas, com módulos especializados na transformação de dados e no mapeamento visual. Mais detalhes na seção de arquitetura e módulos.

2.4 Representação em grafos

Na matemática o campo de estudo de teoria dos grafos estuda as características e aplicações de grafos, estruturas utilizadas para expressar relações par a par entre objetos, representados por vértices (ou nodos) conectados por arestas. Grafos podem ser direcionados, indicando uma origem e destino para a conexão ou não direcionados, indicando uma relação simétrica. Arestas podem ou não ter pesos, indicando o custo ou magnitude da relação entre dois nodos. A figura 2.2 mostra o exemplo de um grafo.

Figura 2.2: Exemplo de grafo



Fonte: Elaboração própria

No campo de visualização de dados grafos são amplamente utilizados para representar relações entre pares de nodos e caminhos percorridos por um agente através de uma base de dados. No caso específico de trajetórias de aprendizagem a visualização em grafos apresenta a vantagem de exibir graficamente as transições entre conteúdos e tarefas que o estudante acessou, além de permitir a visualização do seu aprendizado na forma de linha do tempo.

No trabalho de Vieira e Zaina (2020) grafos representam a trajetória de aprendizagem de alunos em um curso online, com diversas camadas de interação entre o usuário do sistema e a trajetória visual na tela.

Por sua vez, no trabalho de Ginda et al. (2019) diversas visualizações são exploradas para interações e desempenho de estudantes em cursos profissionalizantes online, entre elas duas formas diferentes de visualizações em grafos são exploradas para exibir a trajetória de aprendizagem dos alunos.

No estudo aqui proposto grafos são empregados para exibir uma linha do tempo de interações dos estudantes com cursos na plataforma Moodle, utilizando nodos para representar conteúdos e tarefas da disciplina e arestas para representar o caminho que o estudante percorreu, interagindo com cada elemento do curso ao longo do período de estudo.

2.5 Anonimização

Para proteger os dados pessoais e o anonimato dos estudantes cujos dados de interações foram utilizados no desenvolver deste trabalho uma das primeiras etapas do sistema desenvolvido é a anonimização dos dados dos estudantes.

Segundo ISO 2017 (2017) a anonimização é o processo no qual os dados pessoais são alterados de forma irreversível para que o sujeito não possa ser identificado direta ou indiretamente, nem pelo detentor de dados nem por qualquer outra entidade. Existem uma série de técnicas que podem ser aplicadas no processo de anonimização de uma base de dados, das quais destacamos as duas utilizadas neste trabalho:

- Supressão de atributos: segundo Personal Data Protection Commission Singapore (2018) essa técnica consiste na remoção de uma parte completa da base de dados, frequentemente manifestada na remoção de uma coluna no caso de dados tabulares.
- Pseudonimização: ainda segundo Personal Data Protection Commission Singapore

(2018) essa técnica consiste na troca de dados que possam identificar o sujeito por dados falsos, criados na aplicação da técnica. É possível salvar um mapeamento dos dados reais para os dados fictícios caso haja o interesse de re identificar o sujeito, mas não é o caso nesse trabalho.

2.6 Validação de Usabilidade

Após o desenvolvimento da ferramenta é preciso validá-la com o público alvo a fim de aferir que os mesmos são capazes de executar as tarefas de visualização e interação com o sistema propostas.

Para este processo usamos o *System Usability Scale*¹, uma ferramenta desenvolvida por Brooke (1995) com o objetivo de ser simples, rápida e confiável na tarefa de medir a usabilidade de um sistema. A ferramenta é composta por dez perguntas, cada qual com cinco possíveis respostas indo de *Concordo completamente* a *Discordo Completamente*. As perguntas são:

1. Eu acho que gostaria de usar esse sistema com frequência.
2. Eu acho o sistema desnecessariamente complexo.
3. Eu achei o sistema fácil de usar.
4. Eu acho que precisaria de ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o sistema.
5. Eu acho que as várias funções do sistema estão muito bem integradas.
6. Eu acho que o sistema apresenta muita inconsistência.
7. Eu imagino que as pessoas aprenderão como usar esse sistema rapidamente.
8. Eu achei o sistema atrapalhado de usar.
9. Eu me senti confiante ao usar o sistema.
10. Eu precisei aprender várias coisas novas antes de conseguir usar o sistema.

As respostas são interpretadas convertendo-as para valores numéricos de 0 a 4, somando todos os valores e multiplicando por 2,5, gerando valores no intervalo de 0 a 100. Segundo Brooke (1995) resultados superiores a 68 ficam definidos como acima da média e os valores inferiores a 68 estão abaixo da média.

Para obter resultados satisfatórios Nielsen e Landauer (1993) afirma que cinco

¹Disponível em: <<https://www.usability.gov/how-to-and-tools/methods/system-usability-scale.html>>

respostas são o suficiente para encontrar 85% dos problemas de usabilidade, com um progresso cada vez menor a cada resposta adicionada.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Na área da educação muitos trabalhos buscam facilitar a visualização de informações de desempenho e progresso de alunos para professores que podem não estar familiarizados com ferramentas computacionais, podendo apresentar dificuldade em interpretar dados não processados gerados pelas ferramentas de ensino disponíveis.

Durante a pesquisa para elaboração deste trabalho foram identificados alguns trabalhos focados na extração e visualização de dados de progresso dos alunos, cada qual com um foco diferente.

3.1 Identificação de Trajetórias de Aprendizagem com o uso de Grafos Direcionados e Técnicas de Mineração de Dados Visando a Detecção de Evasão em Cursos EaD

Em sua proposta de tese Kuhn.I (2019) busca avaliar, por meio das trajetórias de aprendizagem de alunos em cursos ministrados na modalidade de ensino a distância, possíveis lacunas no seu aprendizado que possam levar esses estudantes à evasão.

O trabalho propõe técnicas de mineração de dados para obter as informações de interações dos estudantes com a plataforma de ensino utilizada, posteriormente utilizando uma representação em grafos para as TAs.

O trabalho apresentado neste documento está ligado diretamente a essa tese, oferecendo a ferramenta necessária para geração da representação visual das TAs por meio da obtenção de dados da plataforma Moodle, permitindo a análise das trajetórias e identificação das lacunas de aprendizado.

3.2 Contribuições de um Plugin do tipo Report para a Identificação do Risco de Evasão no AVA Moodle com base em Visualização de Dados

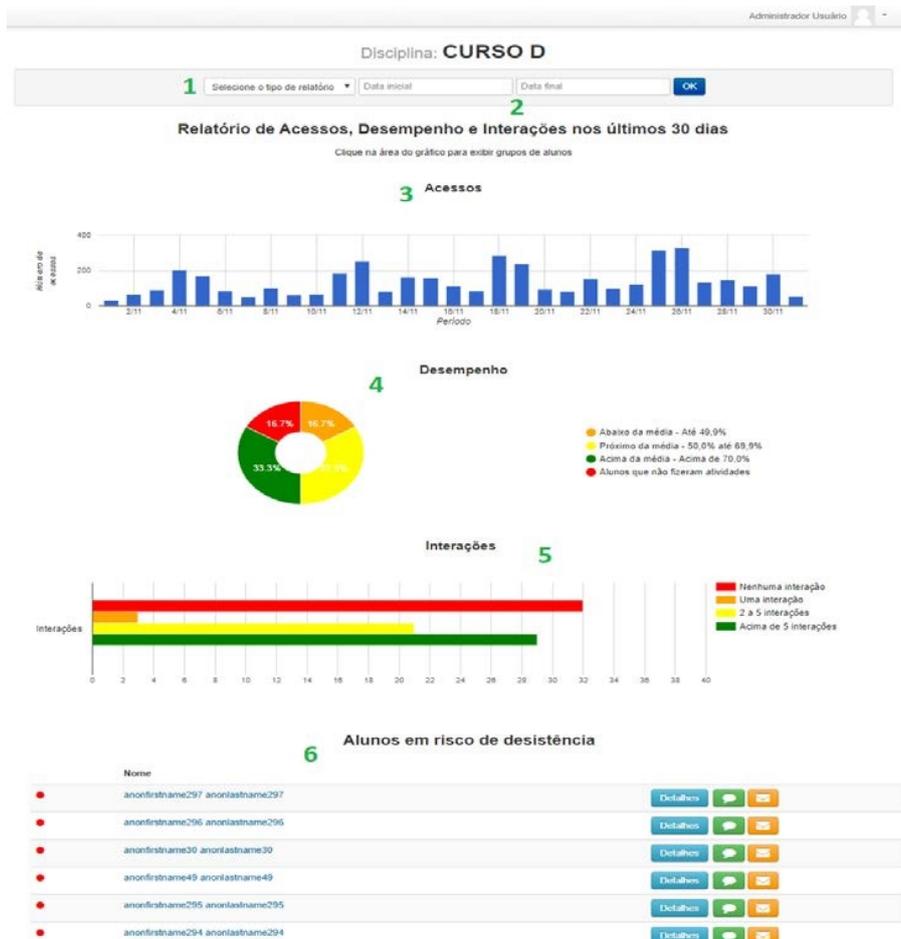
No trabalho de Brito et al. (2019) o objetivo é:

... analisar a contribuição de indicadores sociais, cognitivos e comportamentais da aprendizagem dos alunos, criados com base em dados do AVA Moodle, para auxiliar professores, tutores e coordenadores de cursos on-line na identificação de alunos em risco de evasão

Ou seja, o trabalho busca coletar informações acerca das interações dos alunos com o sistema Moodle e apresentar de forma mais amigável para educadores, gerando

gráficos de estatísticas dessas interações e do desempenho dos alunos em forma de dashboard, como mostra a figura 3.1.

Figura 3.1: Tela inicial do plugin Relatório de Risco de Evasão



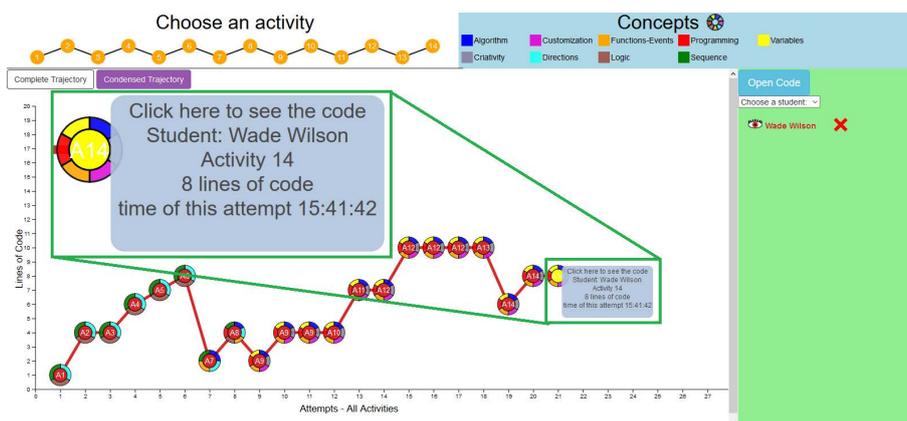
Fonte: Adaptado de Brito et al. (2019)

As semelhanças entre o trabalho aqui proposto e o trabalho de BRITO et al, está na coleta de dados da plataforma Moodle e no foco em uma apresentação mais amigável aos educadores, enquanto que a maior diferença está na forma com que essa visualização é criada. Neste trabalho são gerados gráficos tradicionais com o agregado das informações de desempenho dos alunos, enquanto que no trabalho apresentado neste documento o foco é na visualização da trajetória de aprendizagem individual do aluno, para posterior comparação com as trajetórias dos demais alunos.

3.3 Representation, Navigation and Exploration a three layered approach on learning trajectories

No trabalho de Vieira e Zaina (2020) o foco está na visualização de trajetórias de aprendizagem de estudantes. O trabalho apresenta uma visualização em três camadas, cada qual apresentando uma face dos dados disponíveis na trajetória. Essa abordagem foi capaz de apresentar as muitas informações disponíveis para cada interação sem poluir demais a representação, visto que nem todas as camadas são visíveis ao mesmo tempo, algumas somente sob demanda. Na figura 3.2 é possível ver a camada de representação de dados junto da camada de navegação, que é exibida em reação ao toque ou o passar do mouse sobre cada nodo da trajetória:

Figura 3.2: Camada de representação e camada de navegação



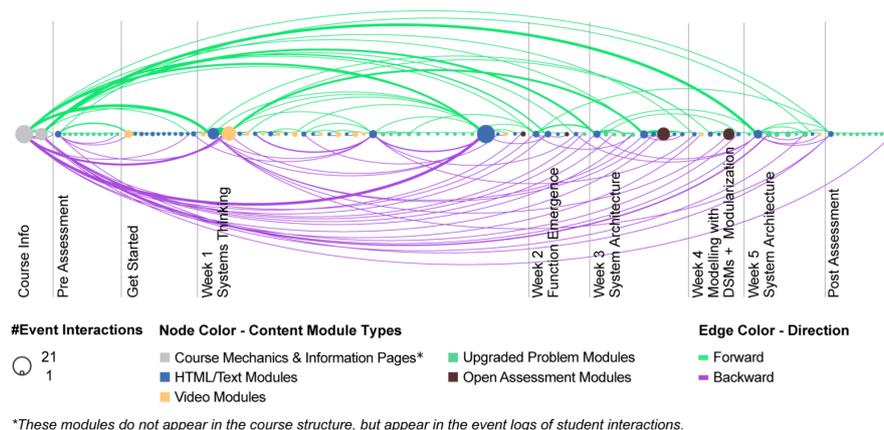
Fonte: Adaptado de Vieira e Zaina (2020)

Este trabalho apresenta um foco aprofundado na representação de trajetórias de aprendizado, tema comum com o trabalho apresentado neste texto. A principal diferença é que neste trabalho não é dado foco à obtenção de dados, sendo um dataset pronto utilizado para geração das trajetórias para fim de demonstração.

3.4 Visualizing learner engagement, performance, and trajectories to evaluate and optimize online course design

Em seu trabalho Ginda et al. (2019) apresentam uma série de métricas e técnicas para a visualização do engajamento, da performance e da trajetória de aprendizagem de estudantes em cursos profissionalizantes ministrados por empresas. Um exemplo de visualização de trajetória de aprendizagem é dado na figura 3.3.

Figura 3.3: Visualização de trajetória de aprendizagem através de um grafo



Fonte: Adaptado de Ginda et al. (2019)

De forma semelhante o trabalho apresentado no presente texto busca gerar uma representação visual para trajetórias de aprendizagem de alunos, porém com somente esse escopo. Outro fator de diferenciação é o objetivo de gerar uma ferramenta capaz de trabalhar com informações obtidas da plataforma Moodle, enquanto que o trabalho citado utiliza dados de cursos profissionalizantes ministrados na plataforma *MITxPro*¹.

3.5 Diferencial deste trabalho

Neste capítulo é possível observar que diversos trabalhos buscam facilitar o acompanhamento do aprendizado de estudantes, alguns inclusive com foco em trajetórias de aprendizagem. Nestes últimos é possível identificar também que a representação de trajetórias em geral se dá através de grafos, embora por vezes não interativos, o que corrobora a decisão do uso de grafos para representação de trajetórias neste trabalho. A ausência notada nesse conjunto de trabalhos é o desenvolvimento e utilização de uma ferramenta capaz de obter ou receber como entrada dados de uma plataforma de ensino e gerar as trajetórias dos alunos automaticamente, sendo amplamente aplicável. O trabalho apresentado neste documento tem como resultado o desenvolvimento e a disponibilização de uma ferramenta com este escopo.

¹Mais detalhes em: <<https://xpro.mit.edu/>>

4 MODELAGEM E PROJETO

Durante a pesquisa uma ferramenta de visualização de dados foi desenvolvida, levando em consideração uma série de requisitos e o modelo de dados disponível. Nesse capítulo são discutidas tais premissas bem como a metodologia de desenvolvimento adotada e a arquitetura da solução gerada.

4.1 Metodologia de desenvolvimento

Para desenvolver o projeto foram levados em consideração os princípios do Manifesto Ágil (BECK et al., 2001), buscando o desenvolvimento em etapas com constante revisão e feedback por parte dos orientadores, que são também potenciais usuários da ferramenta.

O desenvolvimento se deu em ciclos semanais, com cada ciclo começando e terminando em uma reunião de orientação, que era registrada na plataforma Notion¹, como mostra a figura 4.1. Nessas reuniões eram discutidos tópicos relevantes ao desenvolvimento do último ciclo e eram decididos os próximos passos para o ciclo seguinte.

Todo o código gerado está disponível abertamente no Github² sob a licença GPL v2 (Free Software Foundation, 1991) nos seguintes endereços:

- Módulo de limpeza dos logs do moodle:
<<https://github.com/JefersonFG/moodle-log-cleaner>>
- Módulo de limpeza do arquivo de notas do moodle:
<<https://github.com/JefersonFG/moodle-grades-cleaner>>
- Módulo de anonimização:
<<https://github.com/JefersonFG/moodle-log-anonymizer>>
- Módulo de agregação de dados:
<<https://github.com/JefersonFG/moodle-logs-and-grades-aggregator>>
- Módulo de visualização de trajetórias:
<<https://github.com/JefersonFG/moodle-trajectory-visualizer>>

Cada módulo será melhor detalhado na seção de arquitetura do sistema deste documento.

¹Disponível em: <<https://www.notion.so/>>

²Disponível em: <<https://github.com/>>

Figura 4.1: Registro de reunião semanal de orientação

Meeting Notes / Reunião semanal 26-8-21



Reunião semanal 26-8-21

🕒 Created August 26, 2021 3:28 PM

🕒 Last Edited Time November 15, 2021 7:23 PM

📄 Type Weekly Sync

👤 Created By Jeferson

👥 Participants Iqor Kühn Leandro Wives

+ Add a property

🗨 Add a comment...

Tópicos

- Página anonimização: <https://www.notion.so/Anonimiza-o-a079dda061754871974fbf98d7fe71f7>
- Script de anonimização: https://github.com/JefersonFG/moodle_log_anonymizer
- Proposta de arquitetura
 - Anonimização → Limpeza → Agregação → Visualização

Próximos passos

- Adicionar link para o script de anonimização sendo desenvolvido à página de anonimização
- Documentar a proposta de arquitetura

Fonte: Elaboração própria

4.2 Requisitos

O objetivo deste trabalho foi criar uma ferramenta capaz de gerar uma visualização em grafos da trajetória de estudantes à partir de dados de interação destes com um curso na plataforma Moodle. Nesta seção detalhamos os requisitos que atuam como a base do desenvolvimento desta ferramenta.

4.2.1 Anonimização

Durante o processo de desenvolvimento dados reais de estudantes podem ser utilizados para validar o funcionamento da ferramenta, gerando informações relevantes para a apresentação dos resultados da pesquisa. Para garantir o anonimato destes estudantes um dos requisitos é de que seus dados pessoais sejam anonimizados antes de ter suas trajetórias geradas.

4.2.2 Informações disponíveis sem interação

As trajetórias de aprendizagem são representadas por grafos interativos na tela, sendo possível ao usuário visualizar detalhes de cada interação da trajetória ao passar o mouse sobre seu respectivo nodo.

Para facilitar a visualização de informações sem a necessidade de interação com cada nodo para obter informações é possível utilizar propriedades gráficas do nodo. Especificamente podemos alterar a forma, a cor e a legenda de cada nodo para transmitir mais informações.

Neste trabalho foi decidido destacar as seguintes informações:

- Categoria da interação, como posts em fóruns ou tarefas avaliativas, utilizando a forma do nodo.
- Intensidade da interação, como simples visualização de conteúdos ou criação de conteúdo como criação de discussões nos fóruns, através da cor de cada nodo.
- Relação direta com notas do aluno, como submissão de uma tarefa, através de uma legenda no nodo indicando à qual nota a interação está relacionada.

4.2.3 Visualização de múltiplas trajetórias

Um dos objetivos deste trabalho é possibilitar a comparação das trajetórias de múltiplos estudantes, a fim de encontrar padrões que levem a resultados positivos ou negativos na disciplina. Para facilitar esse processo um dos requisitos dessa ferramenta é a possibilidade de visualização de mais de uma trajetória ao mesmo tempo, em paralelo.

4.3 Modelo de dados

As entradas do sistema desenvolvido são arquivos gerados pelas funções de exportação de dados do Moodle. Para construir a trajetória de aprendizagem dos alunos de uma turma precisamos das informações de interações de alunos com o Moodle. Esse arquivo contém todas as interações relacionadas à uma disciplina, incluindo de educadores, por isso precisamos também da lista de alunos para poder filtrar os dados somente pelas interações realizadas pelos alunos. Por fim desejamos determinar se uma trajetória está relacionada a bom ou mau desempenho na disciplina, portanto precisamos também das informações de notas dos alunos.

4.3.1 Dados de interação com o Moodle

Os dados de interações dos alunos com o sistema Moodle se encontram nos logs do Moodle, que podem ser exportados diretamente em um arquivo de texto, em formato tabular³. Nesse formato cada linha representa uma interação de um usuário com o sistema, com as seguintes colunas separando os dados:

- Hora: data e hora em que a interação foi realizada, com precisão de minutos.
- Nome completo: nome do usuário que realizou a interação.
- Usuário afetado: nome do usuário que foi afetado pela interação, pode ser o mesmo usuário que realizou a interação, um terceiro ou o campo pode estar vazio.
- Contexto do evento: módulo do sistema com o qual o usuário interagiu, geralmente contém o nome da atividade, fórum ou conteúdo que o estudante acessou.
- Componente: classifica o evento entre uma lista de componentes, como “Sistema”, “Tarefa” e “Fórum”.
- Nome do evento: especifica qual foi a interação que o usuário realizou, como “Post criado” e “Comentário visualizado”.
- Descrição: descrição textual da interação, em inglês, contendo IDs do usuário e do curso, em geral de difícil leitura.
- Origem: indica que tipo de canal foi usado para acessar o sistema, como “web” ou “cli”.

³Instruções para exportar os dados disponíveis em: <<https://docs.moodle.org/311/en/Logs>>

- Endereço IP: indica o endereço IP da máquina que acessou o sistema.

4.3.2 Lista de alunos da disciplina

Uma vez de posse dos logs do Moodle com informações de interações dos usuários com o sistema Moodle precisamos filtrar por somente as interações dos alunos, removendo interações de educadores. Para isso podemos exportar a lista de estudantes⁴ e usá-la para remover interações que originaram de usuários que não estão nessa lista. A lista de estudantes em si é bastante simples, contendo somente os nomes completos dos alunos matriculados na disciplina, em um formato tabular, um aluno por linha. Um exemplo desse arquivo é dado na tabela 4.1.

Tabela 4.1: Lista de nomes dos estudantes

Nome do aluno 1
Nome do aluno 2
Nome do aluno 3

Fonte: Elaboração própria

4.3.3 Notas da disciplina

Para análise das trajetórias de aprendizagem é importante conhecer o desempenho dos alunos, a fim de relacionar os caminhos percorridos com resultados(notas) obtidos. No Moodle as notas dos alunos não fazem parte do arquivo com as interações, mas sim de um arquivo separado que também necessita ser exportado⁵. Este arquivo é exportado em formato em formato tabular, com as seguintes colunas:

- Nome: Neste arquivo diferentemente dos demais o primeiro nome é separado do sobrenome do estudante, sendo este campo somente para o primeiro nome.
- Sobrenome: Sobrenome do estudante.
- Endereço de e-mail: E-mail do estudante.
- Tarefa: Cada tarefa tem uma coluna, com o título da coluna sendo o nome da tarefa e com n colunas para n tarefas.

⁴Instruções disponíveis em: <https://docs.moodle.org/311/en/Import_and_export_FAQ#How_do_I_export_a_list_of_users.3F>

⁵Instruções disponíveis em: <https://docs.moodle.org/311/en/Grade_export>

- Total do curso: Nota final do aluno na disciplina.
- Último download realizado neste curso: Informação de quando foi realizado o último download das notas no curso.

4.4 Arquitetura e módulos

O sistema de geração de trajetórias de aprendizado foi projetado como um pipeline de quatro estágios, com cada estágio sendo um módulo independente dos demais. Os módulos são, em ordem: Limpeza e Preparação, Anonimização, Agregação e Visualização.

Os módulos tem como entrada e saída um ou mais arquivos, com o último módulo tendo a trajetória de aprendizado interativa como saída. A entrada do primeiro módulo são os arquivos gerados pelo moodle contendo informações das interações dos alunos com a plataforma.

O formato dos arquivos de entrada e saída de cada módulo é fixo e atua como o contrato entre os módulos, uma vez que a saída do primeiro módulo é testada contra esse contrato e a entrada do segundo módulo assume que as informações recebidas estão no formato desse contrato.

4.4.1 Limpeza e Preparação

O primeiro estágio recebe como entrada os arquivos exportados do Moodle contendo as interações dos usuários com o sistema, a lista de alunos e as notas dos alunos na disciplina.

A primeira tarefa desse módulo é utilizar a lista de alunos da disciplina para remover entradas do log de atividades do moodle que correspondam a interações de professores e demais educadores, gerando então um novo arquivo de logs sem estes membros na saída. Do log de atividades também são removidas colunas com dados não relevantes para o trabalho, especificamente:

- Usuário afetado: para todas as entradas de aluno esse campo tem o nome do próprio aluno ou está vazio.
- Descrição: nesse campo está uma descrição textual de difícil compreensão, pois está em inglês e utiliza IDs ao invés de nomes; seria possível processar o campo para

ficar mais compreensível mas foi decidido removê-lo por não adicionar informações novas.

- Origem: para todas as interações dos alunos este campo tem o valor “web”, que não é interessante para a elaboração das trajetórias.
- Endereço IP: informação baixo nível de método de acesso do aluno ao Moodle, não é interessante para a elaboração das trajetórias.

Em seguida o módulo prepara a lista de notas da disciplina unificando os campos de nome e sobrenome em um único campo de nome completo, adicionando um espaço entre os nomes, pois é assim que os nomes aparecem em outros arquivos como o log de atividades do moodle. Aqui também são removidas colunas irrelevantes, especificamente a coluna “Último download realizado neste curso”, que não possui relação direta no desempenho do aluno.

As saídas deste módulo são os arquivos de logs de atividades do moodle e notas da disciplina com as colunas citadas removidas.

4.4.2 Anonimização

Durante a elaboração deste trabalho foram utilizados dados reais de interações de alunos durante uma disciplina ministrada utilizando o sistema Moodle. Para que os resultados dessa pesquisa não possam ser utilizados para obter informações pessoais destes estudantes é preciso anonimizar os dados pessoais contidos nos arquivos.

Intuitivamente a anonimização deveria ser a primeira etapa do pipeline, porém para remover as entradas não pertencentes aos estudantes é preciso ter acesso a seus nomes reais disponíveis em ambos arquivos. Uma alternativa seria anonimizar os nomes em ambas as listas, com o mesmo resultado, mas para este trabalho escolhemos fazer a limpeza de dados no primeiro estágio.

Por ser um módulo independente e disponível gratuitamente no Github seu projeto aceita os arquivos originais exportados do Moodle como entrada, além de aceitar os arquivos já preparados pelo módulo anterior.

A primeira técnica de anonimização aplicada pelo módulo é a *supressão de colunas*, removendo colunas do arquivo de logs do Moodle que contém dados pessoais dos alunos que não são úteis para o resultado final da ferramenta. As colunas afetadas são *Origem* e *Endereço IP*, colunas com informações sobre a origem do acesso do usuário ao

Moodle que são irrelevantes para a trajetória de aprendizagem.

A segunda técnica aplicada é a de *pseudonimização*, trocando dados sensíveis reais dos alunos por dados fictícios, de forma a preservar o tipo da informação mas não o dado específico. Essa técnica é aplicada para o *Nome completo* dos alunos, com o cuidado de anonimizar o nome de cada estudante para o mesmo nome fictício tanto no arquivo de logs quanto no arquivo de notas.

As saídas desse módulo são os mesmos arquivos de logs de atividades do moodle e notas da disciplina com os campos indicados anonimizados. Como este módulo não altera a estrutura do arquivo em relação à saída do primeiro estágio do pipeline (que já remove as colunas de *Origem* e *Endereço IP*) é possível ignorar essa etapa em um uso real da ferramenta, uma vez que o educador desejará saber a qual aluno pertence cada trajetória.

4.4.3 Agregação

O terceiro estágio do pipeline recebe os dados pré-processados pelos estágios anteriores e agrega as informações por aluno, gerando uma saída para cada um contendo suas interações com o Moodle e suas notas.

A saída do módulo de agregação é, portanto, um arquivo por aluno presente nos logs. Cada arquivo contém metadados da trajetória do aluno, especificamente:

- Nome: nome do aluno.
- Nota final: desempenho do aluno na disciplina.
- Número de interações com fóruns: número acumulado de interações do aluno com todos os fóruns da disciplina.
- Número de interações com o Moodle: total acumulado de interações do aluno com o Moodle durante o curso.
- Notas individuais: cada atividade avaliativa da disciplina associada à nota que o aluno obteve na tarefa.
- Interações com o moodle: lista com cada uma das interações do aluno, ordenadas pelo campo “Hora”.

4.4.4 Visualização

Estágio final do pipeline responsável por gerar a trajetória de aprendizagem visual e interativa do aluno. A visualização é dada em uma linha do tempo, mostrando o caminho que o estudante percorreu através das atividades e conteúdos da disciplina.

Para evitar exibir um número elevado de informações de forma simultânea certos elementos da interface são escondidos por padrão, cabendo ao usuário interagir com o sistema e revelar os metadados da trajetória e as informações específicas de cada interação. Formas e cores nos nodos da trajetória ajudam a passar informações sobre a interação sem necessidade de abrir os detalhes, mas ainda mantendo essa opção disponível.

5 IMPLEMENTAÇÃO

O desenvolvimento do projeto seguiu a ideia da arquitetura de pipeline, com cada estágio sendo desenvolvido separadamente, sem necessidade de homogeneidade de tecnologias e com um repositório para cada módulo.

Os estágios de limpeza e preparação, anonimização e agregação foram desenvolvidos utilizando a linguagem *Python* na sua versão mais recente, 3.9 no início do desenvolvimento, em conjunto com a biblioteca *Pandas*¹. No módulo de anonimização foi utilizada a biblioteca *Faker*² para criação de nomes falsos. Cada módulo foi desenvolvido com testes unitários utilizando a biblioteca *unittest*, com a cobertura de testes para cada módulo listadas à seguir:

- Limpeza e preparação: 100%
- Anonimização: 73%
- Agregação: 93%

O estágio de visualização de dados foi desenvolvido com tecnologias web, utilizando as versões mais recentes de *HTML*, *CSS* e *Javascript*, fazendo uso da biblioteca *D3.js*³.

5.1 Limpeza e Preparação

Para a implementação desse módulo foram desenvolvidos dois scripts, um focado no arquivo de logs do Moodle e outro focado no arquivo de notas dos alunos.

O script de limpeza e preparação dos logs do moodle recebe o arquivo de logs e a lista de estudantes da disciplina, carregando os logs em um dataframe e a lista de estudantes em uma lista simples. Em seguida os logs do Moodle são percorridos comparando cada entrada com a lista de estudantes, removendo entradas onde o campo “Nome completo” não aparece na lista de nomes de estudantes. Por fim o script remove as colunas irrelevantes conforme mencionado na documentação da arquitetura do sistema.

O script de limpeza e preparação do arquivo de notas carrega o arquivo de notas em um dataframe e sobrescreve o conteúdo da coluna “Nome” combinando o conteúdo atual com o conteúdo da coluna “Sobrenome”, separados por um espaço. Ao exportar o arquivo

¹Disponível em <<https://pandas.pydata.org/>>

²Disponível em <<https://github.com/joke2k/faker>>

³Disponível em <<https://d3js.org/>>

o título da coluna é substituído por “Nome completo”, para indicar que foi alterado em relação ao conteúdo original. Esse script também remove colunas irrelevantes, conforme mencionado na documentação da arquitetura do sistema.

5.2 Anonimização

O módulo de anonimização foi pensado para ser usado tanto de forma conjunta com o restante do sistema como de forma independente, pois outros estudos utilizando logs e notas do Moodle podem utilizar somente esse script. Dessa forma sua entrada aceita arquivos de logs inalterados.

Uma inspiração para a implementação do módulo de anonimização foi o projeto “anonymoodle”⁴, disponível no Github também sob a licença GPL v2. O projeto tem o mesmo objetivo de anonimizar entradas dos logs do Moodle, porém assume um formato diferente dos arquivos de entrada, com colunas extras não presentes nos logs utilizados neste trabalho, além de operar em logs em outro idioma. Por esse motivo neste projeto foi desenvolvido um script específico de anonimização.

Nesse projeto o módulo de anonimização recebe os arquivos de logs e de notas dos alunos e troca o nome real dos alunos por nomes falsos, gerando na saída novos arquivos de logs e de notas. O próximo módulo então recebe ambos arquivos anonimizados e agrega as informações dos mesmos alunos. Para isso é preciso garantir que o mesmo nome fictício que representa um aluno no arquivo de logs também o represente no arquivo de notas.

Levando essas duas variáveis em consideração o design do módulo exige um arquivo de logs do Moodle como entrada, gerando um arquivo na saída com os nomes anonimizados. O processamento do arquivo de notas é opcional e deve ser realizado no mesmo processo que anonimiza os arquivos de logs, criando uma hash associando nomes reais de estudantes a seus nomes fictícios gerados, utilizando o mesmo nome fictício em ambos os arquivos. Aqui também é assumido que o arquivo de notas foi previamente processado pelo módulo de limpeza e preparação de dados, ou seja, que o campo de nome do aluno tem o nome completo do aluno.

Como o módulo não assume que o arquivo de logs foi pré-processado o campo “Descrição” também é anonimizado, pois contém IDs de alunos. Como os IDs são números de seis dígitos o processo de anonimização os troca por números aleatórios de um a

⁴Disponível em: <<https://github.com/alfonsodelavega/anonymoodle>>

cinco dígitos. Por fim as colunas “Origem” e “Endereço IP” são removidas se estiverem presentes no arquivo de logs, da mesma forma as colunas “Endereço de e-mail” e “Último download realizado” são removidas do arquivo de notas.

5.3 Agregação

No produto final o estágio de anonimização pode ser alterado pois educadores podem preferir associar as trajetórias aos seus alunos para auxiliá-los em seu progresso. Dessa forma o módulo de agregação assume que os arquivos de logs e notas dos alunos foram pré-processadores pelo estágio de limpeza e preparação, podendo ou não terem sido anonimizados.

O módulo de agregação inicia carregando ambos arquivos em dataframes, em seguida agrupando por nomes de alunos. Para cada nome de aluno em cada dataframe um objeto *StudentData* é criado e populado com as informações do aluno. No caso das notas a nota final é separada como metadado, junto com o nome do aluno, enquanto as demais notas populam uma hash associado o nome da tarefa à sua nota. No caso do arquivo de logs o número total de interações e o número de interações onde o campo “Componente” tem o valor “Fórum” são contados e salvos como metadados do estudante, enquanto as demais interações são salvas em uma lista de hashes, cada uma associado o valor da coluna com o valor da entrada da interação.

Na saída do operador o diretório recebido como entrada é povoado com um arquivo para cada estudante, que são criados exportando a classe *StudentData* para o formato *JSON*, com o resultado seguindo o formato à seguir:

```
{
  "name": "Nome exemplo",
  "final_grade": 70,
  "forum_interactions": 20,
  "total_moodle_interactions": 50,
  "grades": {
    "Tarefa 1": 70,
    ...
  },
  "interactions": [
```

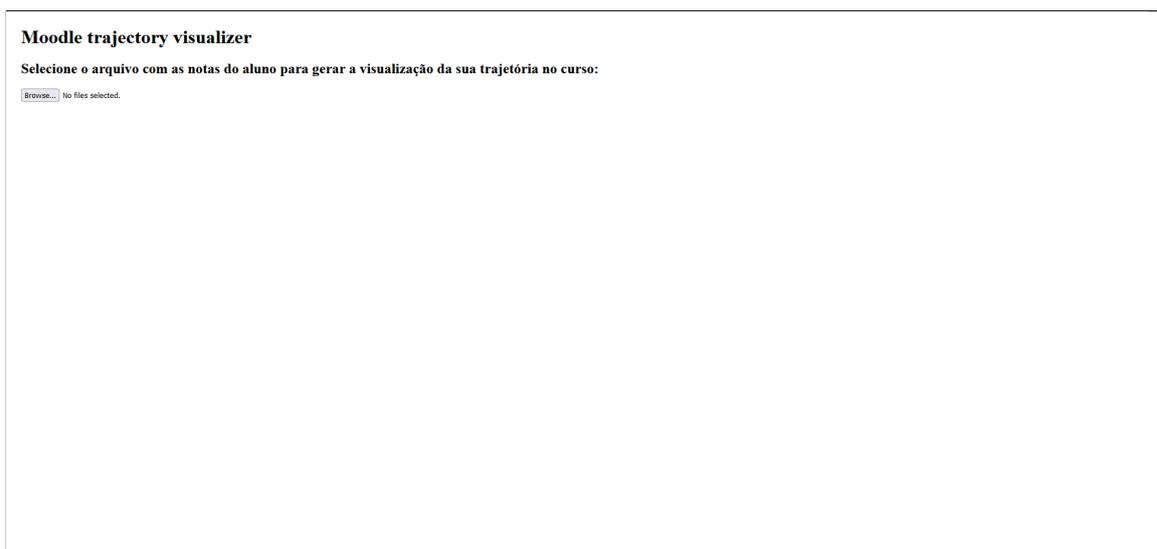
```
{  
    "Hora": "01/01/2000 08:00",  
    "Contexto do Evento": "Curso exemplo",  
    "Componente": "Sistema",  
    "Nome do evento": "Curso visto"  
},  
...  
]  
}
```

5.4 Visualização

O estágio final do sistema é o módulo de visualização, capaz de converter os dados agregados de cada aluno em uma trajetória de aprendizagem visual e interativa. O uso de tecnologias web tem a vantagem de usar a familiaridade dos usuários com sistemas web e torna o projeto multiplataforma.

A tela inicial do sistema convida o educador à selecionar os arquivos contendo informações dos alunos, para que suas trajetórias possam ser traçadas, como mostra a figura 5.1.

Figura 5.1: Tela inicial do módulo de visualização

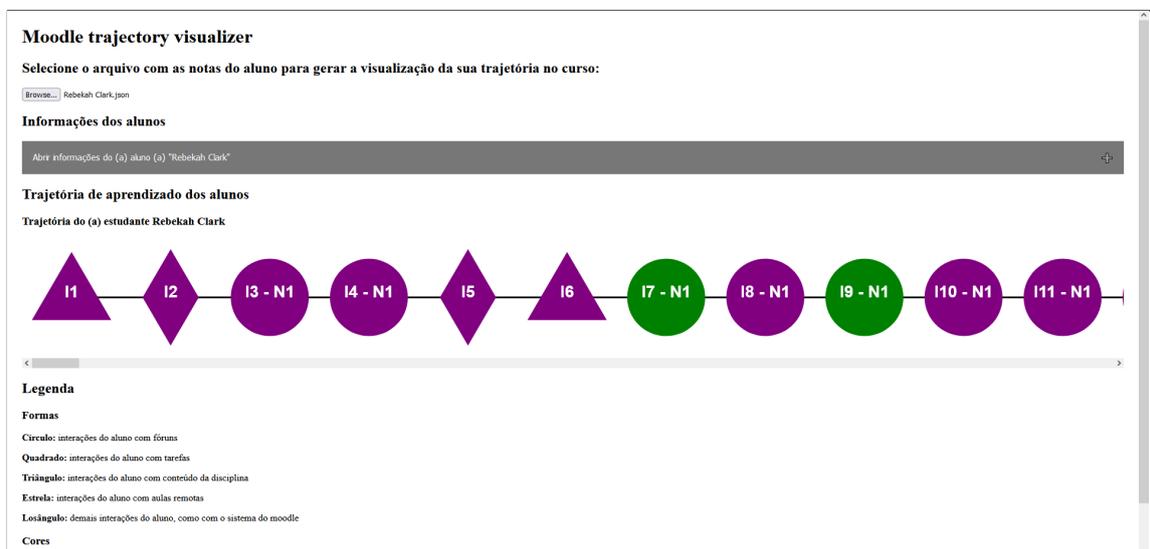


Fonte: Elaboração própria

O seletor de arquivos utilizado é o padrão do navegador. É permitido selecionar um ou mais arquivos, uma vez que é possível exibir trajetórias de múltiplos alunos ao

mesmo tempo. Ao selecionar as informações de um aluno para exibição a tela é atualizada com as suas informações e a sua trajetória, com uma legenda abaixo indicando o que significam as diferentes formas e cores na trajetória, como mostra a figura 5.2.

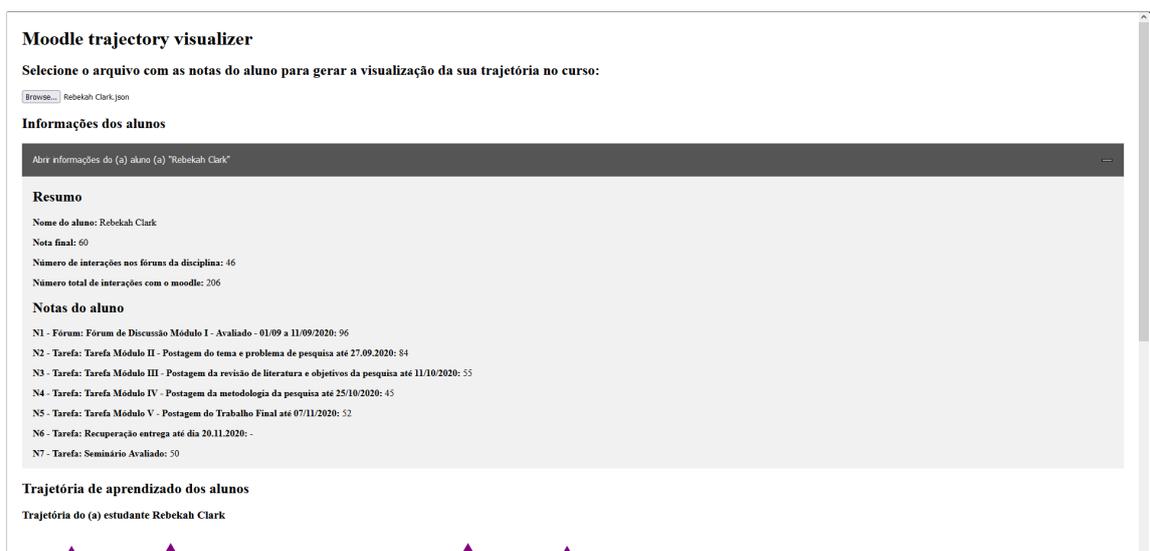
Figura 5.2: Trajetória de um aluno sendo exibida



Fonte: Elaboração própria

Nessa tela é possível ver que as informações do aluno estão contidas em um layout interativo, que por padrão mantém as informações escondidas. Ao clicar no elemento com o texto “Abrir informações do (a) aluno (a) ‘Nome do aluno’” podemos ver os metadados da trajetória do aluno, como mostra a figura 5.3.

Figura 5.3: Informações da trajetória do aluno sendo exibidas

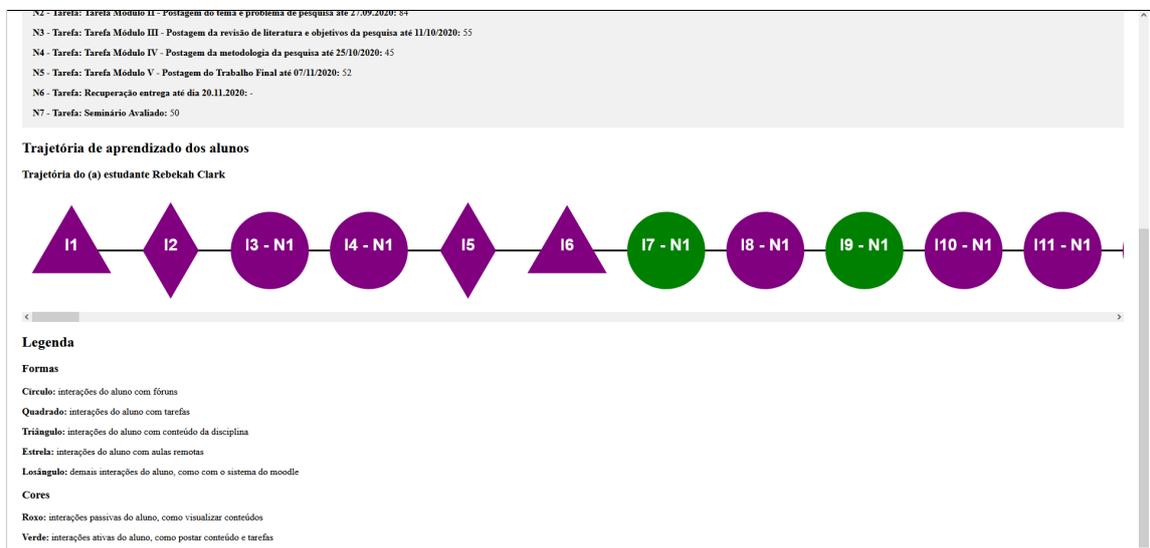


Fonte: Elaboração própria

Ao rolar a página para o final também é possível ver a legenda completa indicando

o que as formas e cores da trajetória de aprendizagem representam, conforme visto na figura 5.4. Abaixo replicamos a legenda para melhor visibilidade:

Figura 5.4: Legenda de formas e cores usadas na representação da trajetória



Fonte: Elaboração própria

- Formas

- Círculo: interações do aluno com fóruns
- Quadrado: interações do aluno com tarefas
- Triângulo: interações do aluno com conteúdo da disciplina
- Estrela: interações do aluno com aulas remotas
- Losângulo: demais interações do aluno, como com o sistema do moodle

- Cores

- Roxo: interações passivas do aluno, como visualizar conteúdos
- Verde: interações ativas do aluno, como postar conteúdo e tarefas

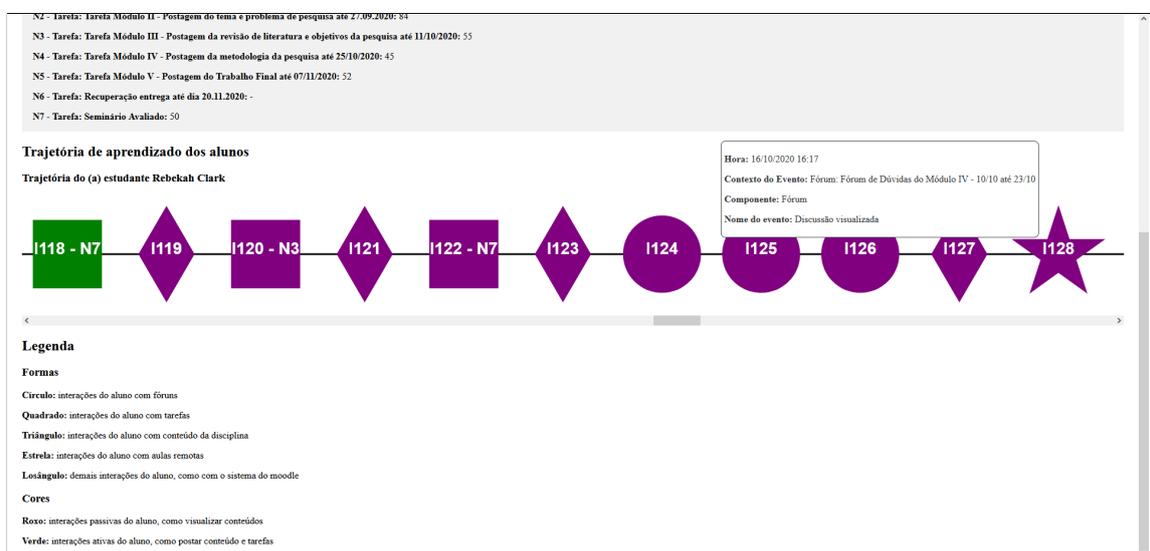
A trajetória do aluno é gerada na forma de uma linha do tempo, com cada nodo representando uma interação do estudante com o Moodle durante o curso. Na figura 5.2 é possível verificar que existe uma barra de rolagem na horizontal permitindo que o usuário visualize a trajetória completa. Cada nodo é nomeado brevemente com o número da interação precedido de um “I” maiúsculo. Na mesma figura é possível notar que alguns nodos contam também com uma legenda indicando se o nodo é diretamente relacionado à uma das notas que o aluno obteve, que podem ser conferidas na seção de informações do aluno visível na figura 5.3.

Cada nodo da trajetória tem quatro campos de informação associados, sendo eles:

- Hora
- Contexto do evento
- Componente
- Nome do evento

Estes campos são descritos na seção “Modelo de dados” deste documento. Para visualizar essas informações o usuário pode passar o mouse por cima dos nodos, exibindo um balão próximo à posição atual do mouse, como mostra a figura 5.5.

Figura 5.5: Balão com informações da interação na posição do mouse



Fonte: Elaboração própria

Para determinar a forma dos nodos a informação do campo “Componente” foi usada, visando criar uma série de categorias para facilitar a visão geral da trajetória, sem necessidade de visualizar todas as informações de cada um dos nodos. As categorias criadas foram as seguintes:

- Fórum: categoria exclusivamente para interações do aluno com os fóruns da disciplina, uma vez que essa é uma interação fundamental na análise da trajetória do aluno. O único componente coberto por essa categoria é:
 - Fórum
- Tarefa: cobre atividades avaliativas do aluno, excluindo interações no fórum. Os componentes cobertos por essa categoria são os explícitos de tarefas e também os que se referem ao envio de arquivos e comentários nas tarefas. Componentes cobertos por essa categoria:

- Envio de arquivos
 - Comentário sobre envio
 - Questionário
 - Pasta
- Conteúdo: professores podem adicionar conteúdos na disciplina de diferentes formas, seja adicionando arquivos diretamente para download ou adicionando links para páginas na internet, entre outros. Componentes aqui refletem conteúdos que os alunos acessam para aprender mais sobre a disciplina. Componentes cobertos por essa categoria:
 - Arquivo
 - URL
 - Página
 - Webconferência: em disciplinas remotas o professor pode adicionar links para reuniões online do tipo webconferência para interagir com os alunos em tempo real. Essa categoria cobre esse tipo de evento, mostrando que o aluno participou da aula. Componentes cobertos por essa categoria:
 - Webconferência Mconf
 - Outros: demais eventos não cobertos pelas categorias anteriores. Em geral eventos que não agregam tanto valor à avaliação da trajetória, mas ainda assim importantes de manter na visualização completa. Componentes cobertos por essa categoria:
 - Relatório de usuário
 - Relatório geral
 - Sistema

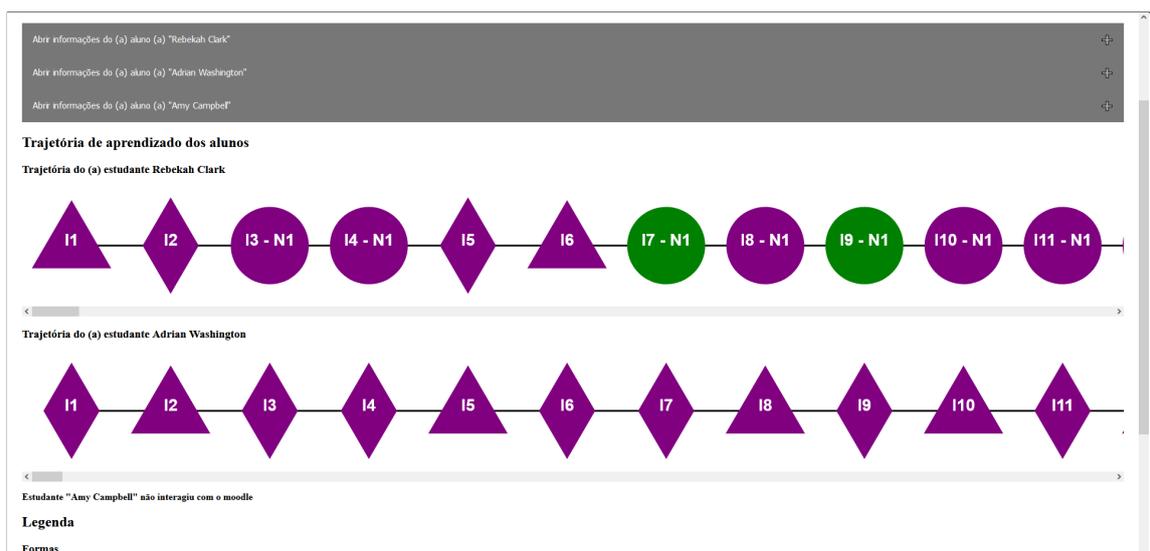
Por sua vez a cor dos nodos destaca interações onde o estudante ativamente postou conteúdo na plataforma, seja uma atividade a ser avaliada ou um post no fórum, constituindo atividades que agregam valor para a formação do próprio estudante e dos seus colegas. Para isso esse tipo de atividade recebe uma cor diferente da cor dos demais nodos, nesse caso verde enquanto os demais nodos são roxos. O filtro utilizado para essas atividades é o campo “Nome do evento”, especificamente as seguintes entradas:

- Post criado
- Post atualizado

- Algum conteúdo foi publicado
- Comentário criado
- Submissão criada
- Um envio foi submetido
- Um arquivo foi enviado
- Tentativa do questionário iniciada
- Tentativa do questionário entregue
- O usuário salvou um envio

A opção de carregar informações de estudantes permanece na interface, permitindo que o usuário gere múltiplas trajetórias de estudantes e possa compará-las. A figura 5.6 mostra a interface com múltiplos estudantes.

Figura 5.6: Tela com múltiplas trajetórias em paralelo



Fonte: Elaboração própria

Nessa visualização é possível exibir as informações dos estudantes separadamente. Abaixo estão as trajetórias, exibidas em paralelo para possibilitar a comparação entre as interações de cada aluno. Note que para o terceiro aluno não foi possível gerar uma trajetória, pois como mostra a aplicação este estudante não interagiu com o Moodle durante o curso. É bastante provável que o estudante tenha desistido do curso.

Na próxima sessão é explicado como fazer uso do sistema completo, combinando os módulos para gerar as trajetórias de aprendizagem à partir dos dados exportados do Moodle.

6 GUIA DE USO

As instruções de uso de cada módulo individual estão disponíveis nos seus respectivos repositórios, cujo link de acesso está disponível na seção de “Modelagem e Projeto” deste documento.

Os três primeiros estágios do pipeline do sistema final foram implementados utilizando a linguagem “Python”¹ na sua versão 3.9 e precisam do interpretador nessa versão instalado no sistema operacional para serem executados. O estágio final foi implementado utilizando tecnologias web e necessita de um sistema operacional moderno para ser executado, como Mozilla Firefox² ou Google Chrome³.

À seguir são listados os requisitos e passos específicos para execução de cada módulo, sendo que a saída de cada estágio é a entrada do próximo estágio.

6.1 Limpeza e Preparação

6.1.1 Módulo de limpeza e preparação do arquivo de logs de interação do Moodle

Este módulo tem como dependências as bibliotecas “pandas”⁴ e “odfpy”⁵, que podem ser instaladas utilizando o utilitário “pip”⁶, presente nas instalações do interpretador Python.

A execução do módulo se dá através de uma chamada de linha de comando, passando como parâmetros os caminhos para os arquivos de logs do moodle e a lista de estudantes da disciplina, bem como o caminho para o arquivo de saída a ser gerado, no seguinte formato:

```
python log_cleaner.py moodle_logs.csv  
student_list.csv cleaned_moodle_logs.csv
```

¹Disponível em: <<https://www.python.org/>>

²Disponível em: <<https://www.mozilla.org/en-US/firefox/new/>>

³Disponível em: <<https://www.google.com/chrome/>>

⁴Disponível em <<https://pandas.pydata.org/>>

⁵Disponível em <<https://pypi.org/project/odfpy/>>

⁶Disponível em <<https://pypi.org/project/pip/>>

6.1.2 Módulo de limpeza e preparação do arquivo de notas dos alunos

Este módulo tem como dependências as bibliotecas “pandas” e “openpyxl”⁷, que podem ser instaladas utilizando o utilitário “pip”, presente nas instalações do interpretador Python.

A execução do módulo se dá através de uma chamada de linha de comando, passando como parâmetros os caminhos para os arquivos de notas dos alunos e para o arquivo de saída a ser gerado, no seguinte formato:

```
python grades_cleaner.py student_grades.xlsx
    cleaned_student_grades.xlsx
```

6.2 Anonimização

Este módulo é opcional e foi desenvolvido para uso durante a pesquisa, de forma a proteger a identidade dos estudantes cujos dados foram utilizados no desenvolvimento da ferramenta. Na versão final esse módulo pode ser ignorado para manter os dados dos alunos visíveis aos educadores.

Este módulo tem como dependências as bibliotecas “pandas” e “openpyxl”, que podem ser instaladas utilizando o utilitário “pip”, presente nas instalações do interpretador Python.

De posse dos arquivos de logs e notas preparados pelo primeiro estágio é possível rodar este módulo pela linha de comando. O arquivo de logs do moodle é obrigatório, bem como o caminho para o arquivo de logs anonimizado a ser gerado. O arquivo de notas é opcional, bem como o caminho para o arquivo de notas anonimizado, mas ambos devem ser utilizados juntos. Dessa forma é possível executar o módulo com o seguinte comando:

```
python anonymizer.py moodle_logs.csv
    anonymized_moodle_logs.csv
    --source_grades_path moodle_grades.xlsx
    --target_grades_path anonymized_moodle_grades.xlsx
```

⁷Disponível em <<https://pypi.org/project/openpyxl/>>

6.3 Agregação

Com ou sem passar pelo processo de anonimização os arquivos gerados pelo processo de limpeza e preparação de dados são usados como entrada no módulo de agregação. A saída é uma série de arquivos JSON, um para cada aluno contendo suas informações agregadas, portanto é preciso passar como parâmetro uma pasta alvo onde esses arquivos possam ser escritos.

Este módulo tem como dependências as bibliotecas “pandas” e “openpyxl”, que podem ser instaladas utilizando o utilitário “pip”, presente nas instalações do interpretador Python.

A execução deste módulo se dá também por uma chamada de linha de comando, passando como entrada os arquivos de logs e notas do Moodle, bem como a pasta onde os arquivos resultantes serão escritos, da seguinte forma:

```
python aggregator.py moodle_logs.csv
    student_grades.xlsx aggregated_data
```

6.4 Visualização

O módulo de visualização foi desenvolvido com tecnologias web, devido a isso precisa de um navegador moderno para ser executado. Versões recentes do Mozilla Firefox e do Google Chrome conseguem executar o sistema sem problemas. Idealmente o sistema poderia ser disponibilizado por meio de um servidor web, facilitando o seu uso, mas no estado atual sua utilização se dá através da execução manual do arquivo *HTML* da página principal, tendo os arquivos de estilos *CSS* e de código *Javascript* presentes no diretório, conforme o seguinte esquema:

```
Moodle Trajectory Visualizer
├── index.html
├── styles.css
└── trajectory-visualizer.js
```

Sendo assim, para executar o módulo é necessário abrir o arquivo *index.html* com o seu navegador. Uma vez com o módulo aberto seu uso se dá através da interface, que possui um botão para que o usuário carregue os arquivos com os dados dos alunos e gere suas trajetórias, podendo interagir rolando a tela para a direita para navegar pela trajetória

e passando o mouse sobre os nodos para revelar seus detalhes.

Mais detalhes sobre o funcionamento da aplicação podem ser encontrados na seção “Visualização” do capítulo “Implementação”.

7 AVALIAÇÃO E VALIDAÇÃO

Durante o desenvolvimento foram obtidas quatro bases de dados de quatro cursos remotos ministrados pela UFRGS no ano de 2020, com dados reais de interações de alunos com o sistema Moodle. As imagens contidas neste documento foram geradas utilizando os dados de alunos destes cursos, devidamente anonimizados para proteger a identidade dos estudantes. Foi possível gerar trajetórias para todos os estudantes, totalizando o número de 463 alunos que interagiram com o Moodle sem a ferramenta apresentar falhas.

7.1 Questionário de Usabilidade

O objetivo da ferramenta é facilitar a visualização da trajetória de aprendizagem de alunos para seus educadores, então para a validação da ferramenta foi aplicado um questionário de usabilidade a um grupo de educadores do grupo do PPGIE da UFRGS.

Para esse questionário foram disponibilizados o módulo de visualização com informações de três alunos já pré-processadas pelos demais módulos do sistema, a fim de avaliar a usabilidade da representação gráfica das trajetórias.

O questionário é separado em quatro seções:

1. Questões demográficas: tem o objetivo de traçar um panorama do público alvo, avaliando se sua área de atuação e familiaridade com computação podem afetar sua facilidade de uso da aplicação.
2. Experimentos: atividades guiadas onde o participante utiliza a ferramenta para tentar identificar dados das trajetórias dos estudantes, avaliando quão fácil ou difícil é a tarefa.
3. Espaço aberto para feedback: auto explicativo, feedbacks coletados podem ajudar o desenvolvimento futuro dessa ferramenta.
4. Questões gerais de usabilidade: perguntas do modelo de questionário SUS, explicado em detalhes no capítulo 2.

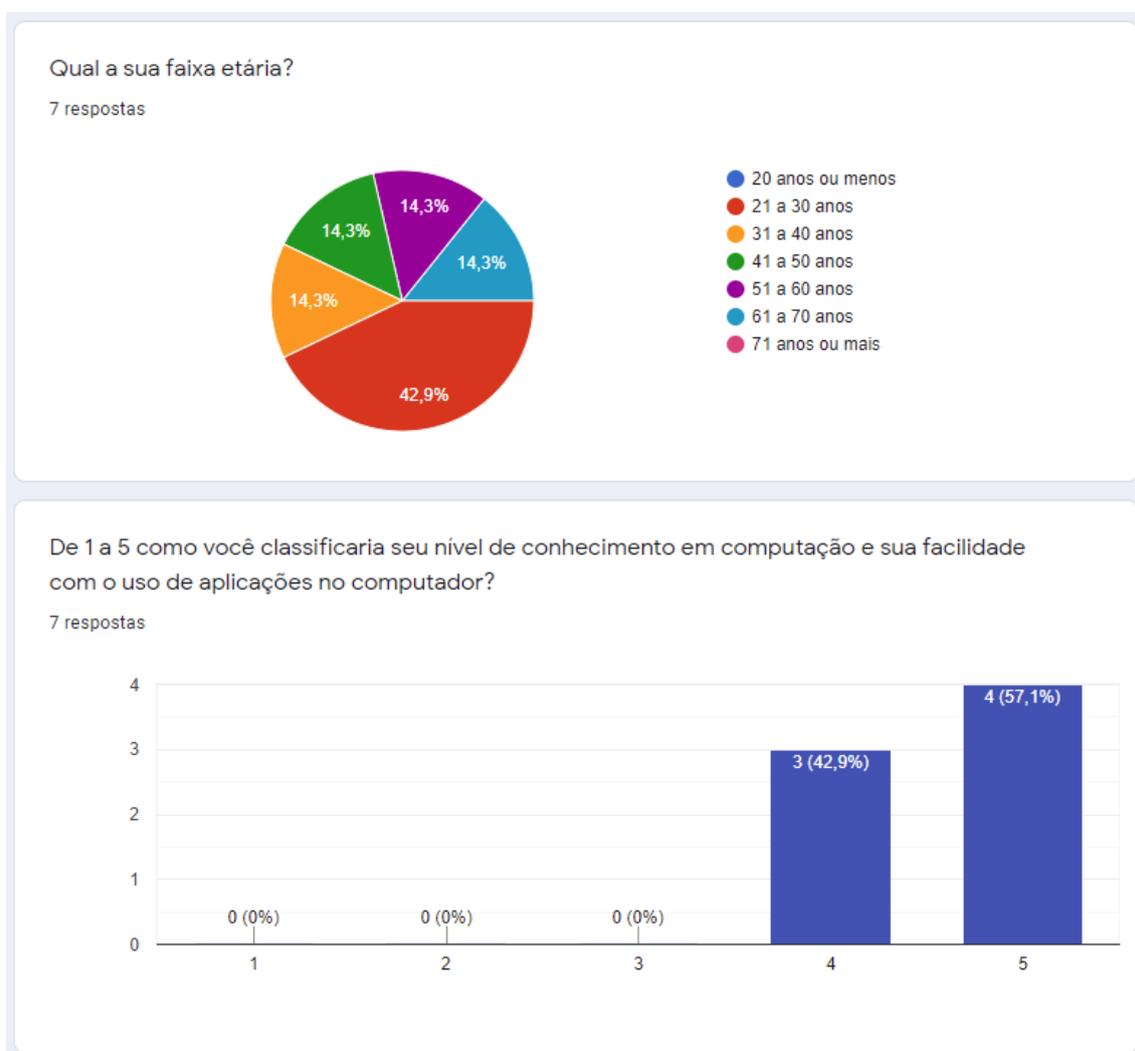
As perguntas do questionário estão disponíveis no apêndice. Note que nas questões dos experimentos e nas questões gerais de usabilidade foi utilizada uma escala Likert, com valores menores indicando mais dificuldade com os experimentos ou discordância com as afirmações e valores maiores indicando facilidade ou concordância.

7.1.1 Resultados

Com um total de sete respondentes o questionário trouxe resultados importantes para a avaliação da usabilidade da ferramenta. Conforme discutido no capítulo 2, à partir de 5 respostas já encontramos mais de 85% dos problemas de usabilidade.

Na seção de questões demográficas podemos notar que a maioria dos participantes têm um bom nível de conhecimento em computação, sendo a maior parcela de jovens com 21 a 30 anos, como mostra a figura 7.1.

Figura 7.1: Características dos participantes da pesquisa

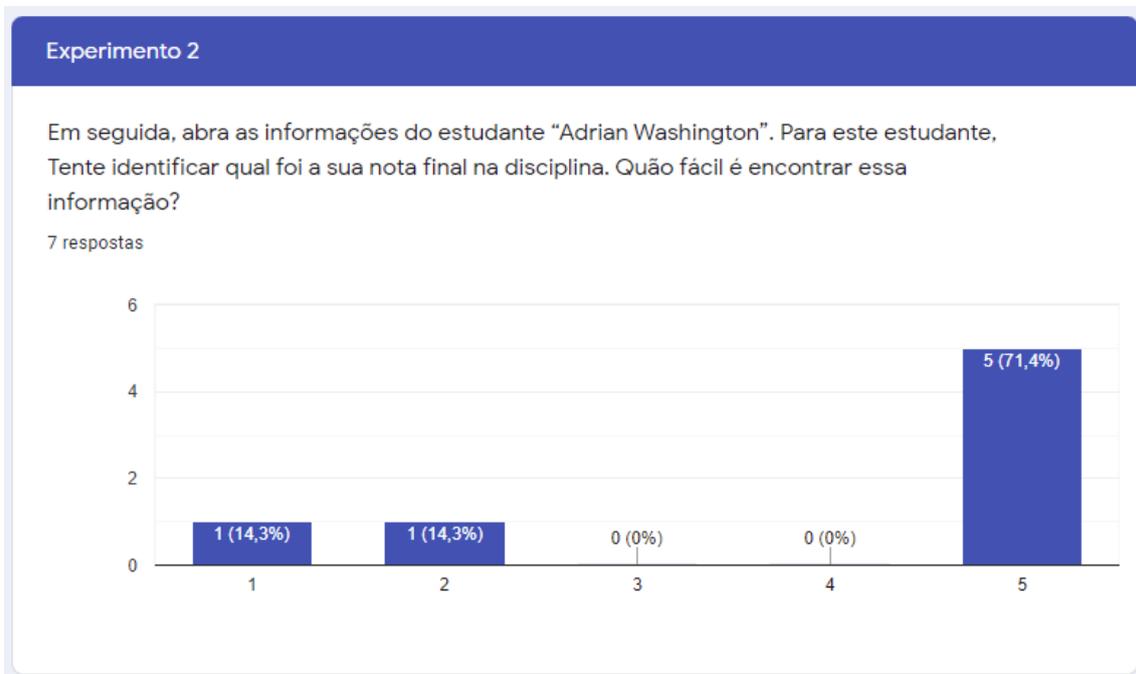


Fonte: Elaboração própria

Na seção de experimentos os resultados foram mistos, com a maior parte das respostas indicando facilidade de encontrar as informações mas também com respostas expressando dificuldade. Um exemplo claro está na figura 7.2, onde 71,4% das respostas indicam muita facilidade de encontrar a informação, enquanto que 28,6% indicam pouca

ou muito pouca dificuldade na tarefa.

Figura 7.2: Experimento com respostas majoritariamente indicando facilidade



Fonte: Elaboração própria

Tarefas que envolvem identificação de informações resumidas das trajetórias têm em geral respostas mais positivas, enquanto que tarefas que solicitavam a identificação de informações mais precisas, necessitando interações mais profundas com as trajetórias se mostraram mais difíceis, como mostra a figura 7.3. Este é certamente o campo onde poderiam ser implementadas melhorias ao sistema.

Na seção de feedback aberto recebemos diversas respostas, em geral indicando possíveis melhorias à usabilidade do sistema. Algumas respostas são reproduzidas à seguir:

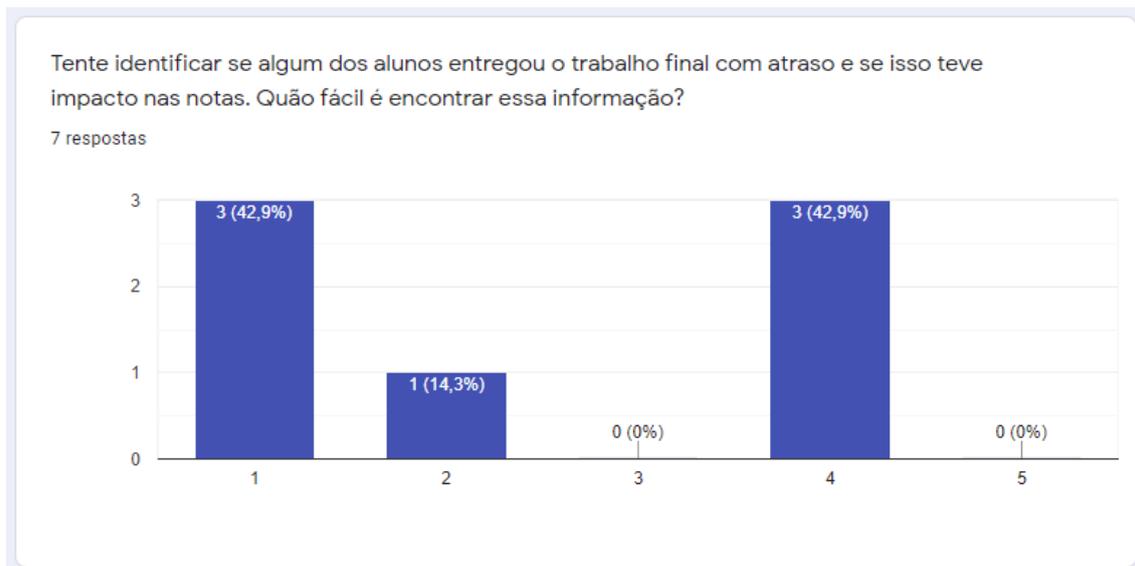
...É possível suprimir o resumo de informações de cada aluno, porém não é possível remover. Com a inserção de novos alunos e informações o sistema acaba por ficar confuso e pouco entendível. Uma boa alternativa seria fornecer a opção de remover trajetórias, e também reordená-las.

...Como sugestão, possibilitar que mais de um aluno seja exibido na mesma tela e permitir a geração de relatórios por tipo de conteúdo.

Na seção final de questões gerais de usabilidade utilizados o *Questionário SUS*, que prevê uma metodologia para avaliação dos resultados, gerando uma pontuação com valores de 0 a 100. Valores acima de 68 estão acima da média, enquanto que valores abaixo estão abaixo da média.

Segundo Brooke (1995) a pontuação é gerada através dos seguintes passos, aplicados para cada resposta:

Figura 7.3: Experimento com mais respostas indicando dificuldade



Fonte: Elaboração própria

1. Para itens ímpares subtrair 1 da resposta.
2. Para itens pares subtrair de 5 o valor da resposta.
3. Isso deve criar uma escala de 0 a 4.
4. Somar as respostas para cada usuário e multiplicar por 2.5, gerando o valor final em uma escala de 0 a 100.

Aplicando a metodologia para cada resposta temos os seguintes valores:

- Resposta 1: 82,5 pontos.
- Resposta 2: 72,5 pontos.
- Resposta 3: 47,5 pontos.
- Resposta 4: 42,5 pontos.
- Resposta 5: 95 pontos.
- Resposta 6: 62,5 pontos.
- Resposta 7: 67,5 pontos.

A média final das respostas fica então 67,14, pouco abaixo da média 68 indicada pela literatura. É possível verificar uma distribuição abrangente de resultados, com duas respostas muito acima da média, duas muito abaixo e três bem próximas da média. Dos resultados é possível concluir que o sistema tem potencial mas ainda há muito espaço para implementação de melhorias no sistema.

8 CONCLUSÕES

Neste trabalho é proposta uma ferramenta de processamento e visualização de dados com o objetivo de facilitar a análise da trajetória de aprendizagem de alunos por parte dos seus educadores, focando em dados obtidos de cursos na plataforma Moodle.

Este trabalho cumpre o seu objetivo através de uma arquitetura em pipeline, onde cada estágio aplica uma transformação nos dados e encaminha para o próximo estágio, sendo o último responsável por gerar a visualização.

A visualização gerada exibe as interações dos estudantes em uma linha do tempo, utilizando uma representação em grafos. Cada nodo exibe um resumo das suas informações através da sua forma, cor e legenda, além de permitir ao usuário visualizar as informações completas de forma interativa passando o mouse sobre o nodo.

Com o acesso às trajetórias de aprendizado educadores podem então otimizar o conteúdo das suas disciplinas, visualizando módulos que alunos tem mais dificuldade para completar e em geral não tem o desempenho esperado. É possível também detectar quando alunos tem maior propensão à evasão, identificados pelo baixo engajamento ou pela dificuldade em concluir tarefas que outros alunos tem mais facilidade, uma vez que as trajetórias podem ser geradas tanto com o curso em andamento quanto com o curso finalizado.

8.1 Limitações

A principal limitação deste trabalho está na visualização de recursos acessados mais de uma vez pelo estudante. No decorrer do curso um estudante pode visualizar o mesmo recurso, como fórum ou conteúdo diversas vezes. Uma visualização que indique que passos o aluno repetiu pode dar mais informações sobre quais pontos são mais úteis ou mais difíceis para o aprendizado.

A usabilidade do sistema completo também pode ser melhorada, uma vez que é necessário realizar chamadas de linha de comando para execução dos primeiros módulos e executar manualmente uma página web, que pode ser disponibilizada através de um servidor.

8.2 Trabalhos Futuros

Para facilitar a comparação de trajetórias de múltiplos estudantes a fim de identificar pontos semelhantes e destoantes do seu aprendizado uma sugestão é combinar as múltiplas trajetórias em um só grafo, combinando nodos semelhantes e exibindo nodos diferentes em linhas paralelas.

Interações em fóruns das disciplinas são fundamentais para a avaliação das trajetórias de aprendizagem, portanto uma sugestão é combinar interações sequenciais nos mesmos fóruns em um nodo único, permitindo ao usuário clicar no nodo e acessar uma “sub-trajetória” detalhando todas as interações com aquele fórum.

Diversas melhorias podem ser implementadas na interface, como diversos níveis de zoom nos grafos de trajetórias, possibilidade de visualização de detalhes de mais de um nodo ao mesmo tempo e filtragem de nodos por tipo de interação, além das sugestões obtidas no questionário de usabilidade.

REFERÊNCIAS

- Associação Brasileira de Educação a Distância – ABED. **Relatório analítico da aprendizagem a distância no Brasil**. [S.l.]: São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2018.
- BECK, K. et al. **Agile Manifesto**. 2001. Disponível em: <https://agilemanifesto.org/principles.html>. Acesso em: 13 nov. 2021.
- BRASIL. **Decreto nº 5.622, de 19 de dezembro de 2005. Regulamenta o art. 80 da Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, 2005**. 2017. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=65251-decreto9057-pdf&category_slug=maio-2017-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 15 de novembro de 2021.
- BRITO, M. T. de S. et al. Contribuições de um plugin do tipo report para a identificação do risco de evasão no ava moodle com base em visualização de dados. **Revista Brasileira de Informática na Educação – RBIE**, 2019.
- BROOKE, J. Sus: A quick and dirty usability scale. **Usability Eval. Ind.**, v. 189, 11 1995.
- CANTO, A. B.; LIMA, J. V. de; TAROUCO, L. Projeto e uso de objetos de aprendizagem: explorando as dimensões afetiva e cognitiva. **Revista Iberoamericana de 63 Educación en Tecnología y Tecnología en Educación**, v. 14, p. 7–17, 2014.
- CARD, S. K.; MACKINLAY, J. D.; SHNEIDERMAN, B. **Readings in information visualization: using vision to think**. [S.l.]: Morgan Kauffman, 1999.
- CASTELLS, M. **A sociedade em rede**. 1999. São Paulo: Paz e Terra.
- FORNARI, L. T. **Reflexões acerca da reprovação e evasão escolar e os determinantes do capital**. 2010. Revista Espaço Pedagógico, v. 17, n. 1, p. 112-124.
- Free Software Foundation. **GNU General Public License version 2**. 1991. Disponível em: <https://opensource.org/licenses/gpl-2.0.php>. Acesso em: 14 nov. 2021.
- GINDA, M. et al. Visualizing learner engagement, performance, and trajectories to evaluate and optimize online course design. **PLoS ONE 14(5): e0215964**. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215964>, 2019.
- ISO 2017. **ISO 25237:2017**. 2017. P. 7.
- KUHN, I. **Identificação de Trajetórias de Aprendizagem com o uso de Grafos Direcionados e Técnicas de Mineração de Dados Visando a Detecção de Evasão em Cursos EaD**. Thesis (PhD) — UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, 2019.
- Moodle. **Moodle statistics**. 2021. Disponível em: <https://stats.moodle.org/>. Acesso em: 13 nov. 2021.

MOORE, M.; KEARSLEY, G. **A educação a distância: uma visão integrada**. [S.l.]: São Paulo: Thomson Learning, 2007. Trad. Roberto Galman.

MUNZNER, T. **Visualization analysis and design**. 2014. A K Peters.

NIELSEN, J.; LANDAUER, T. K. A mathematical model of the finding of usability problems. **Proceedings of ACM INTERCHI'93 Conference (Amsterdam, The Netherlands, 24-29 April 1993)**, p. 206–213, 1993.

Personal Data Protection Commission Singapore. **GUIDE TO BASIC DATA ANONYMISATION TECHNIQUES**. 2018.

VIEIRA, J. M. F.; ZAINA, L. A. M. Representation, navigation and exploration: a three layered approach on learning trajectories. **XIX Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems (IHC '20)**, 2020.

APÊNDICE A — QUESTIONÁRIO DE USABILIDADE

A.1 Questões demográficas

1. Qual o seu nível de escolaridade?

- Fundamental
- Médio / Técnico
- Graduação
- Especialização
- Mestrado
- Doutorado

2. Qual a sua área de atuação

- Campo aberto

3. Qual a sua faixa etária?

- 20 anos ou menos
- 21 a 30 anos
- 31 a 40 anos
- 41 a 50 anos
- 51 a 60 anos
- 61 a 70 anos
- 71 anos ou mais

4. De 1 a 5 como você classificaria seu nível de conhecimento em computação e sua facilidade com o uso de aplicações no computador?

- Escala de 1 a 5 com os seguintes extremos:
 - Pouco conhecimento/muito difícil
 - Muito conhecimento/muito fácil

A.2 Experimentos

A.2.1 Experimento 1

1. Com a aplicação executando, abra as informações do estudante “Anthony Thomas” e tente identificar qual foi a nota final do aluno na disciplina. Quão fácil é encontrar essa informação?
 - Escala de 1 a 5 com os seguintes extremos:
 - Muito difícil
 - Muito fácil
2. Tente identificar qual foi a terceira nota que o aluno recebeu na disciplina. Quão fácil é encontrar essa informação?
 - Escala de 1 a 5 com os seguintes extremos:
 - Muito difícil
 - Muito fácil
3. Tente identificar quantas vezes o aluno interagiu com o moodle durante o curso. Quão fácil é encontrar essa informação?
 - Escala de 1 a 5 com os seguintes extremos:
 - Muito difícil
 - Muito fácil

A.2.2 Experimento 2

1. Em seguida, abra as informações do estudante “Adrian Washington”. Para este estudante, Tente identificar qual foi a sua nota final na disciplina. Quão fácil é encontrar essa informação?
 - Escala de 1 a 5 com os seguintes extremos:
 - Muito difícil
 - Muito fácil
2. Tente identificar quantas vezes o aluno interagiu com os fóruns. Quão fácil é en-

contrar essa informação?

- Escala de 1 a 5 com os seguintes extremos:

- Muito difícil
- Muito fácil

3. Tente identificar se o aluno participou de aulas remotas via Mconf. Quão fácil é encontrar essa informação?

- Escala de 1 a 5 com os seguintes extremos:

- Muito difícil
- Muito fácil

A.2.3 Experimento 3

1. Agora abra as informações da estudante “Rebekah Clark”. Tente identificar qual dos três alunos teve melhor desempenho na disciplina. Quão fácil é encontrar essa informação?

- Escala de 1 a 5 com os seguintes extremos:

- Muito difícil
- Muito fácil

2. Tente identificar qual deles mais interagiu com o moodle no geral e com os fóruns especificamente. Quão fácil é encontrar essa informação?

- Escala de 1 a 5 com os seguintes extremos:

- Muito difícil
- Muito fácil

3. Tente identificar se algum dos alunos entregou o trabalho final com atraso e se isso teve impacto nas notas. Quão fácil é encontrar essa informação?

- Escala de 1 a 5 com os seguintes extremos:

- Muito difícil
- Muito fácil

A.2.4 Experimento 4

1. Visualizando as trajetórias dos três estudantes, Tente identificar elementos comuns, como por exemplo dois alunos que acessaram os mesmos conteúdos ou fizeram posts nos mesmos fóruns. Quão fácil é identificar esses elementos em comum?

- Escala de 1 a 5 com os seguintes extremos:
 - Muito difícil
 - Muito fácil

A.3 Feedback aberto

1. Você tem sugestões ou críticas a esse trabalho baseado na sua experiência neste questionário?

- Campo aberto

A.4 Questões gerais de usabilidade

1. Eu acho que gostaria de usar esse sistema com frequência.

- Escala de 1 a 5 com os seguintes extremos:
 - Discordo completamente
 - Concordo completamente

2. Eu acho o sistema desnecessariamente complexo.

- Escala de 1 a 5 com os seguintes extremos:
 - Discordo completamente
 - Concordo completamente

3. Eu achei o sistema fácil de usar.

- Escala de 1 a 5 com os seguintes extremos:
 - Discordo completamente
 - Concordo completamente

4. Eu acho que precisaria de ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o sistema.
 - Escala de 1 a 5 com os seguintes extremos:
 - Discordo completamente
 - Concordo completamente
5. Eu acho que as várias funções do sistema estão muito bem integradas.
 - Escala de 1 a 5 com os seguintes extremos:
 - Discordo completamente
 - Concordo completamente
6. Eu acho que o sistema apresenta muita inconsistência.
 - Escala de 1 a 5 com os seguintes extremos:
 - Discordo completamente
 - Concordo completamente
7. Eu imagino que as pessoas aprenderão como usar esse sistema rapidamente.
 - Escala de 1 a 5 com os seguintes extremos:
 - Discordo completamente
 - Concordo completamente
8. Eu achei o sistema atrapalhado de usar.
 - Escala de 1 a 5 com os seguintes extremos:
 - Discordo completamente
 - Concordo completamente
9. Eu me senti confiante ao usar o sistema.
 - Escala de 1 a 5 com os seguintes extremos:
 - Discordo completamente
 - Concordo completamente
10. Eu precisei aprender várias coisas novas antes de conseguir usar o sistema.
 - Escala de 1 a 5 com os seguintes extremos:
 - Discordo completamente

- Concordo completamente